

INTERNATIONAL CRANE FOUNDATION
FUNDACIÓN INTERNACIONAL DE LA GRÚA

**A SUMMARY OF STUDIES COMPLETED ON THE CUBAN
SANDHILL CRANE (*ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES*) AND AN
ASSESSMENT OF THE CURRENT CONSERVATION STATUS OF ITS
POPULATIONS IN THE CUBAN ARCHIPELAGO**

**RESUMEN DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LA GRULLA
CUBANA (*ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES*) Y EVALUACIÓN
DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE SUS
POBLACIONES EN EL ARCHIPIÉLAGO CUBANO**

August/Agosto 2026



Photo/Foto: Fernando Oliverio Espalliat Cabrera

AUTHORS AND EDITORS/AUTORES Y EDITORES:

Xiomara Gálvez Aguilera, Vicente Berovides Álvarez, Yarelys Ferrer Sánchez, Dennis Denis Ávila, Felipe Chávez Ramírez, Korie M. Klink, Idael Ruiz Companioni, José Rivera Rosales, Duniet Marrero Garcia, Leandro Torrella Prieto, Yordanis Torrez Ramírez, Claudia Núñez Pinochet, Pavel Martinez Arredondo, Raúl Iguanzo Gonzáles, Noelia Pujol Luna, Sara K. Gomez-Maier, Steve Herrick, and Andrew J. Caven

SUGGESTED CITATION:

Xiomara Gálvez Aguilera, Vicente Berovides Álvarez, Yarelys Ferrer Sánchez, Dennis Denis Ávila, Felipe Chávez Ramírez, Korie M. Klink, Idael Ruiz Companioni, José Rivera Rosales, Duniet Marrero Garcia, Leandro Torrella Prieto, Yordanis Torrez Ramírez, Claudia Núñez Pinochet, Pavel Martinez Arredondo, Raúl Iguanzo Gonzáles, Noelia Pujol Luna, Sara K. Gomez-Maier, Steve Herrick, and Andrew J. Caven. 2026. *A Summary of Studies Completed on the Cuban Sandhill Crane (Antigone canadensis nesiotés) and an Assessment of the Current Conservation Status of its Populations in the Cuban Archipelago*. International Crane Foundation, Baraboo, WI, USA.

CITA SUGERIDA:

Xiomara Gálvez Aguilera, Vicente Berovides Álvarez, Yarelys Ferrer Sánchez, Dennis Denis Ávila, Felipe Chávez Ramírez, Korie M. Klink, Idael Ruiz Companioni, José Rivera Rosales, Duniet Marrero Garcia, Leandro Torrella Prieto, Yordanis Torrez Ramírez, Claudia Núñez Pinochet, Pavel Martinez Arredondo, Raúl Iguanzo Gonzáles, Noelia Pujol Luna, Sara K. Gomez-Maier, Steve Herrick, y Andrew J. Caven. 2026. *Resumen de los Estudios Realizados sobre la Grulla Cubana (Antigone canadensis nesiotés) y Evaluación de la Situación Actual de Conservación de sus Poblaciones en el Archipiélago Cubano*. Fundación Internacional de la Grúa, Baraboo, WI, USA.

TABLE OF CONTENTS

Foreword.....	10
I. THE GENUS <i>ANTIGONE</i> AND THE SPECIES <i>ANTIGONE CANADENSIS</i>.....	13
1.1 The importance of the distribution, ecology, and conservation of <i>Antigone canadensis</i> and the subspecies which comprise it.....	13
Introduction.....	13
1.2 Conservation of <i>Antigone canadensis nesiotas</i>	16
1.3 History and description of the crane festivals, 1995 to 2015. "Children are the hope of the world."—Jose Marti	18
1.4 Simultaneous count conducted on different populations	21
II. CRANE POPULATIONS IN CUBA	26
Introduction.....	26
2.1 Historical records of the presence of Cuban Sandhill Cranes	27
2.2 Location and status of the populations of <i>A. c. nesiotas</i> in the provinces of the Cuban archipelago, during the periods of 1994-2006 and 2007-2017	28
General Discussion.....	47
2.3 Counts at simultaneous stations in four population centers of the country	49
2.5. General Discussion.....	56
Cranes observed and counted during fieldwork in other provinces:.....	57
III. THE CUBAN SANDHILL CRANE ON ISLA DE LA JUVENTUD	60
Introduction.....	60
3.1. Study Area: Hydrographic Itabo - Majagua - Los Indios Basin and Los Indios Ecological Reserve.	60
3.2. General methodology	61
3.3. Habitat classification	62
3.4 For the field identification of all these habitats, we use the following coding	63
3.5 Reproductive ecology.....	66
3.6. Results and discussion.....	67
3.7 Aspects of reproductive behavior.....	74
3.8 Use of habitat	80
3.9 Seasonal change by reproductive condition	80
3.10 Habitat selection	82
3.11 Use and selection of microhabitats.....	83
3.12 Selection of places to roost.....	86
3.13 Site size.....	86

3.14 Determining the residence area and nesting sites using the Geographic Information System (GIS).....	87
3.15 Implications of the research for the management of the Cuban Sandhill Crane on Isla de la Juventud	95
3.16 Conclusions.....	96
3.17 Recommendations.....	97
IV. UMBRELLA EFFECT OF THE POPULATIONS OF THE CUBAN SANDHILL CRANE	99
4.1 Introduction	99
4.2 Methodology.....	100
4.3 Variables analyzed in each plot.....	103
4.3. Results and Discussion.....	105
4.3.1 Structural description of foraging sites	105
4.4. Conclusions:.....	125
4.5 Recommendations:.....	125
V. THE CUBAN SANDHILL CRANE IN THE MUNICIPALITY OF CIEGO DE ÁVILA	128
Introduction.....	128
5.1 Study area	129
5.2 General methodology	131
5.3. Results	137
5.3.1 Reproduction parameters	137
5.3.2 Description of the nesting microhabitat	144
5.3.3 Description of the nesting mesohabitat	146
5.3.4 Landscape level.....	150
5.3.5 Activity pattern	158
5.3.6 Behavior Patterns by Age Category.....	161
5.4 Discussion	163
5.4.1 Reproduction	163
5.4.2 Nesting microhabitat	166
5.4.3 Mesohabitat nesting	167
5.4.4 Nesting macrohabitat	168
5.4.5 Activity pattern.....	169
5.5 Conclusions.....	175
5.6 Recommendations.....	176
VI. PATTERNS OF DISTRIBUTION, ABUNDANCE, AND BEHAVIOR OF <i>ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES</i>, IN TWO LOCATIONS ON THE CUBAN ARCHIPELAGO.	178

Introduction.....	178
6.1 Study area.....	179
6.2 General methodology.....	180
6.3. Results.....	184
6.4 Overall results of counts.....	184
6.5 Behavioral analysis.....	190
6.6 Logistical regressions.....	198
6.7 Discussion.....	199
6.8 Conclusions.....	206
6.9 Recommendations.....	206
VII. MODELING OF THE ECOLOGICAL NICHE OF ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES (BIRDS: GRUIDAE) ON ISLA DE LA JUVENTUD AND IN THE GRAN HUMEDAL IN THE NORTH OF CIEGO DE ÁVILA, CUBA.....	208
Introduction.....	208
7.1 Objective.....	209
7.1.1. Area of Study.....	209
7.2. General methodology.....	210
7.2.1 Records.....	210
7.2.2. Ecological models.....	210
7.3 Models of the ecological niche of the Cuban Sandhill Crane.....	211
7.3.1 Data management.....	211
7.4. Results.....	213
7.5 Potential distribution models.....	213
7.6 Predominant plant formations.....	216
7.3.2 Population in El Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila.....	221
7.7 Discussion.....	228
VIII. PROPOSED MEASURES FOR THE CONSERVATION OF THE CUBAN SANDHILL CRANE AND SUGGESTED PRIORITIES FOR FUTURE RESEARCH.....	232
8.1 Conservation and general state of the population.....	232
Introduction.....	232
8.2 Measures proposed and adopted.....	233
8.2.1 Global climate change.....	233
8.2.2 Habitat loss.....	235
8.2.3 Measures proposed and taken for each province.....	236
8.2.4 General measures.....	238

8.2.5 Collisions with power lines.....	239
8.2.6 Hunting	240
8.2.7 Consumption of metals and other objects.....	240
8.2.8 Pesticides.....	241
8.2.9 Pressures.....	242
8.2.10 Stress.....	242
8.3 Priorities for future research.....	243
8.3.1 Habitat and population size, for the Cuban Sandhill Crane.....	243
8.3.2 Information to locate other possible populations of cranes in the Cuban archipelago ..	243
8.4 General ecology.....	247
8.5 Suggested priorities for future research.....	248
Acknowledgements.....	251
Prefacio	253
I. EL GÉNERO <i>ANTIGONE</i> Y LA ESPECIE <i>ANTIGONE CANADENSIS</i>.....	256
1.1 Importancia de la distribución, ecológica y de conservación de <i>Antigone canadensis</i> y las subespecies que lo componen.....	256
Introducción	256
1.2 Conservacion de <i>Antigone canadensis nesiotas</i>	260
1.3 Historia y descripción de los festivales de grullas 1995-2015 “Los niños son la esperanza del mundo.” -- José Martí.....	262
1.4 Censo simultáneo realizado en diferentes poblaciones	265
II. POBLACIONES DE GRULLAS EN CUBA	270
Introducción	270
2.1 Registros históricos de presencia de las grullas cubanas.....	271
2.2 Ubicación y estado de las poblaciones de <i>Antigone canadensis nesiotas</i> en las provincias del archipiélago cubano, en los períodos (1994-2006) (2007-2017).....	273
Discusión General	292
2.3 Censos en estaciones simultáneas en cuatro poblaciones del país	294
2.5. Discusión General.....	302
Las grullas observaron y contaron durante el trabajo de campo en otras provincias	302
III. LA GRULLA CUBANA EN LA ISLA DE LA JUVENTUD	306
Introducción	306
3.1. Área de Estudio: Hidrográfica Itabo - Majagua - Cuenca Los Indios y Reserva Ecológica Los Indios.....	306
3.2. Metodología general	307

3.3. Clasificación de hábitats.....	308
3.4 Para la identificación en campo de todos estos hábitats, utilizamos la siguiente codificación:	309
3.5 Ecología reproductiva.....	312
3.6 Resultados y discusión.....	313
3.7 Aspectos del comportamiento reproductivo.....	321
3.8 Uso de hábitat.....	328
3.9 Cambio estacional por condición reproductiva.....	328
3.10 Selección de hábitats.....	330
3.11 Uso y selección de microhábitats.....	331
3.12 Selección de lugares para dormir.....	334
3.13 Tamaño del sitio.....	334
3.14 Determinar el área de residencia y los sitios de anidación mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG).....	335
3.15 Implicaciones de la investigación para el manejo de la grulla gris cubana en la Isla de la Juventud.....	343
3.16 Conclusiones.....	344
3.17 Recomendaciones.....	345
IV. EFECTO SOMBRILLA DE LAS POBLACIONES DE LA GRULLA CUBANA	348
4.1 Introducción.....	348
4.2 Metodología.....	349
4.3 Variables analizadas en cada parcela.....	352
4.3 Resultados y discusión.....	354
4.3.1 Descripción estructural de los sitios de alimentación.....	354
4.4. Conclusiones.....	374
4.5. Recomendaciones.....	375
V. LA GRULLA CUBANA EN EL MUNICIPIO DE CIEGO DE ÁVILA	377
Introducción.....	377
5.1 Área de estudio.....	378
5.2 Metodología general.....	380
5.3 Resultados.....	387
5.3.1 Parámetros de reproducción.....	387
5.3.3 Descripción del mesohábitat de anidación	396
5.3.4 Nivel del paisaje	400
5.3.5 Patrón de actividad	409

5.3.6 Patrones de comportamiento por categoría de edad	412
5.4 Discusión	415
5.4.1 Reproducción	415
5.4.2 Microhábitat de anidación	419
5.4.3 Mesohábitat de anidación	419
5.4.4 Macrohábitat de anidación	421
5.4.5 Patrón de actividad	423
5.5 Conclusiones.....	430
5.6. Recomendaciones.....	430
VI. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y COMPORTAMIENTO DE <i>ANTIGONE</i>	
<i>CANADENSIS NESIOTES</i>, EN DOS LOCALIDADES DEL ARCHIPIELAGO CUBANO.....	433
Introducción.....	433
6.1 Área de estudio.....	434
6.2 Metodología general.....	435
6.3 Resultados.....	440
6.3.1 Resultados generales de los recuentos	440
6.5 Análisis de comportamiento.....	447
6.7 Discusión.....	459
6.8 Conclusiones.....	466
VII. MODELACION DE NICHU ECOLÓGICO DE <i>ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES</i> (AVES:	
<i>GRUIDAE</i>) EN ISLA DE LA JUVENTUD Y EN EL GRAN HUMEDAL DEL NORTE DE CIEGO DE	
ÁVILA, CUBA.....	469
Introducción.....	469
7.1 Objetivo.....	470
7.1.1. Área de estudio.....	470
7.2. Metodología general	471
7.3 Modelos del nicho ecológico de la grulla gris cubana.....	472
7.2.3 Gestión de datos	473
7.4 Resultados.....	476
7.5 Modelos de distribución potencial.....	476
7.6 Formaciones vegetales predominantes.....	478
7.3.2 Población en El Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila	483
7.7 Discusión	491
VIII. MEDIDAS PROPUESTAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA GRULLA CUBANA Y	
PRIORIDADES SUGERIDAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES	496

8.1 Conservación y estado general de la población	496
Introducción.....	496
8.2 Medidas propuestas y adoptadas.....	497
8.2.1 Cambio climático global	497
8.2.2 Pérdida de hábitat.....	499
8.2.3 Medidas propuestas y tomadas para cada provincia	501
8.2.4 Medidas generales.....	503
8.2.5 Colisiones con líneas eléctricas	504
8.2.6 Caza	505
8.2.7 Consumo de metales y otros objetos	506
8.2.8 Plaguicidas.....	507
8.2.9 Presiones.....	507
8.2.10 Estrés	508
8.3 Prioridades para la investigación futura	508
8.3.1 Hábitat y tamaño de la población, para la grulla gris cubana.....	509
8.3.2 Información para localizar otras posibles poblaciones de grullas en el archipiélago cubano	509
8.4 Ecología general.....	513
8.5 Prioridades sugeridas para investigaciones futuras.....	514
Agradecimientos	518
References.....	520

FOREWORD

Cuba is no exception among the countries that have lost part of their biodiversity and natural resources due to old and recent socio-economic processes that have left traces of deterioration on the national territory and particularly on the savannas where the Cuban Sandhill Crane lives, a non-migratory species with serious conservation problems in its small and fragmented populations.

This book collects the research carried out through undergraduate and postgraduate thesis studies by different authors and also contains a compilation of the published bibliography of all the authors who have worked with the species through 2017 throughout the country.

We conducted the first nationwide survey between 1994 and 2002 to examine the distribution, abundance, and conservation status of Sandhill Crane (*Antigone canadensis nesiotés*) populations throughout Cuba. Ground or aerial studies, or both, were conducted in all previously identified areas and potential locations reported in the literature. We defined the current distribution as 11 confirmed and separate locales in six provinces, and through 2017, a total of at least 696 specimens were counted for the country. Two populations reported in the literature were not present, and two previously unreported locales were discovered. The actual number of cranes at three locations could not be assessed, due to the difficulty in reaching the site. Today, only four areas, Isla de la Juventud, Matanzas, Ciego de Ávila, and Sancti Spíritus, support more than 70 cranes each; the remaining locations have fewer than 25 individuals. The general threats identified for populations include habitat modification, such as impacts on the hydrological regime of wetlands, invasion of woody plants, agricultural expansion and misuse of fire, metallic pollution, already evident effects caused by climate change that aggravate all of the above, and the presence of certain predators, such as wild boars (*Sus scrofa*), dogs (*Canis lupus familiaris*), crocodiles (*Crocodylus acutus* and *Caiman sclerops*), and Red-tailed Hawks (*Buteo jamaicensis*), plus the persistence of poaching, which is still present in some areas.

The studies that were carried out defined:

The size and distribution of the population; aspects of the biology of *Antigone canadensis nesiotés*; conservation problems in each of the eleven populations; status and conservation of the four populations of special interest for cranes; and the methodology and success of the environmental education program focused primarily on children and exchange with schoolchildren in North America. Based on all this research, information is provided to resume the search and confirmation to update the status of small populations. Topics are also suggested to open up new research which can answer many of the questions that remain.

We hope that this book will be a contribution to the better management of the Cuban Sandhill Crane (*Antigone canadensis nesiotis*) throughout the Cuban archipelago and the habitats it inhabits, sharing space with other endemic species in need of conservation, such as the American flamingo (*Phoenicopterus ruber*), the Cuban parrot (*Amazona leucocephala*), and numerous representatives of the country's endemic flora; that it will also be a motivation for new generations of researchers and students; and that, to paraphrase Dr. George Archibald and his work at the International Crane Foundation (ICF), this commitment once again demonstrated that, "love for cranes can unite peoples and countries," regardless of their culture, type of governments, or religion.

GENUS *ANTIGONE* AND THE SPECIES *ANTIGONE* *CANADENSIS*

Importance of the distribution, ecology, and conservation of *Antigone canadensis* and its subspecies. The history of crane festivals, 1995-2015.

Xiomara Gálvez Aguilera

Korie M. Klink

Dennis Denis Ávila

Andrew J. Caven

I. THE GENUS *ANTIGONE* AND THE SPECIES *ANTIGONE CANADENSIS*

1.1 The importance of the distribution, ecology, and conservation of *Antigone canadensis* and the subspecies which comprise it.

Introduction

Sandhill Cranes (*Antigone canadensis*) represent the most numerous crane species in the world, with a total population size of approximately $1,450,230 \pm 230,000$ birds comprised of nine distinct migratory and non-migratory populations including six apparent subspecies (Caven 2023; Caven *et al.* 2020; Caven *et al.* 2023; Seamans 2024). Three of these subspecies, the Lesser (*A. c. canadensis*), the Greater (*A. c. tabida*), and the Canadian (*A. c. rowanii*) Sandhill Crane, migrate across North America and are organized into six occasionally integrated populations for management purposes that collectively span from Siberia to Mexico and from the Atlantic to the Pacific Coasts. However, the validity of *A. c. rowanii* as a distinct subspecies is disputed on a genetic basis (Jones *et al.* 2005a). The other three subspecies do not migrate and have a more southerly distribution including the Mississippi (*A. c. pulla*), the Florida (*A. c. pratensis*), and the Cuban Sandhill Crane (*A. c. nesiotis*; Walkinshaw 1973; Lewis 1977; Tacha *et al.* 1985; Meine and Archibald 1996a). Caven (2023) finds that most migratory populations and subspecies of Sandhill Cranes are increasing (mean $\approx 3\%$) while non-migratory subspecies show a stable growth trend (mean $\approx 0\%$). Migratory populations comprise about 99.6% of the world's Sandhill Cranes (Caven 2023). All non-migratory subspecies are considered taxa of concern at either the state, country, or international levels (USFWS 1973; USFWS 1976; *Gaceta Oficial de la República de Cuba* 2011; FFWC 2016).

Eastern Population (EP). In the whole range of the eastern population's migration route, regional and state estimates indicate that the population has grown substantially over the last 50 years. The population estimate in 1973 was between 8,000 and 10,000 (Lewis *et al.* 1977), while the count done by the Eastern Population Sandhill Crane Committee (2010) was 87,796. Caven (2023) estimated the minimum population estimate at 97,800 and the annual growth rate at 4.2% annually using data from Seamans (2021). Seamans (2024) reported continued growth in this population with a 2023 fall count of approximately 110,650 and indicated that the current annual population growth rate may be closer to 4.4%.

Mid-continent Population (MCP). This population includes *A. c. canadensis*, *A. c. rowanii* and *A. c. tabida*. However, the status of the Canadian Sandhill Crane (*A. c. rowanii*) as a valid subspecies is disputed based on genetic analyses and the intermediate subspecies is often included taxonomically with the Greater Sandhill Crane (*A. c. tabida*; Jones *et al.* 2005a). The mid-continent population is monitored by multiple spring survey efforts in the North Platte and Central Platte River Valleys of Nebraska. The USFWS-coordinated survey has been carried out annually since 1974 (Seamans 2024), the Crane Trust has conducted weekly surveys during migration since 1998 (Davis 2003), and various temporary efforts have been made to survey wider areas of the state (Varner *et al.* 2019) as well as use advanced technologies such as infrared/thermal imaging (Kinzel *et al.* 2006; Luz-Ricca *et al.* 2023). The majority of this population is generally found in Nebraska between the middle and the end of March each year before heading north to breeding ranges expanding from northwest Minnesota to Siberia (Krapu *et al.* 2014). Caven *et al.* (2020) estimated the minimum population estimate for the mid-continent population at 1,270,000 and the annual growth rate at 3.7%. Liddick (2023) estimated 1,259,000 Sandhill Cranes along the Platte River on 22 March of 2023 and 1,284,500 in the population considering concurrent survey efforts in other Central Flyway states (e.g., Kansas, Texas, Oklahoma and Wyoming). The mid-continent population comprises about 87.6% of all Sandhill Cranes in the world (Caven 2023).

Rocky Mountain Population (RMP). This population of *A. c. tabida* was originally surveyed on their spring staging grounds in the San Luis Valley of Colorado from 1984-1996 (Johnson *et al.* 2001). However, current methods were improved and operationalized in the mid-1990s to include a five-state pre-migration survey of >60 early fall staging sites in September (Caven 2023; Seamans 2024). This population was historically estimated at only 400-600 cranes (Walkinshaw 1949). Caven (2023) estimated the minimum population at >25,600 and the annual population growth rate at just under 1% using data from Thorpe *et al.* (2020) and Seamans (2021). Seamans (2024) reported 27,267 Sandhill Cranes in this population per 2023 coordinated survey efforts.

Lower Colorado River Valley Population (LCRVP). This population of *A. c. tabida* is the smallest of the migratory populations of Sandhill Cranes. Caven (2023) suggested that the minimum population estimate was >5,900 and that the annual growth rate was approximately 2.1% using data from Seamans (2021). Recent winter counts reported by Seamans (2024) have not surpassed this minimum estimate. New distributional data and analyses indicate that this population may be integrated with the Rocky Mountain and Central Valley Populations to some degree (Collins *et al.* 2016; Grisham *et al.* 2018).

Central Valley Population (CVP). This population of *A. c. tabida* was estimated at 13,940 in the fall of 2000 (West Coast Crane Working Group; WCCWG 2000). However, this population is sympatric

with the Pacific Coast Population (PCP) of Lesser Sandhill Cranes on their wintering grounds, and this abundance estimate was determined using a ratio-based correction factor derived from a wide variety of observers including volunteers. Caven (2023) estimated the CVP at >8,600 considering Sandhill Crane survey results from throughout the state (Skalos and Weaver 2020; Olson 2021) as well as subspecies abundance ratios derived from Ivey *et al.* (2014). Daniel Gerber *et al.* (2020) indicated that the CVP was around 8,000 individuals in the mid-1990s. If the estimates by Daniel Gerber *et al.* (2020) and Caven (2023) are accurate, this population has likely remained stable over recent decades. However, there is relatively low certainty about this population's overall abundance and trends therein.

Pacific Coast Population (PCP). The California Department of Fish and Wildlife has conducted mid-winter aerial surveys since 1955 to count waterbirds (Skalos and Weaver 2020; Olson 2021). Surveys include Sandhill Cranes as a focal species; however, all subspecies and populations (PCP & CVP) are combined for counting purposes as the respective populations are sympatric on their wintering grounds (Skalos and Weaver 2020; Olson 2021). The highest recorded abundance estimates for the California wintering grounds were about 44,700 in 2018 and 41,800 in 2019 (Skalos and Weaver 2020; Olson 2021). Based on the proportions of Greater and Lesser Sandhill Cranes published by Ivey *et al.* (2014), Caven (2023) estimated the PCP at >36,100 individuals with an estimated annual growth rate of approximately 5.6%. However, this likely represents a minimum population size as some PCP Sandhill Cranes winter outside of California (Pacific Flyway Council 2020).

Florida Sandhill Crane (*A. c. pratensis*, FSC). The FSC lives in freshwater marshes associated with dry grasslands, and it also uses open wetland areas with only a few trees, emergent marshy wetlands, pastureland, and transition areas between forest and pastures (Nesbitt and Williams 1990, Tacha *et al.* 1994). Farmlands are heavily used during winter and early spring (Tacha *et al.* 1994). Given the diffuse distribution of this subspecies there is not a regular effort to estimate its total abundance. However, multiple data sources have been used to ascertain population estimates and temporal trends. Nesbitt and Hatchitt (2008) estimated a decline in the subspecies from >7,100 individuals to about 4,600 individuals from 1974 to 2003 using changes in habitat availability (~36% decline). However, in a more recent analysis of North American Breeding Bird Survey data, Cox *et al.* (2020) found that the Florida Sandhill Crane population was stable to increasing from 1966 to 2016. Clearly, there remains significant uncertainty regarding long-term abundance trends for this subspecies. Using data from the USFWS (2018) and Cox *et al.* (2020), Caven (2023) considered the

subspecies “stable” and estimated its minimum population was >5,400 individuals with “low certainty.”

Mississippi Sandhill Crane (*A. c. pulla*; MSS). The Mississippi Sandhill Crane (MSS) was listed as an endangered subspecies in 1973 in one of the first amendments to the United States Endangered Species Act of 1973 (USFWS 1973) and would be decreasing without the annual supplementation of individuals raised in captivity and active habitat management (Hereford and Dedrickson 2022; Caven 2023). The 7,810-ha Mississippi Sandhill Crane National Wildlife Refuge was founded in 1975 to protect and recover this unique subspecies. MSS are non-migratory, and their habitat includes semi-open and wet pine savanna, swamps, and pine plantations near pasturelands (Wilson 1987). The cranes nest in wet areas of open savannas and along the borders of wetlands in pine plantings and forests. In spring, summer, and fall, they forage at various sites where they raise their chicks (Nesbitt 1994). Habitat use within their annual range can shift seasonally. In late fall and winter, the cranes are mainly found in salt marshes, and they return to small corn fields or pastureland to forage. There are about 140 MSSs living in the wild (Hereford and Dedrickson 2022). Population growth has been relatively flat since the 1990s but has begun to improve in the last decade (Hereford and Dedrickson 2022; Caven 2023).

Cuban Sandhill Crane (*A. c. nesiotus*; CSC). This subspecies is distributed on the Cuban archipelago on two islands and a cay, in 11 metapopulations (Gálvez Aguilera 2002). The most numerous and isolated population lives on the silica sand savannas on Isla de la Juventud (Gálvez Aguilera and Perera 1995; Gálvez Aguilera 2002). Other populations are found in wetlands and swamps in various provinces on the island of Cuba, like Pinar del Río (Guane), Matanzas (Ciénaga de Zapata and Ciénaga de Majaguillar), Sancti Spiritus (Ciénaga de Las Guayaberas), Ciego de Ávila (wetlands in the north and in the south of Júcaro), and Camagüey (Sabanas de Luzca and Cayo Romano). The most eastern population of the country has not been confirmed and may be found in the province of Granma and potentially Ciénaga de Biramas (Gálvez Aguilera and Chávez Ramírez 2010). CSCs are endangered per Cuban resolution 140 and are also listed under the U.S. Endangered Species Act, which incorporates international species of concern (USFWS 1976; *Gaceta Oficial de la República de Cuba* 2011). Gálvez Aguilera *et al.* (2026; this volume) estimates that there were nearly 700 Cuban Sandhill Cranes across 11 localities in Cuba as of 2017, but trends since this time are uncertain. Caven (2023) estimated that the Cuban Sandhill Crane population was likely stable

across recent decades with low certainty considering the same data. The population continues to be small, isolated, and vulnerable to changes in land use, genetic diversity, and hurricanes.

1.2 Conservation of *Antigone canadensis nesiotes*

The subspecies *Antigone canadensis nesiotes* (Gundlach 1875) is the largest bird in Cuba and the Caribbean islands and is considered an endemic subspecies at risk of extinction (Buide *et al.* 1974; García 1987; Meine and Archibald 1996b; Gálvez Aguilera 2002; Gálvez Aguilera and Ferrer Sánchez 2012).

The presence of Sandhill Cranes has been documented throughout time in different regions of Cuba. However, only a few authors have carried out quantitative estimates of their numbers. The only documented population is the one on Isla de la Juventud at the beginning of 1950 by Lawrence Walkinshaw, and this study is a preliminary documentation of the ecology of cranes and their morphological description.

The status of Sandhill Cranes in Cuba at the beginning of our field work was not well known and different estimates of the number of cranes have been presented, from 300 (Meine and Archibald 1996a, 1996b, 1996c) to 526 individuals (Mirande and Harris 2019).

Cuban Sandhill Cranes were considered to have decreased from the time that Gundlach (1875) made his observations, and it was believed that the cranes were “abundant” (Walkinshaw 1953). The cranes were considered more common in the middle of the 1980s than before (Garrido 1985), which suggests that their number increased from the '50s to the '80s. However, Walkinshaw (1953) suggests that during the '50s, the Sandhill Cranes had almost disappeared from continental Cuba. The reported numbers of Cuban Sandhill Cranes have fluctuated between 200 in 1953 (Walkinshaw 1953), 120 in 1975 (Garrido and García 1975), and more than 200 individuals at the beginning of the 1990s (field observations made by Gálvez Aguilera). The majority of the reports which mention the number of cranes are based solely on estimates.

In Cuba, a national program to study and preserve the subspecies *A. c. nesiotes* was carried out between 1994 and 2010, although the environmental education component was extended until 2014 in some provinces. The National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna (ENPFF) directed this program with the financial support and technical collaboration of the International Crane Foundation (ICF), headquartered in Baraboo, Wisconsin, United States. In 1994, Dr. George Archibald and Dr. Xiomara Gálvez Aguilera from the National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna met for the first time in Mexico, and the procedure began to establish an official collaboration between the two institutions to help with the research. In the framework of the

conservation program, studies were carried out on the distribution and abundance of this species in the whole country (Berovides and Gálvez Aguilera 1995; Gálvez Aguilera and Perera 1995; Gálvez Aguilera 1997; Gálvez Aguilera and Rivera 1999; Gálvez Aguilera *et al.* 2001a; Gálvez Aguilera 2002; Gálvez Aguilera and Chávez Ramírez 2005; Gálvez Aguilera and Chávez Ramírez 2010; Gálvez Aguilera and Ferrer Sánchez 2012).

Activities were carried out in the country for the recovery of this subspecies in some of the areas it inhabits. The main study and protection actions were carried out on Isla de la Juventud before 2002. As a reference, this population is the most numerous in the country and lives in a unique ecosystem, which is different from the other grasslands we find on the Cuban archipelago. Gálvez Aguilera (2002) and Gálvez Aguilera *et al.* (1999) centered on the reproductive ecology of the birds. The use of the habitat and description of the areas of foraging and reproduction was studied by Gálvez Aguilera (2002), Marrero (2003), and Gálvez Aguilera *et al.* (1999, 2001, 2003, 2005). With these results, it was possible to establish management strategies for the conservation of breeding areas and mitigation of some of the threats to some populations. Due to the need to begin studies of populations distributed in Santa Rosa's wetlands, research was planned in the wetlands in the north of Ciego de Ávila, and currently, we know the reproductive ecology and that type of habitat, the patterns in choosing nesting sites, and the description of the activity patterns of this subspecies (Ferrer Sánchez 2008; Ferrer Sánchez and Ruiz 2009; Ferrer Sánchez *et al.* 2010, 2010a, 2016, 2017). However, knowledge of the ecology of *A. c. nesiotés* is still in its beginning stages, which is why it is necessary to continue study of this subspecies to determine its distribution patterns and the behavior of the size of its population over time. Research should be extended to each region in which populations of this subspecies appear, to define management strategies in accordance with the specific problem.

While work was going on to document behaviors such as nesting and habitat use, reproductive patterns, and the population dynamic, local residents participated in program activities. This creative energy resulted in a strategic plan for educators, professionals, and people of all ages, who became crucial partners in reaching the conservation focus of the Cuban Sandhill Crane project. The coordinated efforts of ENPFF, ICF, and the Cuban educators became a decisive factor for the success of the conservation of the cranes and their habitats.

1.3 History and description of the crane festivals, 1995 to 2015. “Children are the hope of the world.”—Jose Marti

Education is a fundamental part of any conservation effort, if it is going to be successful. Every conservation plan must involve the local population at each stage of the management plan, if possible. To a significant degree, the citizen population of all ages has been an important element in the areas of environmental research and education in the Cuban Sandhill Crane conservation strategy. The International Crane Foundation (ICF) began to collaborate with Cuban scientists in the middle of the 1990s. As efforts intensified, and more data was processed about the status of the birds, it became an objective for the local human population, along with the global scientific community, to receive information.

Professional educators became crucial partners to achieve the conservation focus of the Cuban Sandhill Crane project. As part of working towards the concrete goal, Dr. Gálvez Aguilera directed efforts, including those supported by associates of the ICF, to offer participatory, interactive, and multidisciplinary opportunities to encourage educators and students of all ages and interests to become active participants in the struggle to save the crane and its habitats. With this objective, various programs were started and carried out to involve the Cuban public in conservation strategies. Because of the location and mission of the ICF, there was also a unique effort for international collaboration. Besides financial support, the ICF also found an important path for educators, scientists, and professionals from the US to take on an active role in raising awareness about the difficult situation of the Cuban Sandhill Crane and other species at risk of extinction (Klink 2012).

The main way to connect with the general community was by holding Crane Festivals in the communities in each region. Held for the first time on Isla de la Juventud in 1995, the annual festivals had the objective of bringing together community members and offering them information about the importance of the cranes, the role of wetlands, and the ecosystems of pasturelands, savannas, and their value to human beings, and create a positive sense of ownership over these resources. All the media in the host province were used, and at the national level, television, radio, and the written press were used to distribute informative material about the species, its importance, and to call on the local citizens to participate in the activities.

The Festivals: Since 1995, the annual Crane and Wetland festivals, which last for a week, have rotated among areas important to the cranes in the eastern half of Cuba and the neighboring Isla de la Juventud.

These events are an important way to connect communities, schools, and local governments with educators and biologists sponsored by the ICF, and to celebrate the presence of the cranes and other rare Cuban fauna. While the reach of the festival is provincial, each festival has a community in a village in the region designed to host the opening and closing ceremonies.

An international art exchange was held with the slogan of “Cranes: birds of peace that connect peoples and countries.” The exchange of art between Cuba and the United States has been a focal point and a key element of our educational programming, both in the United States and in Cuba. Since the middle '90s, the ICF art exchange between children and educators in areas that are key to the cranes in Cuba has grown to include K12 schools in almost 10 of the 50 states (Klink 2012).

The art exchange between US and Cuban students is not centered only on illustrated “messages.” Media were created such as scenic art, literature, dance, theater, music, clay sculpture, and art made from recycled material. The Cuban and US messages were highlighted at events and community festivals, school exhibitions, district events, study plan development, and traveling exhibitions. Interpretive signs were made to accompany the exhibitions, and many of them appeared in local newspapers, websites, and school and district newsletters (Klink 2012). The North American specialist Korie M. Klink coordinated efforts to develop an environmental education project centered on the Cuban Sandhill Crane, which gave rise to the group Children are the Hope in 2010. The project involves hundreds of children from the United States and Cuba in a program of exchanging drawings and letters, as well as providing logistical support and training to educators and professionals from both countries. The project formed part of her director’s thesis and got its name from the phrase of the Cuban national hero Jose Marti, which points out that children are the hope of the world. Children are the Hope has been associated with the sisterhood project between the cities of Madison and Camaguey, and has worked in conjunction with the University of Wisconsin-Stevens Point, La Universidad de La Habana, and the National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna, led by Yarelys Ferrer Sánchez and Dr. Dennis Denis Ávila, respectively.



For many years, a considerable amount of information has been compiled on the distribution of cranes in the country: their number in different populations, habitat use, nesting ecology, productivity, and potential threats to each one of the different populations. This information was used to instruct participants in the exchange, who designed study plans, games, activities, crafts, and learning tools based on the research to share during visits to the festival.

The association between ENPFF and the ICF has provided sponsorships for the coordination of the festivals, but other conservation organizations also provided key support between 2010 and 2014, such as the Christopher Reynolds Foundation and the Platte River Whooping Crane Maintenance Trust, located in Wood River, Nebraska. In Cuba, 10 festivals have been carried out, which include a crane census on Isla de la Juventud in December of 1995, November of 1998, and a decade later, in 2010, and in 2011; in Ciego de Ávila, in February of 1997, February of 2002, and 9 years later, in 2011; in Sancti Spiritus, Pantano de Guayaberas, in February of 1998, in La Ciénega de Zapata in February of 1999, and in Camagüey, Altiplano de San Felipe, in 2004 and one (with no count) in the city of Havana (Denis Ávila 2011).

Groups were invited, made up of between one and 13 educators, biologists, wildfire ecologists, GIS specialists, veterinarians, and photographers from the United States to participate in unique professional exchanges sponsored by ICF, who traveled to Cuba to exchange information and experience, and, most importantly, to celebrate the cranes with the Cuban people.

1.4 Simultaneous count conducted on different populations

During the Crane and Wetlands Festival, once a year, the count of the cranes in a given province is organized.

The methods used for the counts were those developed by the International Crane Foundation and used in Wisconsin (Meine and Archibald 1996a) and Mississippi (Hereford *et al.* 2001) for other subspecies of Sandhill Cranes, with some adaptations to the conditions in Cuba (Gálvez Aguilera *et al.* 1999; Gálvez Aguilera 2002).

Methodology for the census:

- One month prior, in each province, the whole available surface with appropriate characteristics for the species was determined.
- An exhaustive review was carried out of the potential habitat which the species could use, (using cartographic pages from the 1:10,000 map of Cuba). See the example of Figure 1.1 to establish the area of possible presence, to count.

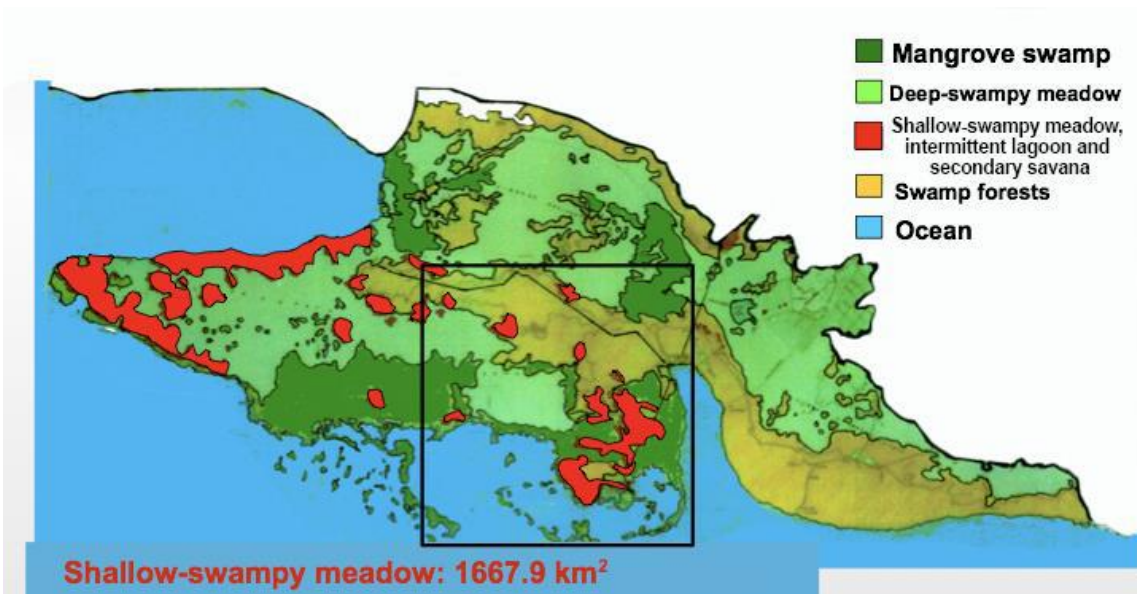


Fig. 1.1. The available area, with likely appropriate characteristics for the species.

- The full area of presence was covered, locating fixed counting stations, spaced 1½ to 2 km apart and georeferenced. The number of stations depended on the size of the wetlands and savannas of each province (Figure 1.2).

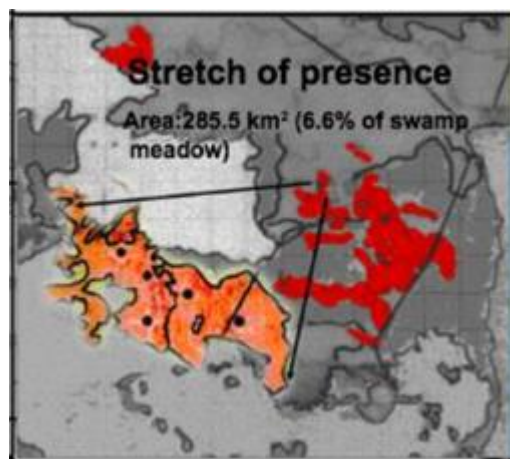


Fig. 1.2. The total area of presence was toured, placing fixed counting stations, separated by 1½ - 2 km and georeferenced.

- It was established that the census would always be carried out between the months of November and February, and it had to be on Saturday and Sunday, to guarantee the participation of employees and students.
- Arrival at each station was two to three hours before the beginning of the count, to wait, hidden and in silence, so that the cranes would approach.
- The morning count was from dawn, 06:00 to 10:00 hours, and the afternoon was 16:00 to 20:00 hours. This implies a logistical plan which had been perfectly developed previously, such that the collective vehicles which carried the observers to the different stations left on time, relative to the distance between the meeting point and the station that belonged to each counter. Based on the distance, the vehicles and the people had different schedules. It was agreed upon the day before with each of the vehicle drivers and the counters, to guarantee their arrival at each station on time.
- During this time in Cuba, not everyone had a watch, but it was guaranteed that there was at least one clock at each station which indicated the time to go out to the field, listening to national radio station "*Radio Reloj*" [*Clock Radio*], which reported the exact time each minute. Since midnight of the day prior, the radio station announced each minute that the crane count began at dawn.

In each station, there were three or four counters:

- An expert (a biologist, a park ranger, or a local who knew the cranes) who was responsible for the identification of the bird.
- A middle school or high school student (sometimes both) who wrote down the information on the field form after having been trained in earlier workshops.
- An elementary student between six and ten years old, who was in charge of discipline at the counting station, so that nobody would move, smoke, or talk.
- During the training, the volunteers formed teams of four members, according to the proximity of the counting points. The list of teams, which included names and addresses of the members, was turned in to the coordinator of each zone a week before the event, with the purpose of negotiating with local and private authorities about the use of the vehicles needed to move the teams and to be able to provide them with the necessary fuel by the festival organizing committee.
- Information capture. The data sheet used by the International Crane Foundation was translated into Spanish and other census instructions were added. They included a painted compass which needed to be oriented north when the counters arrived at their station to establish the direction of flight of the observed cranes.

Since the 2008 census on Isla de la Juventud, we confirmed that two counts at the same station (one in the morning and the other in the afternoon) increased the possibility of detection. This does not constitute replication, because only the greater value observed at each station is taken into account, after eliminating repeated individuals. Birds whose song had been heard were not considered for the analysis. However, later, to obtain the total estimate for the population in the country, these auditory records were included.

On Sunday, when the vehicle arrived with the last census participants, the information on the technical cards of each coordinator were compiled, and in a formal ceremony lasting 10 minutes, before the party began, the public was informed of the approximate number of cranes in their province, about local conservation problems, and how to contribute to reducing them. Awards were given to local artists, winning drawings made by school children were recognized, as well as the work of local, national, and foreign institutions, and it all culminated with a great popular celebration, with music and dancing, where visitors—foreign and national specialists—mixed with the local people.

POPULATIONS OF CUBAN SANDHILL CRANES IN THE CUBAN ARCHIPELAGO

The distribution and abundance of Cuban Sandhill Cranes in the Cuban archipelago was determined by a literature review which revealed 23 historical records; the location and extent of the original Cuban savannas were mapped; aerial habitat reviews were conducted between 1995 and 1996; field assessment was conducted on all historical records; and 340 people living and working in the areas near the historical sites were interviewed. Field assessments were carried out at those potential sites identified for the cranes to confirm the presence or absence of the species. When the presence was confirmed, specific habitat conservation issues were identified, and the number of individuals per location was estimated (in some, over several years). Censuses were also carried out in the four populations which occupied the largest areas of the species.

Xiomara Gálvez Aguilera

José Rivera Rosales

Vicente Berovides Álvarez

II. CRANE POPULATIONS IN CUBA

Introduction

As a result of human activity, we are living at a critical moment. Ecosystems are increasingly degraded, many species are becoming extinct, and the survivors are harmed by the decrease in their populations and by the loss of genetic variability. The effects of climate change are already observable; they are no longer in the future. Most extinctions have occurred in the last 150 years (Primack 2000), primarily in oceanic islands and archipelagos, where 75% of extinctions were recorded. 113 bird species have gone extinct since 1660 (Whittaker and Fernández Palacios 2007).

Between 25 and 50% of the species in the Americas and the Caribbean are endemic (MacArthur Foundation 2011), so they are more susceptible to the effects of climate change since, due to their specific physiological and phenological characteristics, they adapt to narrow ecological niches. The intrusion of saltwater into tropical wetlands due to sea level rise also affects waterfowl. The ducks, geese, wading birds, storks, herons, and cranes which inhabit these wetlands, often surrounded by agricultural areas and human settlements, find no space to migrate (Ramírez Bastida *et al.* 2008; Uribe Botero 2015).

In 2019, the International Union for Conservation of Nature (IUCN) updated its Red List of endangered species. Of the 100,000 species evaluated, 27% are in danger of extinction, and it was determined that more than 28,000 species are in that category. This figure increases the number of endangered species by 2,141 compared to last year, which “clearly shows how much humans around the world are overexploiting wildlife,” said Grethel Aguilar, IUCN Director General. Many of the 15 species in the Gruidae family are listed as vulnerable or endangered (Carrere 2019).

Taking into account the scientific, ecological, and cultural importance of our endemic subspecies of Cuban Sandhill Crane (*Antigone canadensis nesiotis*) for the country, as well as the enormous lack of knowledge about this threatened bird, we set ourselves the following objectives.

- Establish the current distribution of this subspecies within the Cuban archipelago and detect the main conservation problems which impact its survival at the nationwide level and for each population.
- Estimate the number of individuals in the main populations and decide the estimated population size for the Cuban Archipelago.

The following tasks will achieve the objectives mentioned above:

- A bibliographic review will be carried out. Based on that, all the sites in the country where the existence of cranes had been mentioned since the 19th century will be compiled.
- Establish a survey system through the departments of the National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna (Ministry of Agriculture) throughout the country, to make inquiries about possible locations where cranes have been observed.
- By means of aerial reconnaissance, check the wetlands to the north and south of all provinces where surveys indicated that cranes had been observed in recent years.
- Verify all historical records in the field, as well as those obtained with the first survey system, and determine the conservation status of the area and the possible short- and medium-term threats in locations with cranes.
- Apply the ICF methodology and adapt it to Cuban conditions to carry out the census of the populations which were located.

2.1 Historical records of the presence of Cuban Sandhill Cranes

The first records of the distribution of cranes in Cuba are those of Poey (1851-1855) and Gundlach (1875, 1876). The latter observed cranes in extensive savannas such as those of the Ciénaga de Zapata, in open natural pine forests, which, due to the nature of their soil, become savannas with pines in western Cuba (Viñales and Guane); in the province of Pinar del Río, in the savannas east of the town of Guamutas in Colón (province of Matanzas), and on Isla de Pinos, now Isla de la Juventud. Barbour (1943) observed them in the south of Matanzas, near Alacranes and in Unión de Reyes, north of Aguada de Pasajeros and Cayo Diego Pérez in Matanzas. As for Isla de Pinos, Bangs and Zappey (1905), Read (1913), and Walkinshaw and Baker (1946) restricted their distribution to the flat, open areas north of the Lanier Swamp, within the triangle formed by Santa Barbara, Los Indios, and Santa Fe. Later, Walkinshaw (1953) defined the distribution on Isla de la Juventud, covering the region north of Ciénaga de Lanier, to the east of Pasadita and to Siguanea to the west, and extending to Sabana Grande on Isla de la Juventud during the winter. García (1987) summarized the status of endemic subspecies in Cuba and considered cranes to be rare in all regions where they were previously considered abundant, such as Guane, Mendoza, and Viñales. García (1987) emphasized the need to protect cranes where they were still present. A map of potential habitats was prepared for air and ground tours using historical records (Figure 2.1).

POTENTIAL HABITAT FOR THE CUBAN SANDHILL CRANE



1. Marshes and swamps
2. White sand (silica) savannas
3. "Mocarrero" and serpentine savannas

Fig. 2.1. Map of potential habitats (original savannas in Cuba) for air and ground tours to confirm historical records.

As a second phase, each province was visited to carry out a survey system (from 10 to 20 per site) with the help of workers of the National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna (ENPFF) and local residents in areas adjacent to the stretches of flooded savannas on both coasts. Upon receiving information about possible presence in recent years, the area was thoroughly inspected. In each of the sites where cranes were detected, their abundance was estimated, and the main conservation problems affecting their populations were evaluated.

2.2 Location and status of the populations of *A. c. nesiotas* in the provinces of the Cuban archipelago, during the periods of 1994-2006 and 2007-2017

Pinar Del Río: In this province, Gundlach (1875-1878) considered this species abundant, and García (1987) concluded that they were rare in all regions where they were previously considered abundant, such as Guane, Mendoza, and Viñales.

Before 1940, the municipality of Guane covered a larger area than today, and the subdivision of the municipality changed. In the surroundings of the Guaniguanico massif, there were extensive plains, especially in its southern part, where tobacco cultivation spread and gradually increased over the

years. Today, it is the most important economic resource in the province (Fig. 2.1., original Cuban savannas).

In 1994, the current Municipality of Guane was visited, in some sections of the remaining white sand savannas, in the community of Sábalo, and no cranes were observed, despite the fact that respondents claimed to have seen them on occasion. According to the interviewees, the crops and plantations of Caribbean pine (*Pinus caribaea*) caused the cranes to leave the area which formerly extended to near Sandino and Isabel Rubio.

In 1995, this province was reviewed again. Three of the interviewees stated that there have always been cranes in the municipality of Mantua, about 48 km from the municipality of Minas de Matahambre, which borders on the coastal wetlands of the municipality of Viñales. The municipality of Mantua comprises the following towns or population centers: Pino Gordo, Los Arroyos, Santa Isabel, San Ramón and Dimas. They all share the same northern border: stretches of the original rolling savannas and coastal wetlands.

In 1996, in the municipality of Mantua, the presence of cranes was confirmed, and on 17 August 1998, a flock of eight individuals was observed on the Tres Cañas farm. In addition, two songs or calls were heard.

In December 2001 and January 2002, the circuit of Macurije (91,903.2 hectares) was visited again, and 27 people who had lived in that area for more than 20 years were interviewed. It was corroborated that cranes have existed in Mantua since ancient times. According to the interviewees, flocks of six to eight individuals were observed at the Mal Paso site when there were frequent fires, in the few remaining patches of open pine or white pine (*Pinus tropicalis*) that were the original vegetation of the area. In the 1970s, this area was reforested with *Pinus caribaea* (plantations with a commercial variety). The savannas were closed, and the cranes left the place.

In the Las Menudas site, another small population of six individuals has been observed, which remains in the glades which have not been reforested, and this population is monitored with the collaboration of the Ranger Department and the technicians of the National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna. In that province, in April 2002, a juvenile was found. Its nest could not be located, and the juvenile was already flying with its parents.

During a field trip to San Diego de Los Baños, Pinar del Río, A. Rodríguez Gómez, and R. Alonso, who work at the Institute of Ecology and Systematics, reported that a pair of Sandhill Cranes were heard calling at dusk on 11 March 1999. The songs were recorded with a Senheiser microphone and a professional Sony sound recorder. At 07:10 hours on 12 March, they observed a pair of cranes flying

from the area where the birds had been heard the night before. They returned to the site on the morning of 13 March, and again a crane was heard, although they could not see it, due to the dense vegetation at that site (Rodríguez Gómez and Alonso 1999).

Threats in the province: The presence of large agricultural holdings (tobacco and *Pinus caribaea* plantations of a commercial variety), including extensive breeding of pigs (*Sus scrofa*) and cows on a smaller scale, and extensive hunting activities, some of which are legal (duck hunting) near Tres Canas, all affect this species. Currently, the area where the cranes are located is under the administration and protection of the authorities of the Forestry Agency, and hunting has been limited, due to the concerns expressed to the authorities about the critical situation of the cranes in that area (Gálvez Aguilera 2002), but, since then, the status of these small populations is unknown.

The severe fragmentation of the savannas reduced them to small spaces separated from each other, and the pressures on them are likely to hinder the growth of the small number of cranes which exist in this province in the future.

South of the Province of Matanzas: In this province, there are three historical records of cranes: two by the Zapata Swamp, and another north of Aguada de Pasajeros, in the Unión de Reyes Municipality (including the towns of Alacranes and Unión de Reyes). In October 1994, flying over Zapata and Cayo Diego Pérez, we saw cranes alone in the savanna of San Lázaro. In the 1998 breeding season, a nest was found at each of the following sites: Maniadero, Las Lagunitas, and Cayo Ocuje, near Santo Tomas. On a savanna called La Cola, about 18 km from Santo Tomás, five individuals were seen, and another was heard. When we searched the wetland, we found another nest. Here, there is a similar situation to Isla de la Juventud, as there seem to be at least two groups living in the savannas of Ciénaga de Zapata. A festival and census were held in February 1999, and it was determined that there were 120 individuals in two groups, one in Santo Tomás, and the other in the San Lázaro savanna. However, systematic monitoring of populations was not continued after those years. In 2016, the Ciénaga de Zapata was visited again, and a meeting was held with several biologists from the Protected Area (AP). Maidiel Cañizares, Maikel Cañizares, Tania Piñeiro, and Ernesto Reyes, met in order to motivate them to continue working with the cranes and try to organize a Festival in 2020 and a simultaneous census to compare the results after almost 20 years of the previous count.

Ernesto Reyes, who also works as a birdwatching tour guide in this National Park, compiled observations from recent years, which are already in EBird - Cornell Database - eBird Rank Map - Sandhill Crane (<https://ebird.org/map/sancra>). They are presented in Table 2.1.

WATCHER	No. OF CRANES	DATE	SITE	COORDINATES
Ernesto Reyes Muriñol	4	03/17/2018	El Quemado, Santo Tomas	(22.37.34 N - 81.38 71 W)
Andrew Haffeden	2	01/25/2018	Santo Tomás	
Arturo Kirckonnell	1	03/10/2018	Santo Tomás	
Ernesto Reyes	1	04/18/2018	La Salina de Brito	(22.1736, - 81 2565)
Tania Piñeiro	3	03/9/2018	Santo Tomás	
Aslam Ibrahim Castellon	1	10/31/2017	Santo Tomás	
Brigitte Arseneau	3	01/7/2017	Santo Tomás	
Maikel Cañizares	2	01/23/2017	Santo Tomás	
Chris Sharpe	2	01/30/2017	La Cuchilla	(22.1532176, -80.8253938)
Rosalie and Joette Borzik	-	2013	Pálpite	(22.3310226, -81.1793518)
Sergio Colón	1	07/22/2001	Santo Tomás	(22.406823, -81.4461994)
Lucette d Amours	1	04/01/1992	Crocodile Farm	

Table 2.1. *Antigone canadensis nesiototes* observations (EBird, Cornell) in Zapata Swamp.

The other historical record of this province was reviewed, but no cranes were seen when we flew over Aguada de Pasajeros and Alacranes to confirm Barbour's report (1943). This area is very close to Ciénaga de Zapata, also south of Matanzas, and due to its proximity, it is possible that it is occasionally used by the same population of cranes. This area should be inspected in more detail in the future through field work, to corroborate their presence, as well as in Cayo Diego Pérez.

South Matanzas Threats: Loss of open spaces due to the colonization of shrubs and tree species because of the suspension of the practice of using fire to maintain savannas for extensive livestock (*Bos taurus*) use in the 1970s. Colonization by *Galaleuca quinquernea*, an introduced species with mechanisms of adaptability to fire and great invasive power. High population of wild boars (*Sus scrofa*) and feral dogs and cats. The abundant population of Cuban crocodiles can be another pressure factor for predation.

In the north of Matanzas, the Majaguillar Swamp, like most of Cuba's wetlands, is located in alluvial plains and depressions that are subject to the influence of the tides. Although there were no historical reports, we visited that karst plain in 2000 and the undulating coast of the swamp, where there are four species of authentic mangroves and buttonwood (*Conocarpus erecta*). The pasturelands of the extensive savanna are highly degraded due to livestock overgrazing, and there are abundant covered spaces of sicklebush (*Dichrostachys cinerea*). In the Lometa reservoir,

irrigation canals for sugarcane and other crops surround the marsh edges. We estimate that at least 12 cranes live here, but it is necessary to conduct a census and monitor this population, whose number, according to the respondents, is greater than we estimate. The current status of this population is unknown.

Southern Sancti Spíritus: During the inspection of the provinces and the implementation of surveys (1994), we visited three livestock cooperatives in the municipality of Sierpe, in the south of the province. The cowboys we interviewed said they had seen cranes near the rice fields. This municipality borders on the wetlands and savannas of the southern coast. We did not visit these coastal savannas, which were heavily flooded by the recent passage of a tropical depression.

In the forestry company and in the surveys of the Flora and Fauna staff of the province, we learned that cranes had been observed in the north, in the Ciénaga de las Guayaberas, and that this fact had recently been confirmed by the ornithologist Dr. Hiram Gonzales.

Northern Sancti Spiritus: Caguanes National Park is a protected area in the central area of the Cuban archipelago, on the coast of the province of Sancti Spíritus, exactly within the northern municipality of Yaguajay. It extends over an area of 2,249 ha between islets, small cays, the main island, and the marine area. It also includes 10 small cays (called Stone Cays) as well as the practically unpopulated Guayaberas Swamp. It is located within the Buenavista Biosphere Reserve, which has also been declared a Ramsar site (Figure 2.2).



Fig. 2.2. Caguanes National Park (includes Las Guayaberas Swamp).

The first fieldwork was carried out with the support of the staff of the Jobo Rosado Protected Area, in 1994. Cranes had been living in these swamps for more than 40 years, according to surveys. The Guayaberas Swamp has an area of just 35.44 km², but the cranes can use 12.8 km² as a foraging area throughout the year. 5.29 km² are beaches, and 7.51 km² are deep marshes that flood during the rainy season. We estimate that at least 12 cranes inhabit this site. It was mentioned that the possible nesting area is in Cayo Bomba, at the other end of the coastal wetland. We inspected this cay (January 1995) in the non-breeding season and found no evidence of the previous breeding season. It was recommended that a biologist in the Protected Area, Jobo Rosado, inspect Cayo Bomba again and locate the nests during the breeding season in coming years.

Threats found. Flooded areas are claimed by the inhabitants of nearby villages to grow rice and are used to raise water buffalo (*Bubalus bubalis*) with symptoms of overgrazing. This has led to the invasion of foreign plants such as sicklebush (*Dichrostachys cinerea*) which are closing open spaces. Poaching is possible because the importance of the species is unknown. Therefore, the condition of this species is not critical but uncertain, unless rapid and serious efforts are made for its conservation. To reduce the above-mentioned pressures, the commitment of biologists and park

management was present when we showed the results (in 1994). The manual removal of sicklebush and its conversion into charcoal to be exported to Europe has raised a lot of interest (in 1997). This measure will help restore the savannas used by cranes in this swamp.

In February 1998, the festival and simultaneous count were held in Sancti Spiritus, Pueblo Yaguajay, and it is estimated that at least 71 cranes inhabit this entire coastal wetland, which includes Cayo Guayaberas, Cayo Bomba, and other small surrounding cays.

Noelia Pujol Luna (2012), with the opportunity to obtain a master's degree in Environmental Pollution, Environmental Management, and Protection of Natural Resources from the University of Matanzas, designed a management strategy for the Pantano de Guayaberas. In her thesis, the author refers to six annual, bimonthly expeditions being carried out from January through October in the years 2006 to 2011. Cranes were counted, always in the morning from 06:00 to 08:30 hours, and three fixed counting stations were placed, located at a distance of 2 km from each other in the Pantano de Guayaberas. Currently, the population of cranes has increased from 14 to 40. This figure is much lower (71 cranes) than the February 2008 count, which can be attributed to different reasons:

The counting method differs in monitoring times. Noelia counted from 06:00 to 08:00 hours, while in 2008, the count was carried out from dawn to 10:00 hours, and in the afternoon from 16:00 to 20:00 hours. At each counting station, the highest value was taken for both days (after eliminating any possible repetition).

The size of the sampled area is likely to be different. In 2008, 16 stations were established approximately 2.5 kilometers from each other, covering the entire area of wetlands and small cays, in addition to the Guayaberas during the winter season (when the water level drops in the marshes). This number of 40 cranes is more encouraging if we consider that this estimate was made in a smaller area, Guayaberas, and does not include the rest of the wetland and Cayo Bomba.

The other hypothesis to consider is that the possible differences in the individuals were caused by seasonal movements towards the wetlands north of Ciego de Ávila (they are nearby, 28-36 km). This theory should not be dismissed entirely. Technological advances in telemetry indicate that at least some individuals move between adjacent populations in non-migratory Florida Sandhill Cranes (Krapu *et al.* 2011). Although the maximum scope of the home area for the cranes of the radio-equipped population on Isla de la Juventud was 16.08 km, this aspect has not been studied for the cranes on the island of Cuba. On the other hand, between Sancti Spíritus and Ciego de Ávila, crops and livestock farms with pastures abound, but there are still small plots of savannas and wetlands which could temporarily be used for food.

The third and different variable is to assume that the population of cranes has decreased considerably in a few years. This possibility raises many questions, if we rely on what the author herself explains later. She examined each threat or problem identified eight years after the first study in 2004 and proposed actions to mitigate their effects, explaining:

“Upon analyzing the results, it is observed that the indicator of geographical coverage of the ecotone formed by the swampy pastureland and the poorly drained forest in the Cayo de Guayaberas was considered good, because it occupies 1,000 ha, which compares with that indicated by Gálvez Aguilera (2002): 1,280 ha. This indicates that the area most used by cranes for foraging has not shrunk. Another indicator that is considered good is the percentage of native plant species versus exotic species, because only 10% of the plant species in the area are currently exotic. The socioeconomic context close to Cayo de Guayaberas was also an indicator, evaluated as good. Environmental education activities were done in some of the communities closest to the site being studied. The reproduction of cranes in Cayo Bomba has also been confirmed since 2010. However, there is no mention of whether the nests are monitored and counted” (Pujol Luna, personal communication, 2012).

Many of the adverse effects found nine years ago are still present. The estimate of 40 individuals comes from the census of 12 km², and the increase was from 12 to 40 individuals in this foraging area, which suggests that the greatest probability is that the population of cranes in northern Sancti Spiritus has increased in the last decade. However, the total number of the current population is unknown. The relevance of the study was that *Antigone canadensis* was treated as a species that was "subject to conservation," to evaluate the wetland. The control measures by the author (Pujol Luna 2012) will be part of the management plan of the protected area, which has taken actions to preserve the species since the 1990s, and now, thanks to this study, they have a detailed management plan.

Current threats: The most severe ecological threats to the object of conservation (cranes) in the Cayo de Guayaberas (Pujol Luna 2012) are: misuse of the wetland as a site for the incompatible livestock practices and unfavorable grazing practices, introduction of invasive flora (weyler, sicklebush) which is still abundant, fauna—both wild (mongoose, catfish, dogs, and cats) and domestic (pigs, water buffalo)—and intensive agriculture and livestock. The following was proposed: intensify the elimination of foreign flora species such as weyler and sicklebush by hiring brigades from the livestock company, place trap cages for the capture of mongooses and stray cats; in the case of catfish, selective fishing of individuals. The design of a water buffalo capture program, an action coordinated with the Office of Integrated Coastal Management, is proposed for implementation.

Ciego de Ávila: There was only one record for this province, to the south of Júcaro. The coastal wetland to the south of Júcaro and its partially flooded savannas extend to the neighboring province of Camagüey. In November 1994, near Ciego de Ávila, six cranes were on the road which connected the people of Venezuela with Júcaro, foraging on pasture for livestock, very close to the highway (they were photographed by Antonio Perera, a member of the working group at that time). According to the interviews, for many years, they have been seen in small groups of three, six, or eight individuals, and no one kills them. They forage in pastures where cattle graze. Rangers take care of the area, although it is not under official protection.

During fieldwork in the neighboring province of Camagüey (2001), we visited the wetland area south of Júcaro, which is part of this province. On that occasion, a strong tropical storm had recently occurred and, while we could not reach the wetland, because it was flooded, we were able, in those patches of habitat which emerged, to observe the original vegetation on the savannas.

The 11 sites in Ciego de Ávila referred to in the interviews were recorded, but only two were confirmed: south of Júcaro and north of Ciudad Morón. The existence of a population which had been living in El Venero (a wetland north of Morón) was confirmed.

On 11 November 1994, we took a tour of the wetlands in the north of this province, and we saw 16 cranes in one hour in El Venero. In February 1995, 30 to 35 cranes were sighted in this same area. In visits to that area, more than 20 individuals had been observed in less than three hours on 26 February of that year. From that moment on, the protected area was declared to be under the direction of the National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna and custody was initiated in El Venero.

In the 1995 breeding season, only two chicks were seen, but in 1996, the local team was able to observe 16 juveniles and 50 adults as the result of monthly monitoring. The population estimate in this area was at least 66 individuals in 1996. The most interesting thing is that, for this area, this was not a historical record for cranes.

The monthly crane census conducted in 1998 estimated the relative abundance of the population in El Venero, with an average of 7.5 cranes per month. February, November, and December were the months with the highest presence of this subspecies, with an average of 15, 10, and 11 cranes/month respectively. In the months of June, July, and August, few cranes were observed, largely because of deficiencies in the method used during this period, when the vegetation was very high, making it difficult to detect birds from the tower. In October, only a few cranes were observed, likely due to

the rise in water levels throughout the area. Apparently, the cranes moved to adjacent habitats during this month.

Observations made by some residents of Cayo la Rosa and by the forest rangers seem to confirm both hypotheses, according to this preliminary study. First, there was a smaller population from June to August in El Venero. Second, it allowed us to verify the presence of a larger population of this species in the territory, although it was occupying other adjacent habitats, and, therefore, the counting method should be complemented with visits to the other areas.

The census conducted in 1999 yielded an average of 8.6 cranes per month and individual values for the months of January (17), February (16), March (12), July (9), and December (11). The low value observed in August-September may have been related to the occurrence of frequent noises in the area during the construction of the biological microstation which would house permanent personnel to protect the site and provide shelter for the biologists who would come to study the species. This construction possibly caused the cranes to temporarily abandon El Venero. In 2000, the estimate was 8.3 cranes/month, with January and February being the months with the highest values, 10 and 9.2, respectively. These counts are summarized in Figure 2.3.

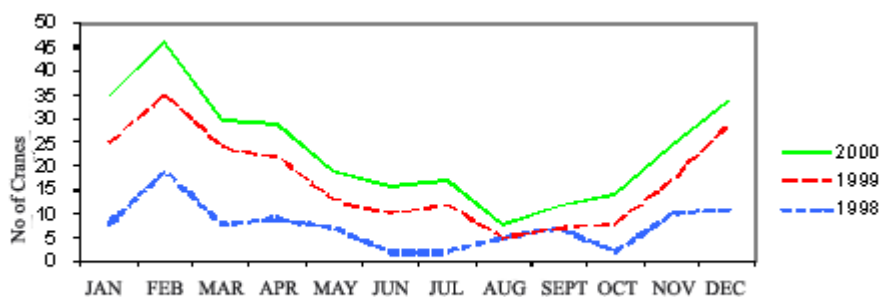


Fig. 2.3. Crane count for three years in El Venero, Protected Area.

When we visited the Manacas and Monte Malo areas in 1995, we encountered several threats: converting wetlands into agricultural land in the north of this province is one of the conservation problems in this wetland. Specifically, to the southeast of the Laguna de la Leche, there is an area of about 1,500 ha that has been intensely disturbed by a system of canals and dikes used to grow different crops that have been rotated over the years (rice, hay, vegetables). Many of these areas have been repopulated with casuarina (*Casuarina equisetifolia*), a plant that has closed sections of savanna. Water buffaloes are abundant, and their harmful effects are visible, in addition to the movement of cowboys and dogs. Sugarcane plantations on the edge of pastures provide shelter and allow the concentration of mongooses, rats, and even feral cats. The hunting of game birds is

authorized in the coastal wetland which borders this savanna, and the hunters reach El Charcazo. According to the interviewees, they do not hunt cranes and have not seen deaths due to this reason. According to interviews, there were more flocks of cranes in this area in the 1960s.

Likewise, on Turiguanó Island, crossing the entire wetland to Cunagua, we find the so-called "Cuco Dam," which regulates the flow of water at will, sending discharge into the channels which now supply the wetland. It is fitting to wonder if this will allow these wetlands, which were previously affected by several dikes, to return to their previous state. Finally, due to the changes, there are areas with permanently flooded land, leaving patches of Jamaican cladium, the predominant vegetation typical of ecosystems with seasonal wetness, which is considered useful for nesting and foraging crane chicks (Gálvez Aguilera 2002). Later studies conducted on this wetland by Ferrer Sánchez (2008) are discussed in greater depth in Chapter V.

In the results of this preliminary study, it was concluded that, during these years, the crane population used El Venero mainly as a foraging area, because during the monthly monitoring, no nests were found in 1996-1999. With a similar search effort, juveniles were observed in the groups, but they arrived to forage together with their parents.

When the breeding season begins, the number of individuals decreases, as they apparently move to adjacent areas to build their nests. At the end of the breeding season, they return to El Venero, where they remain with relatively constant numbers, until November, when the number of cranes increases, unless the area is disturbed by inclement weather, which occurred in December 1997 and November 2000.

In 2002, during the breeding season, a nest with a chick was found in the El Venero area, which suggests that it is within the nesting habitat, but it does not appear to be the primary site.

In later years, more exhaustive studies were carried out (Ferrer Sánchez 2008; Ferrer Sánchez *et al.* 2009, 2010, 2010a, 2016, 2017a, 2017), the preliminary hypothesis was not confirmed, and El Venero turned out to have the highest number of nests found (See Chapter V and Chapter VIII).

This is explained by the combination of several factors that have gradually influenced this wetland. The Great Northern Wetland of Ciego de Ávila (GHNCA) extends through the swampy area near the coast, from the municipalities of Bolivia, Primero de Enero, Morón, and Chambas. To the south of Morón is the underground or geological basin and the surface of the streams Calvario, Naranjo, La Yana, Robles, and Cimarrones and several sub-basins that are tributaries of it.

The wetland has undergone human transformations since the first half of the 19th century, when the Chicola canals (from Laguna de la Leche to the inlet with good views) and the Júcaro canal (from Morón to Laguna de la Leche) were built, for the sole purpose of transporting coal and sugar.

Then, at the beginning of the Revolution in 1959, the effects continued with the construction of roads and drainage systems. At the end of the eighties, several hydraulic constructions were made within the wetland itself, such as the closure of Puente Largo, the Chicola dam, the closure of the Ciénaga del Socorro, Laguna de La Leche, and Ciénaga de La Redonda. The physical units that were formed from the presence of these civil and hydraulic projects constituted the theoretical basis for the determination of five hydrological zones (A, B, C, D, and E), which determine, at will, the entry and exit of water in the ecosystem (Vidal Olivera and Gonzales-Abreu 2013). See Figures 2.4 and 2.4.a and 2.4.b.



Fig. 2.4. Hydraulic and civil works in the GHNCA and hydrological zones surface waters towards the Great Wetland in Northern Ciego de Ávila, the surface waters of several watersheds are controlled: La Yana, Calvario, Naranjo, Cimarrones and Oaks and 6 drainage sub-watersheds.

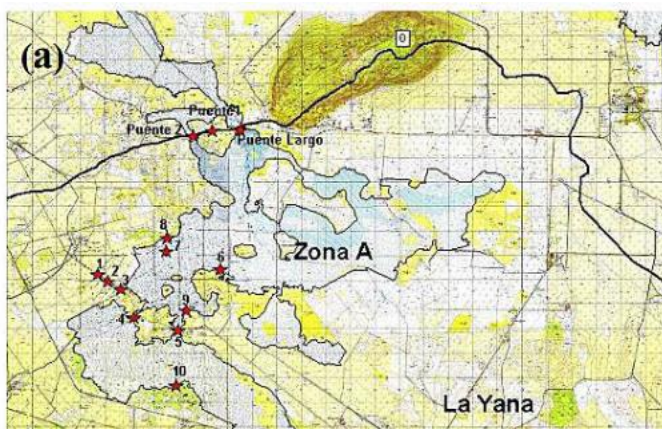


Fig. 2.4.a., 2.4.b. Water transfer points within zone A, to El Charcazo. Photograph of El Venero.

The surface runoff of the Judas or Cunagua mountain ranges and all the surface currents of the La Yana basin drain through the gate systems of Puente Largo, Puente 1 and Puente 2, near the hydrological Zone B, and then to Zone C through a system of pipes located in the transfer channel between La Redonda and La Leche lagoons. This transfer is open.

When the La Ronda reservoir reaches heights above 0.5 m, it begins to flow towards La Leche lagoon. When it overflows, abundant water reaches Zone A - El Charcazo Wetland - during the

rainy season, and dissipates, depending on the absorption capacity of the water table. In the dry season, the floodgates were opened for the irrigation of sugarcane and other crops. El Charcazo remained flooded in both seasons.

Sugarcane planting increased in the late 1960s and mid-1970s. This led to the opening of floodgates during the dry season, mainly to irrigate sugarcane plantation areas, although rice plots and other crops also benefited from this action (in the Manacas area and other parts of the wetland). In El Venero, the small channels poured mainly directly over the area, keeping it flooded most of the year.

In 2002, the Chamba and Primero de Enero sugar mills were closed, and sugarcane crops were abandoned, leaving large amounts of water for irrigation.

Today, according to hydraulic engineering studies carried out by Vidal Olivera and Gonzales-Abreu (2013), "the rivers and streams that make up these watersheds only drain during the wet period in the presence of heavy rainfall, after saturating the water table or the passing of large water currents caused by extreme weather events". Therefore, El Venero currently depends mainly on the annual rainfall regime and is recovering its status as a seasonally flooded wetland.

We consider this hydrological change to have influenced the transformation conditions, so that El Venero in the early 1990s was primarily a crane foraging area (Gálvez Aguilera 2002) and today, is mainly a nesting site (Ferrer Sánchez 2008, Ferrer Sánchez *et al.* 2010, 2017). The closure of the processing plants and the abandonment of sugarcane production have benefited the El Charcazo wetland, and specifically El Venero. Cranes also benefited in the other nesting area, in Manacas, because sugarcane seedlings served as a hideout for large concentrations of rats, mongooses, and wild cats; today, they tend to be on the decline, due to the gradual disappearance of abandoned sugarcane plantations.

However, it must be taken into account that this damage to the watersheds has long affected both the surface runoff from the basin and the water table, due to excessive use. Prolonged droughts associated with climate change could reverse the favorable change mentioned above, if management plans are not reconciled with the Ciego de Ávila Water Utilization Company (EAH CA). It will be necessary to open the gates and supply an adequate volume of water into the channels that flow into the wetland, in the stage prior to crane reproduction, if there is a prolonged drought in any given year.

Another factor that must have influenced the concentration of nests in El Venero is the more direct protection and custody over this area than over Manacas, in addition to the use of controlled fire, buffalo extraction, and a sustained environmental education program in nearby communities.

This constitutes a palpable example of how the damming of rivers can affect a species such as the crane, which depends on the water conditions of the wetlands where it lives. As in Ciego de Ávila, other wetlands in Cuba are subject to modification by reservoirs in many watersheds. For example, the Majaguillar Swamp, in the province of Matanzas, is another that depends on the irrigation channels of the La Lometa dam.

Camagüey: in this province, this species has been reported in Lesca, specifically in the San Felipe Plateau, Cayo Romano, and the southern wetlands, adjacent to Júcaro.

The San Felipe plateau is bounded on the north by the eroded plain in the center of Camagüey, to the south by the Pontezuela reservoir, to the east by the aforementioned plain, and to the west by the El Porvenir reservoir. The topography is characterized by different heights, such as Loma San Felipe, at 176 m above sea level, and others in its vicinity around 200 m above sea level. The cranes live in the center of the plateau, where the savannas are temporarily flooded. Formerly, they were easily observed on the savannas of Lesca, below the plateau, but human disturbance drove them away, although they occasionally forage on it, despite the disturbance.

This plateau was visited and some respondents thought there were fewer cranes in recent decades; however, at the time of our arrival, six cranes were seen flying. The floods caused by a recent tropical storm did not allow the site to be evaluated, but the presence of these birds was confirmed.

On a second visit to San Felipe, on 3 September 2001, eleven adult cranes were counted, one juvenile was observed and another was heard singing and, in March 2001, three chicks (according to the ranger corps) had been found.

Although the San Felipe Plateau is not a protected area in the province of Camagüey, the proposal to preserve part of it was presented to the Council of Ministers of the Republic of Cuba, but it is not yet officially approved. The ranger corps and the Ministry of Agriculture keep the cranes under protection.

The main threats are possible mining exploitation in the near future, given that the highlands have nickel deposits that can be exploited, in addition to the presence of feral dogs, which we saw on our last visit to that area.

The plateau has been the subject of attention for botanists since the 1980s: Catasús (1985), Méndez (1994), Méndez *et al.* (2003), (in Barreto, *et al.* 2008) revealed parts of its natural values. In the description of the vascular flora of the San Felipe Plateau, Province of Camagüey (Cuba) for conservation purposes by Eddy Martínez Quezada (2010), the author found 19 unknown species in the plateau, 11 of them with unrecorded genera and families, so they constitute new reports. Five percent of inventoried plants are endangered (30 species). Species that are classified as Critically Endangered (four) and Endangered (15) are of concern, although there are also others classified as Vulnerable (seven) and Low Risk (four). The ones that are in the temporarily flooded savanna, in the shrub savanna, and in the savanna with palm trees, which are also crane habitats, are considered the most important. In 1997, the proposal to consider the plateau as a Managed Flora Reserve was presented during the 2nd Workshop on Protected Areas, held in Ciénaga de Zapata (Barreto *et al.* 2008). During the Festival of Cranes and Simultaneous Count in 2003, the environmental education campaign carried out educational activities, informing residents of the importance of the existence of cranes in the San Felipe area. A population of 12 individuals was counted.

The second site in the province where there is a report is Romano Cay. Three respondents reported that the cranes were in the hard-to-access natural savannas—it was not possible to reach them, due to the recent floods—but said they had existed in these places for more than thirty years. One respondent stated he saw 16 cranes in the dry season in 1993 and mentioned that the cranes shared habitat with the wild horses living in Romano Cay. The savanna within the Cay is a pristine, well-preserved place, without human disturbance, and can only be reached with great effort in the dry season. This population is in an unknown condition, and this report should be verified.

In addition, there is a need to review the southern part of the wetland which extends to Júcaro. When we visited this part of the wetland (September 2001), there had recently been a strong tropical storm, which prevented us from seeing it because it was heavily flooded, but very close to the fort at the historic Júcaro-Morón Crossing, cranes can be observed, according to respondents.

Granma Province, Birama Swamp: In this province, 35 census interviews were carried out by personnel of the protected flora and fauna area, rice producers in 1995, and five people who reported seeing cranes in the Birama Swamp.

Ciénaga de Biramas is the second largest wetland in Cuba, located in the eastern region of the country, in the delta of the Cauto River, in the province of Las Tunas. The Cauto River is the largest in Cuba. It runs through the area called Valle del Cauto and flows into the sea at the coast. The swamp is home to a large population of crocodiles. It is estimated that more than 130 species of birds live in this wetland (Denis Ávila *et al.* 2005), and many of them have large populations.

Flamingos are one of the species that remain in the swamp to forage and reproduce. It is estimated that 50,000 people live in the Delta of the Cauto (CNAP Archive 2012-2016).

In 1994, through censuses on cranes, it was reported that, at least during the breeding season of that year, two cranes were sighted flying near the Leonero Lagoon. However, during an aerial inspection, we did not find them in this area.

Dr. Dennis Denis Ávila (2015), in his study, "Multitemporal Landsat image analysis to evaluate variations in the coverage of emerging vegetation in the Leonero Lagoon from 1978-2009", says that the vegetation cover is one of the most important elements which determine the composition and structure of the waterfowl communities that make use of the reservoir. Its surface is a habitat for numerous aquatic species, but its bird lists do not include any observations of cranes. He mentioned other authors: Montanez *et al.* (1985) and Acosta and Mugica (1994), who have described 97 species, 28 of which reproduce within their limits. Some bird species use vegetation at the edges of the Leonero Lagoon, and 17 of them build their nests on floating vegetation (Denis Ávila 2015). Cranes do not appear on any of the bird lists of the authors mentioned above. It is very unlikely that recognized ornithologists would not have seen cranes in so many years of sampling if they lived in this wetland. We believe that cranes do not currently inhabit this wetland. Please see Figures 2.5.a. and 2.5.b..

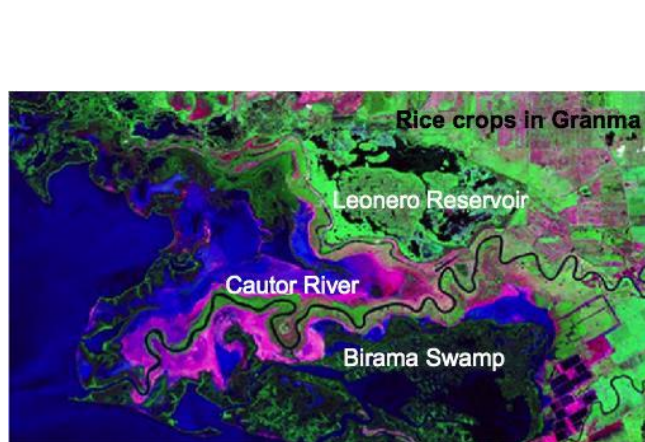


Fig. 2.5.a. Satellite image of Birama Swamp.

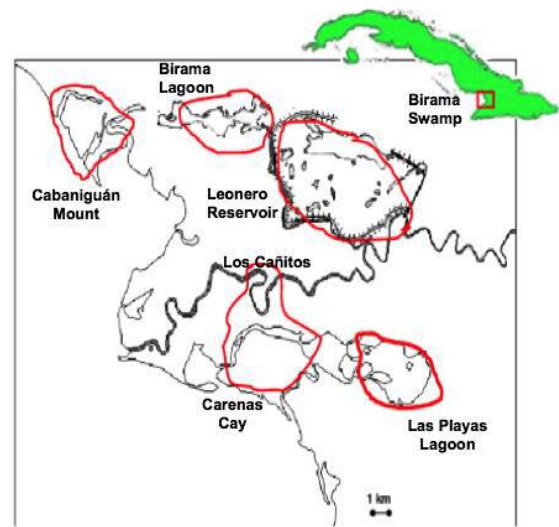


Fig. 2.5.b. Birama Swamp by Ávila, 1978-2009.

The same interviews conducted in 1994 indicated that, in 1970-1980, a group of cranes was sighted near the town of Palo Seco, but in 1985-1988, only two pairs were detected, and currently, no

cranes are seen. Likewise, in the savannas and wetlands of the Sábalo River, near the town of the same name (20 km from Leonero), eight individuals were observed in 1990-1992. On subsequent visits (1999) to these sites mentioned above, local flora and fauna specialists also found no cranes.

Ernesto Reyes Muriño, a field biologist specializing in birds of Cuba (personal communication), has reported that, in 2016, an American birdwatcher, Azure Kurth, from Arcata, California, with experience in crane sighting in their country, reported having seen eight to nine specimens in Yara, and also in the province of Granma, but far from Birama. This is a new report on the Cuban Sandhill Crane to be verified (Figure 2.6).

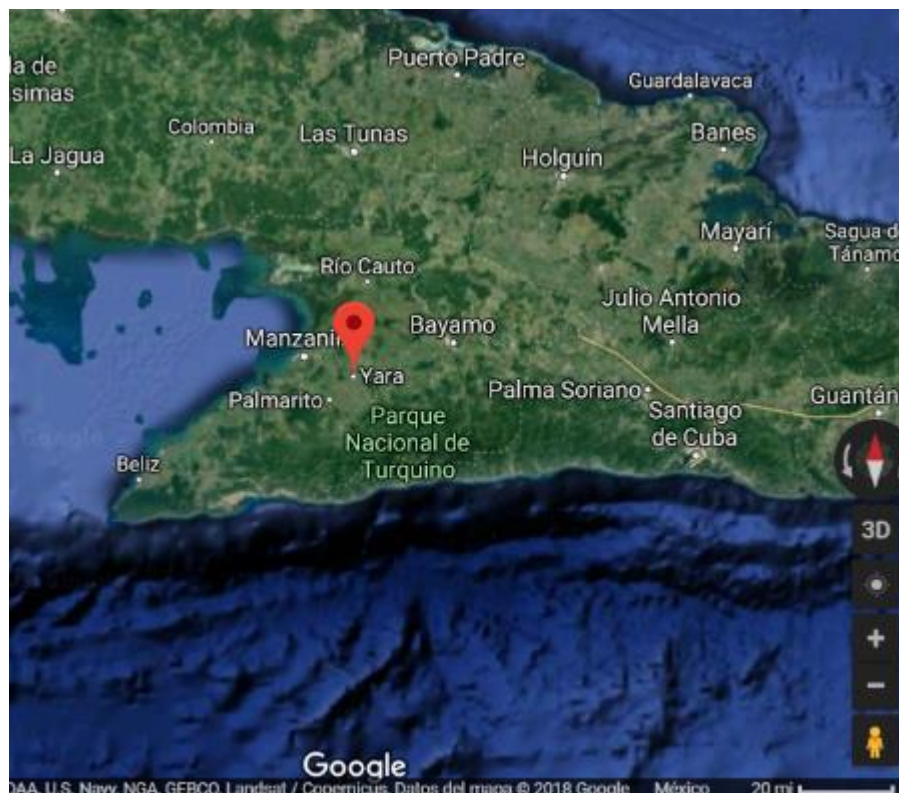


Fig. 2.6. New report (2016) to be confirmed in Yara, Granma province.

Isla de la Juventud: This is the site where this species has been mentioned the most times in historical records. In December 1995, a simultaneous census was carried out, and eight subregions were defined to cover spaces that are not plantations, which have a possibility of being visited by cranes. Gálvez Aguilera *et al.* (2001) estimated that there were at least 115 cranes on the island, basically divided into two groups, located in the Itabo-Los Indios drainage basin, near the ecological reserve, including Los Indios, and extending to Siguanea-San Pedro, Buena Vista,

Esperanza-Demajagua, and Santa Bárbara. These areas are used for food and nesting. The other group exists in the areas known as Sabana Grande, Atanagildo, Libertad, and La Reforma, where they only forage. However, in winter, some flocks also visit the area of La Fe, which confirms that cranes still live in the areas reported in the twentieth century by Bangs and Zappey (1905), Read (1913), and Walkinshaw and Baker (1946). They have restricted their distribution to flat, open areas north of Ciénaga de Lanier, within the triangle composed of Santa Bárbara, Los Indios, and Santa Fe. Walkinshaw (1953) described the distribution on the Isla de la Juventud as encompassing the region north of Ciénaga de Lanier from Siguanea to the west and east to La Pasadita. García (1987) reported that they extended to Sabana Grande. However, since the last century, they have retreated from those areas and moved closer to the coast, due to the expansion of crops. In La Fe, only a few flocks forage, as shown in (Figure 2.7).

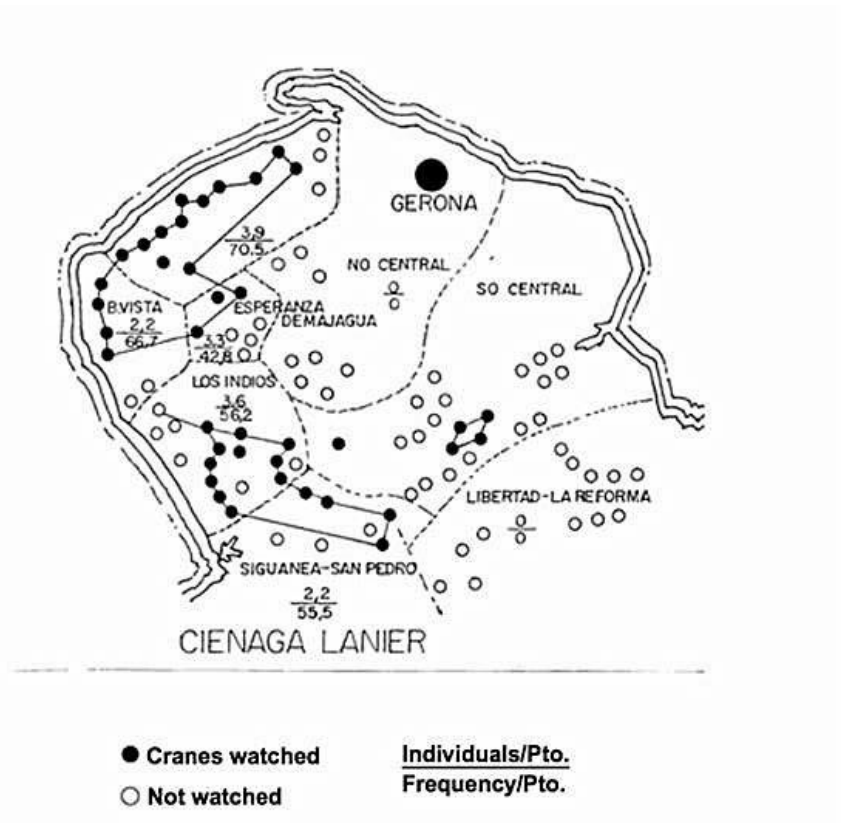


Fig. 2.7. Presence and absence of cranes in the established regions for the census.

In 1998, another census was conducted, using the same stations that had been georeferenced since 1995, and it resulted in an increase in flocks.

General Discussion

According to the surveys, all of the crane populations have lived in these places for more than 30 years.

Of the current populations of cranes living in the Cuban archipelago (Figure 2.8, Table 2.2), three live in white sand savannas, six in marshy savannas and swamps in southern Cuba, and four in savannas and swamps to the north. In terms of their conservation, eight live in protected areas of the National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna, and the populations in Guane, in the province of Pinar del Río, and Lesca, in Camagüey, are being cared for by the Ranger Department.



Fig. 2.8 Sites where populations of the Cuban Sandhill Crane were found in 2017.

Province	Geographical area	Populations	Cared for by	Population Condition as of 2002	Population from 2002-2017
Isla de la Juventud	Los Indios	2	ENPFF	Increasing	Increasing
Pinar de Río	Mantua	1	Forest Guard Corps	Stable	Unknown
	Consolation del Sur	1	-	Probably extirpated	Probably extirpated
	Los Palacios, en San diego de los Baños	-	-		Two cranes observed. 1994 population No confirm
Matanzas Zapata Swamp	Majaguillar Swamp	1	ENPFF (AP)	Unknown	Unknown
	Santo Tomás	1	EFI / (AP)	Stable Unknown	Unknown
	San Lázaro	1	EFI / (AP)	Stable Unknown	Unknown
Sancti Spiritus	Guayaberas Swamp	1	ENPFF (AP)	Stable Increasing	Stable Unknown
Ciego de Ávila	Northern Ciego de Ávila	1	ENPFF (AP)	Increasing	Increasing
	South of Júcaro	1	ENPFF	Unknown	Unknown
Camaguey	San Felipe, plateau	1	Forest Guard Corps	Stable Unknown	Unknown
Granma province	Yara	-	-	-	New report Population Unknown

Table 2.2. Situation of the Cuban Sandhill Crane in 2002 and current situation (2017).

Until the studies carried out in 2002, 41.6% of the populations were considered stable and 25% were increasing; the rest were in an unknown condition (two populations) or their residence in the area was not confirmed (one population). 58.3% live in protected areas.

In 2017, only two populations are clearly on the rise (Isla de la Juventud and Ciego de Ávila). In Pinar del Río, two cranes in the municipality of Los Palacios in San Diego de los Baños, were observed in 1994, and may constitute a new subpopulation to be confirmed, and in Mantua, the status of the population is not known. In the north of Sancti Spiritus, it may have increased, but the figure is not known. The population in Ciénaga de Zapata on Santo Tomás is probably stable, according to frequent birdwatcher records in recent years, but the population is not being monitored, and we

cannot say for sure. The status of the rest of the populations is unknown and they have not been visited since 2002. The population of Birama has been eliminated, for the reasons explained above. However, a new report from Yara, Granma province, in 2016, should be verified. In the past, harassment was greater due to hunting in Pinar del Río and Isla de la Juventud, compared to central and eastern Cuba, where there is a widespread legend about the punishment suffered by those who eat crane meat. But even so, isolated events have been recorded in Ciego de Ávila, Sancti Spiritus, and Ciénaga de Zapata.

2.3 Counts at simultaneous stations in four population centers of the country

At the four sites where the largest populations of Cuban Sandhill Cranes live (north of Ciego de Ávila, Ciénaga de Zapata, Isla de la Juventud, and Ciénaga de Guayaberas), the same crane counts were organized using simultaneous stations. Mass participation by local residents was part of the implementation of an educational campaign to protect birds and their habitats. At each counting station, visual and auditory records of cranes were taken whenever these species were present at – or in the vicinity of – said stations, depending on their foraging site; however, auditory records were not taken into account for the analyses. Eleven counts were performed, from February 1995 to 2002, including two for each of the four sites studied (Table 2.3).

Site	Date	No of counts
Isla de la Juventud	17/12/95	1
Northern Ciego de Ávila	22-23/02/97	2
Las Guayaberas Swamp	07-08/02/98	2
Isla de la Juventud	14-15/11/98	2
Zapata Swamp	06-07/02/99	2
Northern Ciego de Ávila	09-10/02/02	2

Table 2.3. Places and dates of Cuban Sandhill Crane counts.

Simultaneous census on Isla de la Juventud in 2005. This was the first simultaneous census of crane populations. On this occasion, the census included the population of the Cuban parrot. Twelve International Crane Foundation staff and ten US parrot lovers from the US and the Bahamas joined the eighty-three inhabitants of La Victoria Town, on December 17, 1995 from 05:00 to 10:00 hours, to conduct the census.

Hundreds of people from neighboring towns and Girona, the capital of Isla de la Juventud, joined the popular closing festival. The result of the census was 115 cranes and a population of 695 parrots. Of the 98 counting stations, cranes were detected at only 38 (38.7%). The total number of animals counted was 115. This figure is very close to that indicated by Johnsgard (1983) of 100 cranes for this subspecies on Isla de la Juventud. The median number of individuals observed per counting station was two, which coincides with the well-known fact that this species is almost always observed in pairs. The minimum number of individuals observed per counting station was one and the maximum was eight.

Although the total number was 124 cranes, the real number is only 115, as, on nine occasions, the birds may have been counted twice. A total of 51 pairs were observed, which points to a breeding adult population amounting to about 100 individuals. When analyzing the abundance of cranes by subregion, it is observed that the area with the highest number of observations and most occurrences is Sabana Grande, a sparsely inhabited area dedicated to livestock; there are also two very anthropogenically affected areas where this species was not observed (Tables 2.4 and 2.5). The area of Los Indios, where there is a wildlife refuge for this species, had a large number of individuals per counting station, but little presence at the stations themselves. Cranes which were heard were not taken into consideration for this analysis.

Sub-region	N	Cranes/station (average)	Occurrence/ station (%)
West Port - Sabana Grande	17	3.9	70.5
Buena Vista	16	2.2	66.7
Esperanza - Demajagua	7	3.3	42.8
Los Indios	16	3.6	56.2
NW Central	8	0	0
SW Central	21	3.0	23.8
Siguanea - San Pedro	9	2.2	55.5
Libertad - La Reforma	14	0	0
Total	98	3.0	38.7

N = Number of counting stations

Table 2.4. Number of cranes per counting station, according to sub-region Isla de la Juventud, 17/12/95.

Sub-region	Area (km ²)	Predominant Soil	Predominant Relief	PREDOMINANT VEGETATION			
				Pine Forests	Pinewood and Palms	artificial grass	Gallery forest and Crops
West Port Sabana Grande	71.6	A	L	O	O	+	+
Buena Vista	17.3	A	L	O	+	O	O
Esperanza Demajagua	34.6	F	U	+	O	O	O
Los Indios	116.0	A	L	+	+	+	+
NW Central	70.7	F	U	O	+	O	+
SW Central	106.1	F	U	+	+	O	+
Síguanea San Pedro	82.2	A	L	+	+	+	+
Libertad La Reforma	145.0	F	L	O	O	+	O

A = Sandy soil

L = Flat relief

+= Predominates

F = Ferrous soil,

U = Undulate relief

O = Scarce or null

Table 2.5. Characteristics of the subregions where the crane count was carried out on Isla de la Juventud.

The ecological factors that favor the abundance of cranes in their trophic areas during the dry season are apparently sandy soils, with little relief near mangroves, absent of closed pine forests, and forests and presence of crops and savannas with artificial grasses as predominant vegetation (Table 2.6).

Variable	Condition	
	Favorable	Unfavorable
Sandy soil	Predominant (1.8)	Scarce (1.0)
Flat, floodable relief with mangrove swamps	Present (1.8)	Absent (1.0)
Pinewoods and forests	Absent (2.1)	Present (1.3)
Pinewoods with Cuban belly palms	Absent (2.1)	Present (1.3)
Savannas with artificial pasture	Present (2.0)	Absent (1.2)
Crops with gallery forests	Present (1.6)	Absent (1.4)

Table 2.6. Ecological factors that favor the abundance of cranes in the north of Isla de la Juventud. The abundance of cranes per counting station is shown in parentheses for each condition. Favorable condition: high count values; unfavorable condition: low count values.

We think that the population on Isla de la Juventud, according to 20 surveys out of the total carried out, has moved to the wetlands adjacent to the coasts, due to agricultural (mainly citrus) and livestock activity which modified the extensive original savannas with Cuban pines and palms, which were more widespread before, and, to a lesser extent, due to poaching.

The lack of awareness of the importance of this species and its habitat was amply corroborated by 70 surveys conducted before the educational campaign. We learned that, in past years, the inhabitants of the island had the habit of keeping cranes as pets and hunting them for food.

Count in 1998 on Isla de la Juventud. The count was repeated to evaluate the results of the environmental education program in the region, as well as the results of the crane conservation program, by comparing the population numbers of both counts (1995 and 1998).

This time, based on our knowledge of the previous count, we established only 52 counting stations, out of the 98 used in 1995, still covering the same area of 643.5 km². On 14 and 15 November 1995, two counts were done, one at sunrise and one at sunset. Table 2.7 summarizes the main parameters of the two mass crane counts which we will call Isla (I) for the first count in 1995, and Isla (II) for the count in 1998.

Parameters	Isla (I)	Isla (II)
Date	Dec/95	Nov/98
Number of stations	98	52
Stations + (%)	38 (38.7)	32 (61.5)
Individuals/station	3.2	5.3
Amplitude	(1 – 8)	(1 – 22)
Total cranes	115	171

Table 2.7. Parameters of simultaneous cranes counts for two years on Isla de la Juventud.

The percentage of stations with records of cranes was higher in the 1998 count. The second morning census was higher (148 cranes) than the first afternoon census (78 cranes).

Total population estimates show discrepancies between the two years, which is because, when a single count is performed, a lower total population estimate is obtained than the combined estimate of the two counts. Based on that, the data cannot be compared; however, morning counts can be compared. Knowing that 115 cranes were estimated in the Isla (I) census, when compared to the estimate of 148 in 1998, an increase of 33 cranes was observed, which represents an increase of 9.6% over three years. We consider the estimate of 171 on Isla (II) to be more accurate as it is based on the two counts together, which is a better estimate than one.

The distribution of individuals per counting station also showed differences between counts, indicating slightly different clustering dynamics for both.

The analysis of the data from the two counts, between which there is a time span of three years, makes it possible to evaluate the dynamics of the abundance and spatial distribution in that period within the basin and the area of Sabana Grande. To do this, we divided the work area into the same large areas as in 1995 and compared the total number of cranes monitored per area. Here, we only used the morning count carried out in 1998 in the analysis. We found that the cranes remain in the same areas, except for those that were heavily flooded. They did not disperse. It was possible to determine that at least 30 pairs existed within Los Indios Reserve during this count.

Count in the north of Ciego de Ávila 1997. In this area, two population counts were carried out, one in 1997, and the other in 2002. Table 2.8 shows the results of the distribution frequency analysis and the number of cranes per counting station on 22 and 23 February 1997. Approximately 57% of the counts detected one to five cranes per station, and it was also the modal value. Therefore, this species was detected in 32% of the stations, with an average of 6.7 individuals per station, a minimum total population of 102 individuals estimated in the region.

Classes individuals/station	N	%
1 - 5	12	57.1
6 - 10	3	14.3
11 - 15	3	14.3
16 - 20	3	14.3

N = Frequency of classes

Table 2.8. Frequency of cranes per counting station in wetlands in the north of the province of Ciego de Ávila.

The wetland known as El Charcazo, which includes El Venero, Pelegrín, Cayo la Rosa, Cayo Ocuja, Cayo Pariente, and Cayo Toro, had the highest concentration of cranes. The area it covers is approximately 2,000 hectares, which could be dangerous, because it is a small space.

The repeatability rate of the count for this species was 75.8% (Table 2.9). This indicates that the counts were efficient and possibly show the loyalty of this species to this site. As for the numerical agreement rate, it also had an acceptable value (around 70%). This value indicates that cranes not only have a high probability of being seen at the census site (repeatability rate of the count) but that there is also a high probability, about 70%, that the number of individuals observed in one count does not differ from the next by a number greater than five.

Parameters	Ciego de A (I)	Ciego de A (II)
Date	02/97	02/02
Number of stations	40	32
Stations + (%)	42.5	50.0
Individuals/station	6.7	6.5
Amplitude	(1-20)	(2-18)
Total of cranes	102	101
Distrib. of individuals/count (%) (1 – 5 individuals/station)	57.1	43.8
Count repeatability	75.8	90.0
Numeric concord of counts	69.2	71.4

Table 2.9. Shows the comparison between two crane counts in the savannas in northern Ciego de Ávila, over a period of 5 years.

Although the number of individuals per station counted in 2002 was lower than in 1997, this was offset by a higher percentage of positive stations and greater repeatability of counting (suggesting that, at the 2002 count, the cranes were more clustered) which caused the rest of the parameters to be very similar. The total crane estimate was virtually identical, (101) indicating that here, unlike Isla de la Juventud, that the crane population has remained stable for the past five years.

The count in the north of the province of Sancti Spiritus: two counts were conducted, on 7 and 8 February 1998. The crane population of the northeastern province of Sancti Spiritus uses most of the coastal wetland—the wetlands were all commonly called Guayaberas. They use two separate areas within the wetland: Pantano de Guayaberas, used for food, and Cayo Bomba, for breeding. In the dry seasons, they can also use part of the deeper marshes, in the emerging dry spaces, when the water drops. Today this wetland is located in the Caguanes National Park.

A total of 58 individuals were observed at census stations. Taking the highest values of the counts in each station, and after eliminating all the ones which had a possibility of having been counted multiple times, the estimated result was 58 individuals. It might be believed that this was more likely because of the size of this population, based on the results of days seven and eight. However, three flocks composed of four, six, and a lone individual were seen flying towards the station, at the times of 09:15, 09:25, and 09:31 hours, respectively, but never quite reached the census station. They were heard as they soared down, very close, into a small intertidal space separated from Station No 16 by a dense mangrove before Cayo Bomba, but very close to it. They were heard singing and were seen again when they flew out to sea, 11 minutes after their arrival. In this case, we considered 71 individuals as the total figure, adding these records, since, in the analysis of the direction and time of arrival of the cranes to the rest of the stations, there was no coincidence that made us think that this was a repeated observation.

This would result in a relatively high density ranging from 4.0 to 4.5 individuals per km² of usable land within the wetland.

Count in Ciénaga de Zapata. Two counts were carried out on this wetland, on 6 and 7 February 1999. On the afternoon of 6 February, fewer individuals were detected than on the morning of 7 February (65 and 89, respectively), a result similar to that obtained on Isla de la Juventud and Ciego de Ávila. Taking the highest values of the counts in each station and after eliminating all those which had the possibility of having been counted more than once, the combined estimated results were a total minimum population of about 120 cranes.

The number of positive stations was higher in the morning than at sunset, with 73% of the 26 stations that were used being positive on both days. This combined value is relatively high and indicates that the cranes in the counting area are abundant at randomly chosen stations.

There are no significant differences between the mean values of individuals per counting station seen in the morning and those observed in the afternoon (5.9 and 5.3, respectively), nor between the ranges (1-20 and 1-21), whose values reaffirm what was said about the size of the flocks. The modal value of the number of individuals per counting station, as in other sites, was 57.1% for observation stations that saw from one to five cranes. The repeatability of the count was 61.5% (26.9 + 34.6) for the first and 34.6% for the second.

The numerical agreement rate, which records the percentage of successive counts (two in this case) in which the numerical difference in the number of animals recorded is equal to or less than five, indicates the stability of the detected groups. For the Zapata Swamp, this rate was 64%, which is a relatively high value, if we consider that the counts were made at different times.

Among the keys south of Cayo de Zapata is Cayos Diego Pérez, where there is the Historical Report of Barbour (1943). We did not visit this area, but it is less than 300 linear meters away from where cranes were observed. It is possible that cranes may move there, if there is still suitable habitat. It would be desirable to confirm this historical record in the future.

2.5. General Discussion

The population of Isla de la Juventud was the largest, then that of Ciego de Ávila, Ciénaga Zapata Swamp, and the smallest population of the four which were surveyed was that of Ciénaga.

The populations of Isla de la Juventud and Zapata showed a different degree of dispersion than those of Ciego de Ávila and Guayaberas.

The populations of Ciego de Ávila and Las Guayaberas are both located in the same swampy, marshy savannas and these populations are highly concentrated due to land use by farmers and ranchers who have only left small, fragmented natural wetlands for the use of the cranes. However, in Zapata Swamp and Los Indios (Isla de la Juventud), where there is little agricultural activity, while the savannas are of different origin (in Zapata they are sedimentation savannas and Isla de la Juventud has silica sand savannas), there is a greater dispersion and abundance of cranes, which could indicate that this type of savanna could influence it.

In line with the above, the extreme values for the percentage of positive stations and the distribution of counts of one to five cranes occur between Isla Zapata and Guayaberas.

Following the same trend from highest to lowest population, there is a steady increase in the number of cranes per station which is interpreted as being caused by a higher concentration of cranes at the counting points, considering the smaller population size.

The total number of cranes counted in these four populations was 463 individuals (170 on Isla de la Juventud, 102 in Ciego de Ávila, 71 in Sancti Spiritus and 120 in Ciénaga de Zapata (Table 2.10)); however, we estimate at least 550 as the total number, according to the following considerations:

Cranes observed and counted during fieldwork in other provinces:

- 14 in Pinar del Río (eight in Tres Canas and six in Las Menudas)
- 12 in the north of Matanzas (Majaguillar)
- Six in the south of Ciego de Ávila (Júcaro)
- 12 (six pairs in the Plateau of San Felipe in 2001, confirmed in the festival and census in 2003)

	Sites			
	Isla de la Juventud	Zapata	Guayaberas	Ciego de Ávila
Date	11/98	02/99	02/98	02/17
No of stations	52	26	16	40
Stations + for cranes %	61.5	73.0	50.0	42.5
Cranes/stations and amplitude	5.3 (1-22)	6.3 (1-21)	9.1 (4-16)	6.7 (1-20)
Total of counted individuals	171	120	71	102
Distribution of count 1-5 (%)	68.7	57.1	37.5	57.1
Repeatability +/-	20.8	34.6	31.2	15.8
Repeatability 0/0	37.5	26.9	50.0	60.0
Total	58.3	61.5	81.2	75.8
Numeric concord	53.1	64.4	80.0	69.2

Table 2.10. Characteristics of the mass counts of the Cuban Sandhill Crane on four sites.

There would be 44 cranes counted which add to those of the four previous populations, for a total number of 507 individuals. As explained above, auditory records were not factored into the counts. However, for the estimate of the population of *A. c. nesiotus* for the country, if they were considered:

- On the island in 2008, 16 vocalizations were heard at nine counting stations.

- During the census in Ciego de Ávila, eight vocalizations were heard at eight stations.
- In the Zapata Swamp, seven vocalizations were recorded at five stations.
- In the census of Sancti Spiritus, five vocalizations were recorded at five stations.

Additionally, in the province of Pinar del Río, four individuals were heard (two in addition to the six observed in Tres Canas, and two vocalizations were recorded in Los Palacios) and in the San Felipe Plateau, during the census, one was heard.

This figure, 550, is much higher than that recorded for the Mississippi subspecies (*A. canadensis pulla*) of 102 individuals provided by Nesbitt (1994), but is lower than that recorded for the Florida subspecies (*G. pratensis*) of 4,000 individuals (Lewis 1977; Williams 1978), and 4,594 individuals (Nesbitt and Hatchitt 2008).

This places our subspecies in an intermediate position in terms of abundance when considering the sedentary subspecies of *A. canadensis*.

However, the great pressures on their habitat give the Cuban Sandhill Crane population heightened attention.

THE CUBAN SANDHILL CRANE ON ISLA DE LA JUVENTUD

A vegetation map was developed to classify 11 habitat types within the Itabo-Majagua-Los Indios watershed on Isla de la Juventud. Eleven cranes were captured and banded with a set of four colored plastic bands for individual identification and to study their reproductive behavior. Ten of those cranes were equipped with radio transmitters for continuous tracking. After releasing the captured cranes, simultaneous 24-hour triangulation was done for a group of four cranes per day. Cranes used all defined habitats except dense pine forests. Cranes used habitats in different ways, depending on site conditions and the breeding season. The protected Ecological Reserve within the basin was the area most used by cranes during the breeding season.

Xiomara Gálvez Aguilera
Vicente Berovides Álvarez
Felipe Chávez Ramírez
José Rivera Rosales
Leandro Torrella Prieto

III. THE CUBAN SANDHILL CRANE ON ISLA DE LA JUVENTUD

Introduction

Walkinshaw (1953) made the first studies of the ecology of the Cuban Sandhill Crane. During the 1950s, in the Isla de la Juventud protected area, studies on ecology were initiated, which are shown here in detail, and were the basis for subsequent studies in other Cuban sites.

3.1. Study Area: Hydrographic Itabo - Majagua - Los Indios Basin and Los Indios Ecological Reserve.

The Los Indios Ecological Reserve is located in the west-central part of Isla de la Juventud. It is located from southeast to northwest, parallel to the coast which is its western limit. Its southern limit is the Siguanea highway, while the eastern and northern borders are defined in the countryside by a river, a road, or a change of vegetation. It covers a total area of 5,395.47 ha. The area is comprised of white sand savannas, and is a marked microclimate, with ranges of high temperatures (20-28 degrees Celsius) and evaporation levels (1,800-2,000 mm per year), combined with periods of intense drought (less than 1,600 mm of annual precipitation). It is located within the Itabo-Majagua-Los Indios watershed.

There is peculiar flora (Jennings 1917), in a terrain with wide oscillations of humidity, in contrast to the annual stability of atmospheric parameters. Under these conditions, there is flora that is 39.1% endemic, with at least 30 reported local endemic species (EMPA 1994). All are known to be threatened species.

Pines (*Pinus caribaea* and *Pinus tropicalis*) characterize this savanna. They are ordered in low density with the typical Cuban belly palm and Miraguanas (sand-dwelling *Colpotrinx wrightii* and *Coccotrinx miraguano*, respectively). There are also some interesting forms, such as carnivorous plants, fire-resistant plants, plants that benefit from fire (*pyrophylls*), and others that are true living fossils.

The rest of the plants are shrubs and grasses of different sizes, from a few millimeters to about one meter in height. This peculiar vegetation is used by many species to live, reproduce, or overwinter, as they find suitable nesting conditions here, such as the Cuban parrot (*Amazona leucocephala*), the white-crowned pigeon (*Columba leucocephala*), and the Cuban Sandhill Crane (*Antigone canadensis nesiotes*).

The marked infertility of the land which has failed in the past several attempts at agricultural colonization, together with the official declaration of the legal status of protected area, in 1991, in accordance with Resolution 372 of the Ministry of Agriculture, has allowed this important ecosystem to be preserved. Please see Figure 3.1.



Fig. 3.1. Boundaries of Los Indios Ecological Reserve and the Itabo-Majagua-Los Indios Watershed.

3.2. General methodology

Vegetation: The study of vegetation in foraging sites was not completely framed within the physical limits of the protected area. It widens throughout the corresponding area of the watershed, Itabo-Majagua-Los Indios, because some of the cranes forage outside the boundary area of the Ecological Reserve.

The reserve was the area used during the breeding season of the cranes, as it encompasses the best-preserved places, which are precisely the most suitable habitats for reproduction. They usually use the entire area corresponding to the watershed as a site that comprises a set of habitats that, while not in all cases, are generally suitable for reproduction and have specific characteristics to carry out other activities, such as foraging.

Capture and marking of individuals: As a result of two censuses carried out in 1995 and 1998, and thanks to the field work carried out for five years in the Indies, it was determined that the number of cranes that remained throughout the year in that area was around 60 individuals. This allowed eight to 10 individuals to be chosen to be outfitted with radios, which could be considered a representative sample of the population of that area (Valentine 1981), and analyzed and agreed upon during the training workshop given by Chávez Ramírez (2001).

Of all the variants analyzed, places of use with water (given the possibility of limiting them) seemed most suitable for setting traps and capturing birds. The captured cranes numbered 11 and were marked with four plastic rings of different colors for individual identification, but radio transmitters were placed for tracking on only 10 cranes. The transmitters used were CRANE MOD. M-16 of F3E emissions and frequencies ranged from 142.175 to 142.475 and there were two R2000 and R2100 model receivers with Yaggi antennas. After releasing the captured cranes, simultaneous 24-hour triangulation was done for a group of four cranes per day.

3.3. Habitat classification

When defining and categorizing the appearance of all open areas with potential to be used by cranes, we were obliged to make an updated map of the vegetation in the study area. To do this, the Shugort method was applied (Morrison *et al.* 1998), quantitatively determining the appearance and structure of the savanna, open pine forests, and pasturelands.

As **macrohabitat**, we define: a) Vegetation on sandy coast; b) Bodies of water, c) Natural and secondary savanna (pasturelands), pine forests, and others (extensive beaches - water reservoirs and ponds) (Figure 3.2).

As **mesohabitat**, the natural savanna variants were considered, which are characterized by the Caribbean pine (*Pinus caribea*) and the belly palm (*Colpotrinax wrightii*) in sandy soils with poor drainage. In this case, we consider three variants:

Closed: Rather dispersed arboreal stratum, but the shrubby stratum characterized by locust berry (*Byrsonima coriacea*), cocoplum (*Chrysobalanus icaco*) and resurrection plants (lepidohyla) which can appear abundantly in patches. In the herbaceous layer, there are usually invasive herbaceous plants and shrubs.

Semi-closed: An open shrub layer in patches and an herbaceous layer which can be covered with concentrations of hypericum (*cordoban* or *Calypttranthes*).

Open: A sparse arboreal layer, an isolated or dispersed shrubby layer and an herbaceous layer composed of low plants such as *cyperaceae*, *poaceae*, *Aristida*, *Rhynchospora* and *Tyvidacea*.

3.4 For the field identification of all these habitats, we use the following coding

VCA	VEGETATION ON SANDY COAST
CP	DAMS
CA	CREEKS
CE	PONDS
CAY	EXTENSIVE BEACHES
SP	PASTURELANDS
SS	GRASSLAND (SECONDARY HERBACEOUS PLANTS)
SPPA	OPEN PINEWOODS
SPPC	CLOSED PINEWOODS
SOT	OTHER PLANTATIONS
SNC	CLOSED SAVANNAS
SSC	SEMI-CLOSED SAVANNAS
SNA	OPEN SAVANNAS



Natural semi-closed savanna (SSC)



Natural open savanna (SNA)



Closed savanna (SNC)



Pastureland (SP)



Closed pine woods (SPPC)



Open pinewoods (SPPA)



Extensive beaches (CAY)



Natural coastal lagoon (LG)



Pastureland or savanna in recovery (SP)



Other plantations (SOT)

Fig. 3.2. How macrohabitat, natural, anthropogenic savannas, and pine plantations were determined.

The frequency of use of each habitat was estimated using the number of cranes recorded in each type of habitat, over the total number of cranes recorded (Table 3.1.a.).

For this analysis, the cranes were grouped, according to their reproductive condition, into:

Non-reproductive cranes, composed of three young or sub-adult radio-outfitted cranes which did not reproduce during the time of the study. Registered as non-reproductive.

Breeding cranes which laid and incubated eggs, but did not produce chicks; in this case, they were four radio-instrumented cranes. Recorded as cranes with eggs.

Breeding cranes, which incubated eggs and raised chicks for a certain time, including two radio-outfitted cranes. Recorded as cranes with chicks. To determine the dynamics of use of a temporary habitat, the actual dates of the rainy season that lasted from 15 May to 15 October and the dry season from 16 October to 14 April were taken into account (Table 3.1.b.).

Crane No.	Reproductive status	Seasons		
		April – July	August – October	November – January
003	Non-reproductive	37	32	42
073		31	31	32
114		39	6	7
013	Cranes with eggs	32	30	39
053		34	29	46
063		19	30	24
105		31	28	48
023	Cranes with chicks	24	28	42
005		29	32	54

Table 3.1.a. Locations per season for tracked cranes (n = 9) from April through January per their respective ID numbers (crane no.) and reproductive status during the monitored period (reproductive status). No data from February or March.

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Dry season					Rainy season					Dry season	
Non-reproductive season		Reproductive season					Non-reproductive season				

Table 3.1.b. Reproductive status of Cuban Sandhill Cranes in accordance with wet and dry cycles and months of the year based on data presented in Table 3.1.a.

Habitat use frequencies for each respective condition and season were assessed by a triple G-test (Sokal and Rohlf 1981) for three reproductive conditions, two seasons, and four habitat types, out of

the ten used by cranes. To evaluate the selectivity of habitat types, the methodology was used (Alldredge and Ratti 1992; Manly *et al.* 1993) which corresponds to designs I and II of Manly *et al.* (1993) and the second level of Johnson (1980), that is, that of the local habitat.

In the interpretation of vegetation, for the total area and the area of origin, aerial photographs of the most recent flight over Isla de la Juventud in August 1997 were used. The study area covers an area of 12,946.48 ha, covering 98% of the surface area. This is the general residence area of the 10 radio-outfitted birds.

Home Area. For the estimation of the area of origin, the Kernel method was used (Samuel and Fuller 1994, Chávez Ramírez 2001), which was selected instead of the more traditional Convex Polygon.

Variables analyzed. The variables analyzed from the data were: number of trees and their diameter at a height of 1.5 m (DAP), number of bushes and height (cm), coverage (in percentage) of clean sand, fallen leaves, herbaceous plants, and pasturelands; north, south, east and west visual obstruction, and abundance of grasses in the ranges 0–25 and 25–50 cm. These variables were compared between sites with and without cranes, considering habitats, using a bifactorial analysis of variance (Zar 1999).

3.5 Reproductive ecology

For the work on reproductive ecology of the Cuban Sandhill Crane, we follow Thompson (1970), Layne (1981, 1982), Bennett (1988), Depkin *et al.* (1994), and Valentine and Hereford (1997). The nests of cranes were located in the Los Indios Ecological Reserve through a search, mainly on foot. The coordinates of each nest were determined with GPS-2000 and located on a map at a scale of 1:50,000. The distance between pairs was calculated by the same method. From 1995 to 2002, 89 nests were located, and 51 of them were monitored until hatching, for a total of 39 eggs recorded. During the last six years of the study, seven reproduction rates were calculated: eggs/nest, chicks/egg, chicks/nest, successful chicks/nest, nests with eggs (%), hatched eggs (%), and successful nests (%).

For the tree stratum, we recorded the species of the three trees closest to the nest within each quadrant, measuring their distance to the center of the nest and the diameter at the height of 1.3 m (DAP). Soil cover was measured by the Dawen Miller quadrant, starting from the edge of the nest at the center of the plot of land and placing the 25 cm quadrant exactly at each cardinal point. The percentage of coverage was determined in four categories: clean sand, grasses, seedling, and fallen leaves. For the study of the shrub layer, one of the axes (NS or EW) was chosen and, parallel to 1 m

from said axis, a 5 cm transect was placed, where it was recorded in the 0-25, 25-50, 50-75 and 75-100 cm categories.

Visual obstruction was measured by using a density screen (10 cm wide ruler) to divide the space into 10 cm sections (identified and marked with colors to be able to see the divisions from a distance). It was placed in the center of the nest and the observation was made at a height of one meter above the ground.

Screening was defined as: the nearest patch of dense vegetation, from which the minimum distance to the center of the nest was measured, and a diagram was drawn. Whether or not it was related to any water source was evaluated. To compare these variables with habitats not used by nesting cranes, a random point was studied for each nest.

3.6. Results and discussion

Temporary changes in reproduction variables. Table 3.2 shows the reproduction data of the Cuban Sandhill Crane over six years. The breeding season of this species extends from the end of February to May-June, with its busiest period being March and April. This result coincides with those recorded by Bennett and Bennett (1990a), Dwyer (1990) and Dwyer and Tanner (1992) for *Antigone canadensis pratensis* in Florida. In 1995, one newborn chick was observed as of 10 June and, in 2002, five chicks were also observed at the end of July, attributed to possible re-nesting. This was corroborated by the re-nesting of one of the radio-instrumented cranes that, 21 days after having lost its nest, nested again. The numerical values of the reproduction data shown in Table 3.2 were converted into reproduction rates shown in Table 3.3.

Year	Period of study	Recorded nests	Monitored nests	No of eggs	Nests with 2 eggs	Hatched eggs	Successful nests
1997	March/April	6	6	11	5	5	4
1998	March/April	7	6	12	6	7	4
1999	March/April	12	8	14	6	12	7
2000	March/April	9	9	13	6	7	5
2001	April/June	16	7	13	6	2	2
2002	March/April	23	8	13	6	3	2

Table 3.2 Reproduction data on the Cuban Sandhill Crane in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

The data shown in Table 3.3 shows an increase in all rates during 1997, 1998, and 1999 (with the highest values in the last two years), and then a decrease in 2000 and 2001, with a slight recovery in 2002.

Year	Eggs/ nest	Chicks/ eggs	Chicks/ nest	Chicks/ successful nests	Nests with 2 eggs (%)	Hatched eggs	Successful nests %
1997	1.83	0.45	0.83	1.25	83.3	45.4	66.7
1998	2.00	0.58	1.17	1.75	100.0	58.3	66.7
1999	1.75	0.85	1.50	1.71	75.0	85.7	87.5
2000	1.44	0.54	0.78	1.40	66.7	53.8	55.6
2001	1.85	0.33	0.28	1.00	85.7	15.4	28.5
2002	1.62	0.31	0.50	1.50	75.0	30.7	25.0

Table 3.3. Reproduction rates of the Cuban Sandhill Crane for six years in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

Statistical analyses showed that changes in the percentage of nests with two eggs were not significant between years ($P > 0.05$), but the percentages of hatching ($P < 0.01$) and successful nests ($P < 0.10$) were significant. The pattern we observed can be explained by the action of several combined effects. Among these effects, the earlier accumulated annual rainfall, January to March and from April to July, the breeding season of the cranes in the reserve were considered, which is the most important factor according to the results of Bennett and Bennett (1990a). Non-parametric correlations (r_s) calculated before cumulative rainfall and all breeding rates were numerically relevant (values > 0.40) only in terms of correlations of successful chicks/nest and cumulative rainfall before the breeding season ($r_s = 0.600$) and percentage of successful nests with cumulative rainfall during the breeding season ($r_s = -0.586$). The magnitude and sign of the correlation can be interpreted from the point of view of biological meaning (Primack *et al.* 2001).

Our results coincide with those of Layne (1983), Bennett and Bennett (1990a) and Dwyer (1990) and can be interpreted in the same way. According to these authors, rainfall during the dry season (prior to breeding) stimulates successful breeding (successful chicks/nest). Due to a greater availability of food in the preparation stage for reproductive weakening, while very abundant rainfall in the breeding season, reduces reproductive success (% of successful nests) caused by flooding of nests and the death of chicks by pneumonia. Temperature was also analyzed, but did not influence reproduction rates, as it remained very stable during the six years analyzed. This coincides with the observation of Walkinshaw (1981).

The total values of reproduction rates for the six years of study are shown in Table 3.4. The average brood size during the six years of study was 1.72 eggs per nest, this value being identical to that recorded by Nesbitt and Schwikert (1998) for the Florida subspecies. For their part, the rates of nests with two eggs and with hatched eggs had values higher than those recorded by Dwyer (1990) of 53.0% and 78.5% respectively, but the rate of successful nests was much lower than that recorded by this author, at 73.0%.

Quantitative variables	X	S
Eggs per nests	1.72	0.12
Chicks per eggs	0.51	0.20
Chicks per nests	0.84	0.44
Chicks per successful nests	1.52	0.36
Qualitative variables	%	
Nests with eggs	71.1	
Nests with hatched eggs	84.1	
Successful nests	54.5	

Table 3.4. Average reproduction data (X) and their variability (S) or frequency % for the Cuban Sandhill Crane in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud, from 1997 to 2002.

The results of this increase are corroborated in Table 3.5, which shows the increase in the number of pairs with chicks and the number of chicks per 100 adults with values ranging from 28.5 to 31.4, which is similar to that recorded by Layne (1983), 27.7%, but higher than that recorded by Bennett and Bennett (1990a).

Variables	Years				
	1997	1999	2000	2001	2002
No of pairs	8	9	7	4	17
With two chicks (%)	1 (12.5)	4 (31.4)	2 (28.5)	0	3 (17.6)
With one chick	7	5	5	4	14
Total of chicks	9	13	9	4	20
Chicks/pair	1.1	1.4	1.3	1.0	1.2
Total of adults	56	35	-	-	-
Total chicks	16	11	-	-	-
Chicks/100 adults	28.5	31.4	-	-	-

Table 3.5. Number of pairs with chicks and productivity of chicks of the Cuban Sandhill Crane in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

Table 3.6 shows how the number of eggs lost has also decreased during the years of increasing rates reaching 14.7% in 1999, which is similar to what was found by Dwyer (1990) and Dwyer and Tanner (1992), which was 15% in *A. c. pratensis*. However, egg losses increased again considerably in the period 2000-2002.

In the six years of study, 31 eggs were lost, and 35.5% of them were due to anthropogenic factors: predation by caracara (*Caracara plancus*) and broken eggs in all cases resulted from frightening incubating birds that temporarily left their nests due to the presence of dogs and the movement of livestock. Another factor was the excessive accumulation of igneous material. Before 2000, controlled fires prevented frequent fires of large proportions.

Causes	Years					Total
	1998	1999	2000	2001	2002	
Number of eggs	12	14	13	13	13	65
Infertility	1	0	1	3	1	6 (19.4)
Fire	2	0	0	0	0	2 (6.4)
Predation by Caracara	2	2	0	1	0	5 (16.1)
Abandonment	0	0	1	2	3	6 (19.4)
Cracked	0	0	0	2	2	4 (12.9)
Spoiled	0	0	0	2	1	3 (9.7)
Yellow liquid	0	0	1	0	1	2 (6.4)
Unknown	0	0	1	1	1	3 (9.7)

Table 3.6. Causes of losses of eggs of the Cuban Sandhill Crane in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

The losses of chicks increased in the first 15 days after hatching with excessive rainfall in June, when the breeding season was delayed due to the intense drought earlier. Pre-breeding drought causes intermittent waterways to disappear. The chicks become exposed to open areas when attempting to reach permanent drinking lagoons where they can be prey for crocodiles (*Crocodylus acutus* and *Caiman sclerop*), which are concentrated in these bodies of water. Red-tailed Hawks (*Buteo jamaicensis*) have been observed to attack chicks twice in these years (Figure 3.3). All Jamaican Buteo nests were located and mapped (Figure 3.3), and there is a high density of nests in the reserve of this predator. A preliminary study was also conducted to estimate the population of crocodiles within the area and likely numbers in permanent lagoons during the period. The estimate of 175 individuals was considered very high, especially since many juvenile individuals were observed.

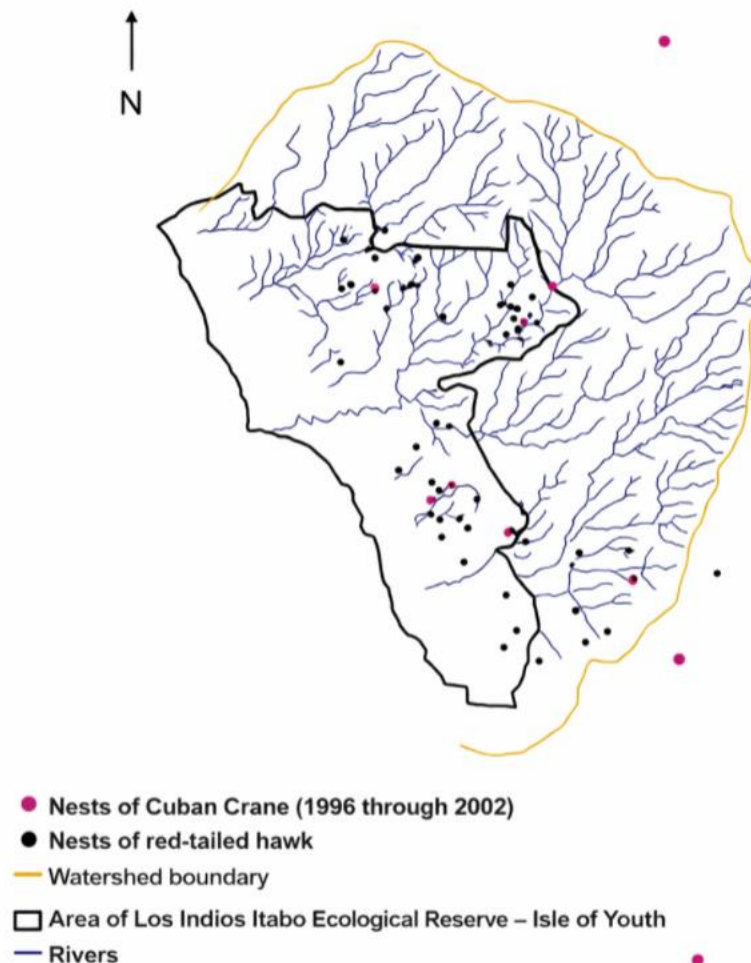


Fig. 3.3. All the nests of Red-tailed hawks (*Buteo jamaicensis*) were located and mapped.

General characteristics of the nest habitat. When analyzing the general characteristics of the habitats surrounding the nests, we observe that cranes prefer to nest in flat terrain to the same degree as terrain ranging from level to undulating. In each nest, the slope of the terrain was measured, and values ranging between 1.5% and 7% were obtained, which prevents flooding during a normal rainy season. Cranes also prefer to nest in quartz and sandy ferrallite soils with vegetation ranging from savanna to open pine forests. The arboreal layer is very sparse, and the shrubby layer is sparse, scattered, and short, allowing the cranes to walk and begin to fly with ease.

However, the nests in open spaces in savannas with wide visibility had, somewhere in the visual angle, an area of thick vegetation coverage which favored some filtering or isolation for the pair;

these "screens" were at a distance from the nest that ranged from 24 to 60 m. Most of the nests (89.6%) were made near a shrub of *Tabebuia* spp., accompanied in some cases by a tree (pine or palm tree), thus providing the landscape with a focal point of visual attraction, which can be used as a reference point to easily identify the nesting site from the air. As for the habitats of pairs with chicks, they were all found in areas close to the nests, but they had certain differences in terms of the variables analyzed. In 75% of cases, cranes were observed in flat terrain, only 25% in the rolling plain, and 100% were found in quartz sandy soils. Vegetation composed of sparse pine forests predominated in 62% of cases. In these areas, although they are not natural savannas, there is a process of marked "savannization" caused by the action of fires on soils that are very poor in nutrients and subjected to long periods of drought and temporary flooding.

Nests. As for the sizes of the nests, the outer diameter ranged from 64.75 to 68.40 cm, with an average of 66.80 cm, and the inner diameter ranged from 59.12 to 62.40 with an average of 60.40 cm. The height ranged from 2.23 to 4.40 and averaged 3.60 cm. Both diameters fall in the range reported by Thompson (1970) and Depkin *et al.* (1994) for the Florida subspecies, with an outer diameter of 93.0 (58.4 - 152.0 cm), the inner diameter of 33.00 (15.21 - 71.00 cm) and a height of 10.1 to 45.7 cm. Due to the preference of dry sites to flooded sites, the height is much lower than in the case of Florida Sandhill Cranes.

As for the nests, fluctuations in their density (inversely related to distances) had minimum values in 1999 and 2002, which was possibly due to the fact that this variable is influenced by the visibility between simultaneous active nests, which in turn are influenced by the dynamics of fires in the area.

The average distance between simultaneous nests ranged from 2.86 to 5.96 km, with an amplitude between 0.13 and 19.4 km. The distance between simultaneous active nests is a clear indicator of the territoriality of this species; according to Dwyer (1990) it ranges between 0.07 and several kilometers, which coincides with our data (Table 3.7).

Distances between nests

Years	N	n	X	S	CV	Amplitude	Density/km ²
1997	6	15	2.86	1.61	56.3	0.28 - 5.55	0.030
1998	6	15	3.28	1.67	50.9	0.38 - 5.32	0.024
1999	18	153	5.93	4.26	71.8	0.52 -19.4	0.006
2000	13	78	4.36	2.27	52.06	0.13 - 9.98	0.013
2001	7	21	2.94	1.50	51.02	0.53 - 5.09	0.028
2002	11	56	4.86	2.76	56.79	0.55 -10.6	0.010

Distance between cranes with chicks

1997	8	28	5.65	3.04	53.8	0.58 - 9.97	0.008
1998	10	45	4.54	2.27	50.0	0.90 - 9.22	0.012
1999	9	36	7.49	6.44	86.0	0.55 - 21.6	0.003

N = Number of nests or pairs

n = Distances

X = Average

S = Typical deviation

CV = Variation ratio

Table 3.7. Statistical values of the distances (km) between nests and between pairs of Cuban Sandhill Cranes with chicks, for three years in Los Indios Ecological Reserve.

The 10 pairs identified used the same nesting areas in both years, with a minimum distance of 160 cm and a maximum distance of 200 m between nests, which is shorter than the distance recorded by Valentine and Hereford (1997) for the Mississippi Sandhill Crane.

Nesting material. Table 3.8 analyzes the main materials used by cranes to make their nests and their percentage in relation to the total nests built over three years, with pine needles, as well as leaves and branches of shrubs being the main materials. Herbaceous plants only appear in nests which are made in lower areas. Results are similar to those of Thompson (1970).

Materials	1997 (N = 6)		1998 (N = 6)		1999 (N = 8)	
	n	%	n	%	n	%
Pine needles	3	50.0	5	83.3	5	62.5
Shrub branches and leaves	3	50.0	6	100.0	5	62.5
Herbaceous plants	2	33.0	2	33.0	0	0

n = Number of nests with the material.

N = Percentage (%) refers to the total of nests

Table 3.8. Materials used by the Cuban Sandhill Crane to make its nests, in Los Indios Ecological Reserve.

Table 3.9 shows the thickness of the weighed and measured crane eggshells. The value in 1998 is lower than in the other two years; this is attributed to the extreme drought in the time before reproduction, which reduces the abundance of foods (pomaceous fruit, shrimp, and crabs) rich in calcium carbonate, a fundamental element for the formation of the eggshell.

Year	No. of Eggs	X	S	CV
1997	4	0.42 ^a	0.045	10.6
1998	6	0.33 ^b	0.056	17.5
1999	8	0.40 ^a	0.035	8.6

X = Arithmetical average

S = Typical deviation

CV = Variation ratio

F = 63.83 (P <0.001)

Averages with different letters differ in P <0.05 through a Duncan test.

Table 3.9. Thickness (mm) of eggshells of the Cuban Sandhill Crane for three years in Los Indios Ecological Reserve. In all cases, 10 fragments of eggshells were measured.

3.7 Aspects of reproductive behavior

Frequent and periodic observations of the pairs of radio-outfitted cranes in 2001 allowed us to identify them and to know that the behavior consisting of spreading red soil on their feathers is strongly related to reproductive activity. The pairs started the painting process in the first days of April. During the two days following the onset of rain on 15 May, one of the couples that never nested did not have their feathers painted, but the following year, when the couple did incubate, it

was completely painted, which coincides with Nesbitt (1975). In our study, we relate this fact more directly to the incubation process.

In the two years in which individual behavior per pair could be observed, only one case of re-nesting was recorded; 17 days after losing their nest due to a flood, a pair tried again and laid two eggs without success. Nesbitt (1988) recorded an interval of 18 to 20 days for re-nesting in the case of Florida Sandhill Crane. Bennett and Bennett (1990a) found a 40% failure on the second attempt.

In 21 of the 44 nests monitored, we detected the presence of accessory or false nests. With diameters and shapes similar to the actual nest and a distance ranging from 0.75 m to 300 m, Layne (1981) attributes it in *A. c. pratensis* to the preference for aquatic nests that are useful for protecting the chick from water in the first stage or as an adaptability factor used to confuse predators. In our observations, we saw an incubating crane use this false nest twice, which could be attributed to anti-predator behavior. Successful reproduction is a key factor in maintaining the union of the couple; a failed couple is more likely to separate. Nesbitt (1989) and Nesbitt and Tacha (1997) report the abandonment of 23% of failed couples in Florida. The male of one of our radio-outfitted pairs in 2001 left the female nine days after the nest was lost due to flooding. During this breeding stage, the care of the nest by both members of the pair results in activities such as roosting, feather painting, and drinking which take place in areas very close to the nest. The father, who is not incubating, only occasionally walks away to forage, which is similar to what Valentine (1981) found.

Habitat type and rainfall regime influence nest abandonment. Cranes nested in four of the 11 habitat types identified in the study area. 9.13% of the cranes used the natural open savanna, 22.27% the natural semi-closed savanna, 7.78% the open pine forests, and 3.27% the recovering savanna. Cranes made their nests on slight slopes on the plains, and those nests were useful in years with normal seasonal rainfall behavior during and after the breeding stage. However, in 2001, when there was no previous rainfall and the post-breeding rainfall was excessive, six nests were flooded and the pair abandoned them after attempting to build the nest by placing additional material on it. Nesbitt (1992), in the case of the Florida Sandhill Crane, considers that abandonment is always preceded by changes in water levels caused by rain; however, we must emphasize that all nests are close to water (rivers and streams), so the selection could be of a higher level than the one analyzed here. The analyses showed that the only statistically significant differences at the level of $P < 0.05$ were the variables of diameter at a height of 1.4 m from the trunks of the trees (DAP), % of fallen leaves on the ground (HOJ), visual obstruction to the south (OS) and number of bushes (NARB), all the variables mentioned being greater in the nesting sites (Table 3.10). The variables DAP, HOJ, and NARB are explained because cranes seek more cover in terms of abundance of bushes and trees with thicker canopy (positively related to DAP) which produce more leaves (HOJ).

The higher OS value would be related to the slope of the basin that faces south, where more and higher vegetation would accumulate.

Variables	Codes	Nests		Paired points	
		X	S	X	S
Number of trees	NAR	2.95	2.94	2.30	2.6
Variation ratio dist./trees (%)	CVD	20.39	22	18.94	23.43
Diameter at 1.4 m (cm)	DBH	0.16	2	0.11	0.14
Number of tree species	NSA	1.19	0.83	0.98	0.91
Number of palms	NP	1.85	3.3	2.30	3.36
Sand cover (%)	ARL	32.31	21.65	31.19	23.81
Fallen leaves cover (%)	HOJ*	14.66	18.41	12.33	22.46
Seedling cover	PLA	8.01	11.3	10.88	14.64
Herb cover (%)	HIE	42.86	27.82	45.24	29.91
Visual obstruction to North (%)	ON	49.04	30.5	49.05	33.84
Visual obstruction to South (%)	OS*	56.19	33.05	46.43	31.68
Visual obstruction to East (%)	OE	46.9	31.55	46.67	33.17
Visual obstruction to West (%)	OW	53.57	38.43	51.90	33.65
Number of herb species	NSH	2.9	1.35	2.97	1.33
Herb height 0.25 cm	ALT25	1.18	1.11	1.51	1.57
Herb height 25-50 cm	ALT50	1.82	2.63	1.96	2.69
Number of shrub species	NSAR	0.95	0.88	1.02	0.96
Number of shrubs	NARB*	48.39	92.71	25.55	71.94
Shrub height (m)	ALT	0.47	0.6	0.45	0.83
Distance to water (m)	DAG	101.16	110.03	100.38	108.02
Distance to vegetation (m)	DVE	73.4	65.41	79.21	67.930

The variable with asterisks differs from the two groups through U to P <0.05 test.

Table 3.10. Averages (X) and typical deviations (S) of 19 structural variables of vegetation and two of distances (original data) in nests of the Cuban Sandhill Crane and paired random points in Los Indios Ecological Reserve.

When comparing the nesting sites and their paired points in relation to the taxonomic composition of the vegetation in both sites, using the rates of ecological diversity (Table 3.11), the Shannon (H) and Simpson (B) rates showed less diversity in terms of trees and shrubs and more diversity in terms of grasses and palms.

Life-form	S Total	Condition	S	Nt	S'	H	B	J
Trees	11	Nests	7	129	1.23	1.46	3.64	0.74
		Random point	9	87	1.79	1.68	4.07	0.74
Shrubs	14	Nests	12	2088	1.43	0.93	1.89	0.37
		Random point	13	1074	1.71	1.07	1.85	0.43
Herbs	29	Nests	24	229	4.23	2.68	10.67	0.83
		Random point	24	258	4.14	1.34	1.98	0.42
Palms	4	Nests	4	333	0.51	1.05	2.63	0.74
		Random point	4	74	0.69	0.95	1.99	0.67

S Total = Total species richness for life form

S = Number of species recorded under specific condition

Nt = Total of individuals or cover

S' = Species richness

H = Shannon rate

B = Simpson rate

J = Equity

Table 3.11. Ecological diversity rates for plant communities surrounding the nests of the Cuban Sandhill Crane and the paired random points in Los Indios Ecological Reserve.

The cause of the lower tree diversity at nesting sites is due to the lower species richness (S') at these sites, compared to random ones. On the other hand, a greater diversity of herbaceous plants in the same nesting sites is due to a greater equity (J) of herbaceous plants. The lower shrub diversity is due to both causes (lower values of S' and J).

In the analysis of frequencies of occurrence of plant species (Table 3.12) between nesting sites, trees are the least diverse in terms of species richness at nesting sites; this can be explained by the predominance of species of *Tabebuia lepidophylla* and *Byrsonima crassifolia* at the sites mentioned. Both represent 55.8% of the number of trees at these sites, compared to 48.0% at random points. However, these site differences were not statistically significant ($P < 0.05$).

Regarding palms, there is a greater predominance of the species *Colpothrinax wrightii* and *Coccothrinax miraguano* in the nesting sites, which would explain the low value of S', but they are not predominant here (which explains the higher value of J). These differences were statistically very significant ($G = 15.80$; $P < 0.01$).

The predominance of *C. wrightii* and *C. miraguama* is possibly not the result of the selection of cranes, but, since the nests are close to the water (at level), and these species are associated with water, there is an artificial relationship between the two variables.

As for the shrubs (Table 3.13), there is evidence of a predominance of the species *T. lepidophylla* in the nesting sites; this species, in the form of trees, also predominates in these sites (Table 3.12). This difference was also very significant ($P < 0.001$). The high predominance of the *T. lepidophylla* shrub at nesting sites perfectly explains the low diversity of this category at such sites, both in terms of *S'* and *J*.

TREES		
Species	Nests (N = 129)	Paired Point (N = 87)
<i>Pinus caribaea</i>	33.3	35.6
<i>Tabebuia lepidophylla</i>	31.8	27.6
<i>Byrsonima crassifolia</i>	24.0	18.4
<i>Pinus tropicalis</i>	6.2	8.0
	G = 3.78 NS	
PALMS		
Species	Nests (N = 333)	Paired Point (N = 74)
<i>Acoelloraphe wrightii</i>	58.7	67.5
<i>Colpothrinax wrightii</i>	24.0	14.8
<i>Coccothrinax miraguama</i>	14.6	2.7
<i>Copernicia curtissii</i>	2.7	14.8
	G = 15.80 (P <0.01)	

N = No. of individual trees and palms.

G = G test statistic

NS = Not significant

The quantities are proportions of the most abundant species.

Table 3.12. Taxonomic comparison of trees and palms surrounding the nests of the Cuban Sandhill Crane and paired random points in Los Indios Ecological Reserve.

Almost 90% of the shrubs that make up the nesting sites of the Cuban Sandhill Crane in the Indian Ecological Reserve are of the species *Hypericum styphelioides* and *Tabebuia lepidophylla*, but the former is also abundant at random points. If we remember that the number of shrubs at nesting sites is almost double their number at random points (Table 3.13), then the presence of *T. lepidophylla* should have some survival value for that species. At this point, two hypotheses can be established. On the one hand, *T. lepidophylla* is more abundant in areas with high slopes, which in

turn is related to nest selection. But, on the other hand, this species of shrub provides the crane incubating in the nest a high level of camouflage, given that its structure and foliage are similar to that of the crane silhouette, and color, which marks the difficulty of observing the crane in the nest more than 20 m away (Figure 3.4).

Species	Nests (N = 2088)	Random points (N = 1074)
<i>Hypericum styphelioides</i>	69.4	72.3
<i>Tabebuia lepidophylla</i>	20.1	7.7
<i>Calyptanthes pinetorum</i>	6.7	6.0
<i>Rondeletia correifolia</i>	2.3	7.7
<i>Chaetolepis cubensis</i>	0.6	1.0
<i>Byrsonima pinetorum</i>	0.1	1.0
<i>Hypericum nitidum</i>	0.1	2.4
	G = 194.68 (P <0.001)	

N = No. of individuals.

G = G test statistic

Table 3.13. Taxonomic composition of the shrubs surrounding the nests of the Cuban Sandhill Crane and paired random points in Los Indios Ecological Reserve. The quantities are proportions of the most abundant species.



Fig. 3.4. Cranes vs. *Tabebuia lepidophylla*.

Regarding grasses, the percentages of species between nests and random points do not present statistically significant differences ($P > 0.05$).

These findings generally indicate that, when choosing their nesting sites, the Cuban Sandhill Crane does not take into account the structural aspects of the vegetation, but does pay attention to the taxonomic aspects of the shrubs. Particularly, maintaining a thick cover along with some shrub species seems to be of utmost importance to ensure an adequate selection of nesting sites in Los Indios.

Several studies (Thompson 1970; Walkinshaw, 1949, 1973, 1976, 1982; Bennett 1989a; Bishop *et al.* 1991; Nesbitt 1988) have described the reproductive ecology of the Florida Sandhill Crane, without quantifying the characteristics of its nesting sites, but our results coincide with those of Walkinshaw (1949, 1973) and Bennett (1978) for other sites. Crane preferences for nesting in certain habitats may be masked by factors such as site fidelity, territorial constraints, demographic pressures, large-scale variables, and the size of the sample being used (Dwyer 1990). According to Nesbitt and Williams (1990), more open and dry habitats are considered important components of the nesting area, as they can have a greater impact on the distribution and productivity of the crane than the availability of wetlands. In addition, the availability of foraging habitats adjacent to the nesting site may be a limitation when selecting the nesting site (Dwyer 1990). According to our data, this is the situation of the Cuban Sandhill Crane on Isla de la Juventud.

3.8 Use of habitat

Of the 11 habitats defined in this work, it was only in closed pine forests that practically no cranes were detected. The rest of the habitats were used, but in markedly different proportions, depending on the condition and the reproduction season.

However, regardless of the breeding condition or season, only the open habitats SNA, SSC, and SP were used in a much higher proportion than the other habitats, except SPPA for April to July and SOT for August to October among the non-breeding cranes, and SS, also for April to July, among the spawning cranes which had just hatched. Except for the two cases mentioned, the rest of the habitats had frequencies of use of less than 6%, regardless of the condition or breeding season.

3.9 Seasonal change by reproductive condition

Analyzing seasonal change within each reproductive condition (Table 3.14). There is a general pattern for all these conditions of change of use from savanna (of some kind) to pastureland (SP)

when moving from reproductive (April to July) to non-reproductive season (August to October and November to January). This is possibly motivated by the need to obtain a more efficient diet, which is best achieved in pasturelands, together with the water availability factor. The savannas would then preferably be used in the breeding season according to their protective action for hatchlings and chicks. Comparing the breeding conditions in each season, each breeding group proportionally used a different savanna in the April to July season.

Habitat	Non-reproductive				With chicks				With eggs			
	N	A – J	A – O	N – J	N	A – J	A – O	N – J	N	A – J	A – O	N – J
SNA	82	50.5	23.2	13.9	54	15.1	36.7	26.0	34	16.2	11.1	15.4
SSC	31	8.6	14.5	7.6	64	73.6	30.0	5.2	70	28.2	23.1	2.9
SP	74	13.3	40.6	51.9	70	3.8	26.7	54.2	181	29.9	52.1	63.4
SS	10	2.9	1.4	5.1	10	1.9	3.3	7.3	37	13.7	5.1	5.1
SOT	12	2.9	10.1	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
SNC	1	0	1.4	1.3	5	3.8	0	4.1	5	3.4	0	0
SPPA	17	12.4	1.4	0	1	1.9	0	0	3	0.8	0	1.1
CA	6	1.9	0	6.3	2	0	0	2.1	10	1.7	0	5.1
CAY	7	3.8	1.4	3.8	2	0	1.7	1.0	9	4.3	1.7	3.4
LG	14	3.8	5.8	7.6	1	0	1.7	0	16	1.7	6.8	3.4
N	254	105	69	79	209	53	60	96	365	117	117	17.5

N = Total number of records

A – J = April – July. Reproductive season

A – O = August – October. Non-reproductive season

N – J = November – January. Non-reproductive season

Table 3.14. Frequency (%) of occurrence of cranes per conditions and reproduction season and type of habitat, in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

Non-breeding cranes had a high frequency in SNA, those which were newly incubated had a high frequency in SSC and SS (whose aggregate use frequencies are much higher than those of use for SP) and reproducing cranes with chicks had a high frequency in SSC in a use ratio that was the

highest (73.6%). It is, then, evident that this habitat (SSC) is vital for the reproduction of cranes, regardless of whether the cranes have incubated or not. In the same breeding season (April to July), habitats were also used depending on whether or not the individuals were breeding. (SNA for non-breeding vs SSC and SS for breeding) and whether they only incubated or incubated and raised chicks. These data confirm that the Cuban Sandhill Cranes in the sandy savannas of Isla de la Juventud also make use of habitats according to the breeding season and not only with seasonality. During the non-breeding season (August to October and November to January), all cranes, regardless of their past reproductive status, used the SP habitat.

The effects of interest for our hypothesis (reproductive condition and habitat) had a very significant relationship, but this relationship is also conditioned. Therefore, cranes choose their habitat according to their reproductive status, but it also depends on the time of year.

The marked habitat change during the non-breeding season to pastureland (SP) habitats is noticeable during this season. Here, 50% of the records on cranes were made in SP, followed by SNA (16.2%), SSC (14.6%), and LG (10.9%). The rest of the habitats were used to a lesser extent (less than 10%). The high level of use of pastureland habitat (SP) is due, as we have already seen, to the seasonal change which occurs during the non-breeding season, even when it is used in the breeding season. Apparently, cranes are strongly attracted to SP in the months of the population explosion of insects, such as crickets (*Anurogryllus* spp.). They are found abundantly in pastures and livestock droppings.

3.10 Habitat selection

The results shown in Table 3.15 indicate whether the habitats used by cranes are actually selected or not, in relation to their abundance in the environment.

Habitats	Area (ha)	Non-reproductive					Reproductive			
		Pi	Cranes	Oi	Wi	Bi	Cranes	Oi	Wi	Bi
SNA	744.18	5.90	90	16.3	2.72*	27.0	27	15.8	2.64*	25.1
SP	2417.08	19.4	274	49.6	2.55*	25.4	37	21.6	1.11	10.5
SS	414.95	3.3	37	6.7	2.08*	19.9	17	9.9	2.98*	28.3
LG	464.38	3.7	25	4.5	1.21	12.0	2	1.2	0.31*	2.9
SSC	2605.78	20.9	84	15.2	0.72*	7.1	72	42.1	2.01*	19.1
SNC	523.76	4.2	5	0.9	0.21*	2.1	6	3.5	0.83	7.9
CAY	955.36	7.7	9	1.6	0.21*	2.1	5	2.9	0.38*	3.6
CA	1824.18	14.6	14	2.5	0.17*	1.7	2	1.2	0.08*	0.7
SPPA	935.01	7.5	6	1.1	0.14*	1.4	2	1.2	0.15*	1.4
SOT	1580.31	12.7	9	1.6	0.13*	1.3	1	0.6	0.04*	0.4

Table 3.15. Proportion of the total study area made up by that habitat type (Pi), proportion of use (Oi) and selectivity (Wi, Bi) of habitats per reproductive condition for the Cuban Sandhill Crane in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

During the non-breeding season, the selectivity rates (Wi, Bi) of the habitats designated as relevant (SNA, SP, and SS) were significantly higher than one, indicating that they are chosen in greater proportion in relation to their abundance in the environment. Only LG habitat is used in proportion to its abundance in the environment, and the rest is underutilized. This pattern changes somewhat as we move into the breeding season. The SNA and SS habitats continue to be largely chosen, but SP is now used in proportion to its abundance, and the SSC habitat is chosen according to its abundance in the environment. All other habitats (except CNS) continue to be underutilized. These results show that cranes not only make greater use of the SNA, SP, SS, and SSC habitats, but also select them in a proportion greater than their abundance in the environment, with said selection being dependent on the reproductive condition, in the case of the SP and SSC habitats. Our results coincide with those recorded for cranes in general (Cruz 1996; McIvor and Conover 1994) and, in addition, the effects of the reproductive and non-reproductive classes on habitat use that have been studied (Bishop 1992).

3.11 Use and selection of microhabitats

The use and selection of foraging habitats by cranes at the microhabitat level (vegetation structure) is shown in Table 3.16. Below are the averages of the values of the structural variables of vegetation at foraging sites, by habitat, which were compared with similar values at random points for the same habitats (Table 3.17). These analyses show statistically significant differences for the

average between the foraging area with cranes vs. random sites, or the interaction of these categories with the habitat. For the variables: number of trees, sand cover, and fallen leaves on the ground, the average abundance of pastureland is at a height of 0-25 cm and 25-50 cm and visual obstruction for all cardinal points.

Variables	Habitat				
	SNA	SSC	SPP	SP	SS
No of trees	1.1	1.8	1.4	0	0
DAP (cm)	12.7	20.0	31.7	0	0
No of shrubs	2.8	5.4	3.8	0	0
Shrub height (cm.)	74.6	69.1	67.8	0	0
Sand cover (%)	44.9	48.3	53.2	16.2	32.8
Herb cover (%)	45.5	41.8	43.6	42.6	19.0
Pasture cover	0	0	0	56.1	42.3
Fallen leaves cover (%)	0	33.2	25.8	0	0
Herb height 0-25 (cm.)	0	0	0	9.4	9.7
Herb height 25-50 (cm.)	0	0	0	6.2	1.4
Visual obstruction N	33.3	40.3	28.4	50.8	43.6
Visual obstruction S	32.7	37.8	23.1	55.2	54.3
Visual obstruction E	31.3	38.6	26.9	46.8	48.6
Visual obstruction W	46.0	43.1	33.1	56.8	50.0

Table 3.16. Average values of the structural variables of vegetation in the feeding areas of the Cuban Sandhill Crane in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud. SPPA and SPPC are included in SPP.

Variables	Habitats				
	SNA	SSC	SPP	SP	SS
No of trees	1.0	1.1	5.4	0	0
DAP (cm)	14.3	12.5	28.8	0	0
No of shrubs	4.7	3.1	5.0	0	0
Shrub height (cm.)	58.9	49.0	85.0	0	0
Sand cover (%)	48.9	50.3	35.7	12.0	14.1
Herb cover (%)	50.7	41.2	26.4	42.7	38.1
Pasture cover	0	0	0	45.8	52.2
Fallen leaves cover (%)	0	13.4	11.8	0	0
Pasture height 0-25 cm.	0	0	0	12.9	14.1
Pasture height 25-50 cm.	0	0	0	2.3	5.8
Visual obstruction N	22.5	55.2	54.5	39.1	49.4
Visual obstruction S	22.1	51.2	44.5	42.2	52.9
Visual obstruction E	32.9	41.6	60.5	38.2	47.1

Table 3.17. Average values of the structural variables of vegetation on random sites, in the main habitats in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud. SPPA and SPPC are included in SPP.

The number of trees here was higher at the foraging sites in SNA and SSC (savannas) but was notably lower at SPPA. These changes in tree abundance between habitats were highly significant, and the marked difference in SPPA produces statistically significant differences between foraging sites and random points. The cranes prefer to forage in places with less abundance of trees.

Only in the pine forests did the opposite happen, although in a less marked way in the savannas. This suggests the selection of an optimal intermediate in terms of tree abundance, more in open areas and less in enclosed areas, as a compromise between hiding and being able to detect predators visually. These results coincide with those of Guthery (1976) for the same species in Texas.

Substrate components in terms of sand cover and fallen leaves also differ significantly between foraging sites and random points, the former with a strong interaction with habitats, since in savanna habitats (SNA and SSC) foraging sites have less sand cover, but in the others (SPP, SS, and SP), they have more. Greater coverage of fallen leaves was a heavily used factor at foraging sites, in the two habitats where this variant was measured. This result is easily explained, since we know that it is in the fallen leaves where the cranes look for prey, the animals they forage on. Cranes prefer to forage at sites where the average grass height is 9.25 cm, for better viewing of prey.

Visual obstruction had a statistically significant interaction with habitats, such that in closed habitats (SPP, SSC), their average values (for all cardinal points) were lower than in foraging sites, but these same values were higher or equal in open sites (SNA, SS, and SP), all compared to random points. This result is logical, since in closed sites, there is no need for as much visual obstruction as in open sites within foraging areas.

3.12 Selection of places to roost

For this purpose, cranes used habitats both on dry land and in flooded areas. Krapu *et al.* (1984) found that *Antigone canadensis* generally roosts in flooded sites, but can do so in dry sites when there is fresh water.

Cranes used only three of the 11 habitat types defined for this study as roosting places: the extensive beach, the natural open savanna, and the grasslands.

3.13 Site size

All sites had a similar shape, but differed in sizes ranging from 1.8 to 3.0 km².

Proximity to other similar sites. In all cases, the proximity (at a distance of less than 2.8 km) of other sites of similar characteristics was corroborated. They establish that these complexes potentially provide advantages compared to a single place to roost, since when a bird goes to this site, if there is any disturbance, in a short time, the bird can choose the other site before it gets dark, or if the bird is disturbed when it is already at the site, it can quickly flee the site before it gets dark.

Effects of possible alterations. The effects that alter these sites in our study area are related, in the case of flooded sites, to the presence of illegal fishermen on the beaches and, in dry sites, to the entry of poachers in search of parrots.

The birds arrive at the place where they roost in an interval that varies from 20 to 30 minutes before sunset, exactly as Shenk and Ringelman (1992) discovered. Roosting places are used based on seasonal water levels. In the breeding months, the nesting birds do not go to these places to roost, but rather, both members of the pair roost near the nests. In the rainy season after breeding, cranes use the area of savanna and superficially flooded pasturelands while, in the dry season before breeding, they are most often found on extensive beaches. The furthest distance we found from the feeding savannas to the roosting places was 6.7 km. All incubating pairs remained in their nesting areas and the roosting place was established very close to the nest. Lovvorn and Kirkpatrick (1981) found secondary roosting places which cranes use for 15 minutes to two hours to groom themselves and dance before going to the final roosting place. This behavior was not found in our study. The concentration of birds in roosting places ranged from six to 22 individuals for an average concentration of 0.02 birds per m², much lower than that found by Folk and Tacha (1990) of 0.53 per m² for Florida Sandhill Cranes.

3.14 Determining the residence area and nesting sites using the Geographic Information System (GIS)

The study area covered a total area of 1,294,648 hectares, including the 33,500 hectares of the protected area: Los Indios Ecological Reserve.

The georeferencing, in plane coordinates, of the visual location of the 10 radio-outfitted cranes in their foraging areas and throughout the study period, resulted in about 50% of these locations being outside the limits of the Protected Area. Birds with radius 114 and 073, which were subadults, used the AP in a much smaller proportion, and their territory even extended outside the limits of the watershed under study (Figure 3.5). In the central region of the basin, there is an area of greater concentration of visual locations, where all the radio-outfitted birds coincide at any given time.

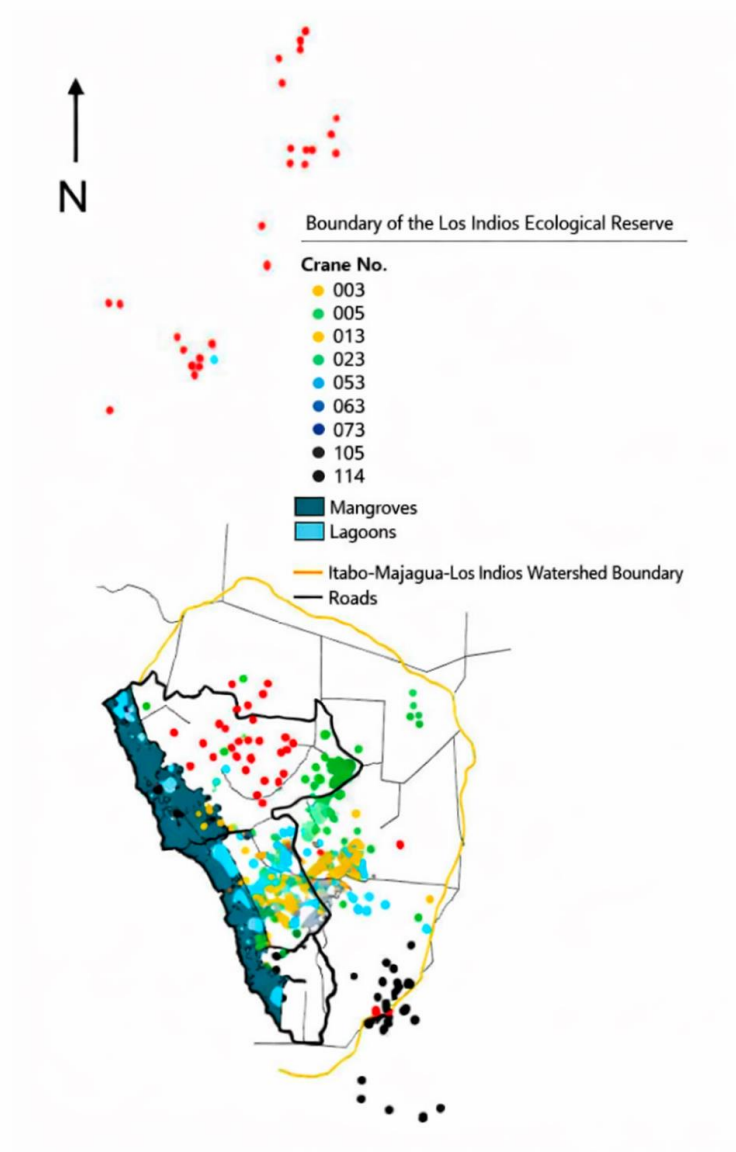


Fig. 3.5. Georeferencing of the foraging sites for the ten Cuban radio-controlled cranes and their relationship with the Itabo-Majagua-Los Indios hydrographic watershed on Isla de la Juventud (juveniles 073 and 114 had territory which extended beyond the limits of the watershed under study).

Table 3.18 shows the residence areas of nine of the 10 radio-outfitted cranes within the Itabo-Majagua-Los Indios watershed, which were obtained using the Kernel method for 95% probability. The first thing to note is the great variability of estimates, ranging from 1.13 km² (Crane 063) to 16.08 km² (Crane 073). By discarding non-adult cranes, the variability decreases and an average value of

2.98 km² is obtained for adult cranes, which falls within the estimates by Nesbitt (1994) and Duan *et al.* (1997).

Age/Condition Reproductive	Crane	Area of the home area
Non-adult	073	1608.29
	114	119.38
Non-reproductive	003	259.26
Incubating only	105	410.19
	063	113.58
	053	489.23
	013	319.31
Breeding chicks	005	208.43
	023	247.53
Average ($\pm$ typical error)		298.04 $\pm$ 137.25
(Only reproductive adults)		(CV = 46.05 %)

CV = Variation ratio

Table 3.18. Area (ha) of the home areas of the nine radio-outfitted Cuban Sandhill Cranes, within Itabo–Majagua–Los Indios watershed, Isla de la Juventud.

The GIS we used allowed us to calculate the proportions of the areas of the different types of vegetation, and these proportions were averaged and then compared with those existing for the total watershed as a measure of the degree of selectivity of the types of habitats at the level of the home area. The selectivity rate we calculated indicates that only the habitat types composed of savanna in natural recovery (SS), semi-enclosed natural savanna (SNC), and pastureland (SP) were chosen. The other habitat types were used according to their abundance, or were chosen to a lesser degree than their abundance (Table 3.19).

Habitat	Proportion (%) in watershed (D)	Average proportion in home area (U)	S = U D
SSC	18.9	23.1	1.2
SP	16.5	24.0	1.4 +
CA	16.3	15.1	0.9
OT	10.7	3.6	0.3 -
SNA	8.9	4.4	0.5 -
CAY	7.7	6.6	0.8
SPPA	6.8	0.6	0.1 -
SNC	4.6	7.6	1.6 +
SS	3.7	9.8	2.6 +
LG	3.4	3.7	1.1
SPPC	2.4	0.9	0.4 -

S = Selectivity rate

+/- = selected above or below its availability

Table 3.19. Proportion of habitats in Itabo – La Majagua – Los Indios watershed and in the home areas of nine radio-outfitted cranes on Isla de la Juventud.

The results of this analysis do not totally coincide when compared with the records of individual cranes (Table 3.20). Here, it must be taken into account that this individual record basically detects the foraging microhabitat, while the distribution area includes the uses for other activities, such as reproduction, rest, or places to roost.

Category of use of habitat	Individual record of cranes	Proportion in the home area
Selected	SNA	SS
	SS	SNC
	SP	SP
Proportionately used	SSC	SSC
	LG	CA
		CAY
		LG
Rejected	SNC	SOT
	CAY	SNA
	CA	SPPA
	SPPA	SPPC
	SOT	
	SPPC	

Table 3.20. Comparison of uses of habitat by radio-outfitted cranes in Itabo – Los Indios watershed, Isla de la Juventud, using two methods.

Comparing each area of distribution individually, we observe that the number of each habitat type within them changed little (amplitude from eight to eleven). The average number of patches and their variability seems to be the factor which best differentiates home areas, since their amplitude ranged from 13.6 to 29.4.

In general, household areas, on average and in relation to the degree of habitat fragmentation (patches), are more similar to the area outside the AP than within the AP (Table 3.21); specifically, the average number of vegetation patches and their diversity and equity are more similar to the outside area. This could be due to the fact that cranes seek, in their area of origin, more patch diversity and heterogeneity due to their omnivorous foraging habits, as Mullins and Bizeau (1978) pointed out, and Folk and Tacha (1990) cited.

Variables	Region		Home area of cranes
	Inside	Outside	
No of habitat	10	10	10
Total No of patches	252	219	200
Average No of patches per habitat	25.2	21.9	19.6
(Variation rate)	(71.4)	(66.2)	(82.2)
Diversity of patches (H) - (Total vegetation)	1.41	1.82	1.94
Equitability of patches (E) - (Total vegetation)	0.67	0.87	0.85
Diversity of patches (H) - (Vegetation for nesting)	0.65	1.32	-----
Equitability of patches (E) - (Vegetation for nesting)	0.47	0.95	-----

Table 3.21. Variables for the habitat patches inside and outside Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

When we obtained the home areas for each radio-outfitted bird, we corroborated that all of them, without exception, including the crane that lost its radio, visited this area outside the Ecological Reserve, to forage (Figure 3.6). Through the GIS, the composition in terms of habitat types and size of said area was determined, as well as some observations of those found when monitoring this area for two months, to explain part of this overuse. In the months of September, early October, November, and December, an average of 21 cranes per day were concentrated in this area, with a range of 11 to 38. Examining the holes made by the birds and their feces, we determined that this coincided with the appearance of abundant beetles on the cow dung concentrated on the farmland, with the gathering of the cricket (*Anurogryllus* sp.) for mating, and with several species of orthopterans in the artificial grass. In December and January, we found abundant crickets in the nymphal state, and beetle larvae under the grasses, which were removed by cranes when searching for these larvae.

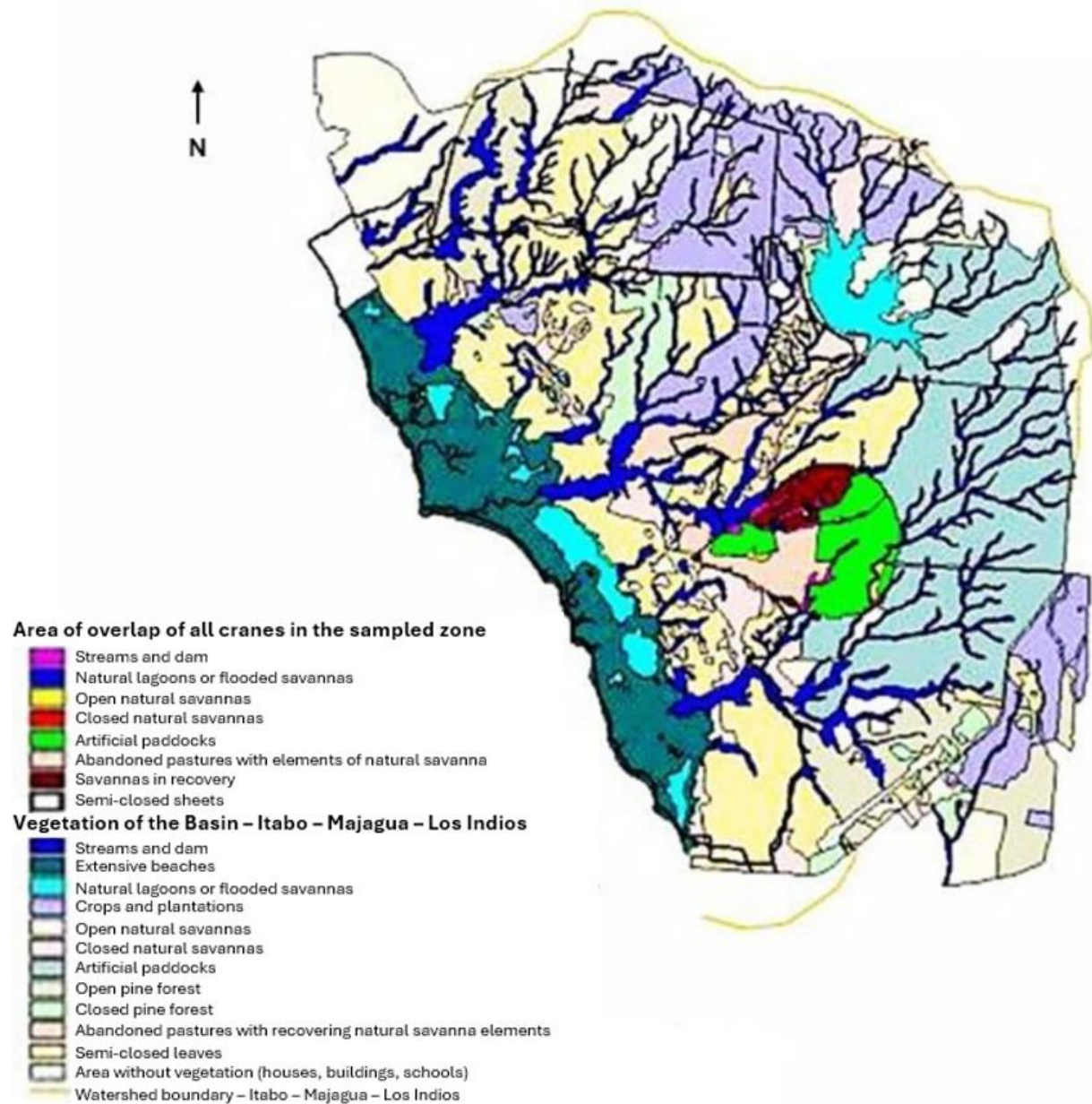


Fig. 3.6. Area of overlap of the home ranges of the 10 radio-outfitted cranes and their relationship with vegetation (Itabo – La Majagua – Los Indios) and watershed, Isla de la Juventud.

In contrast to the aforementioned results of non-different use, cranes make use of the areas inside and outside the Protected Area to forage. The AP seems to be effective in the conservation of breeding sites, since 87.8% of the nests made over these seven years were within its limits (Figure 3.7). In 1999, 2000, and 2002, with the same search effort, there was a slight expansion to two areas

outside the AP. In addition, there is an evident relationship between all the nests with the network of streams in the watershed composed of three rivers.

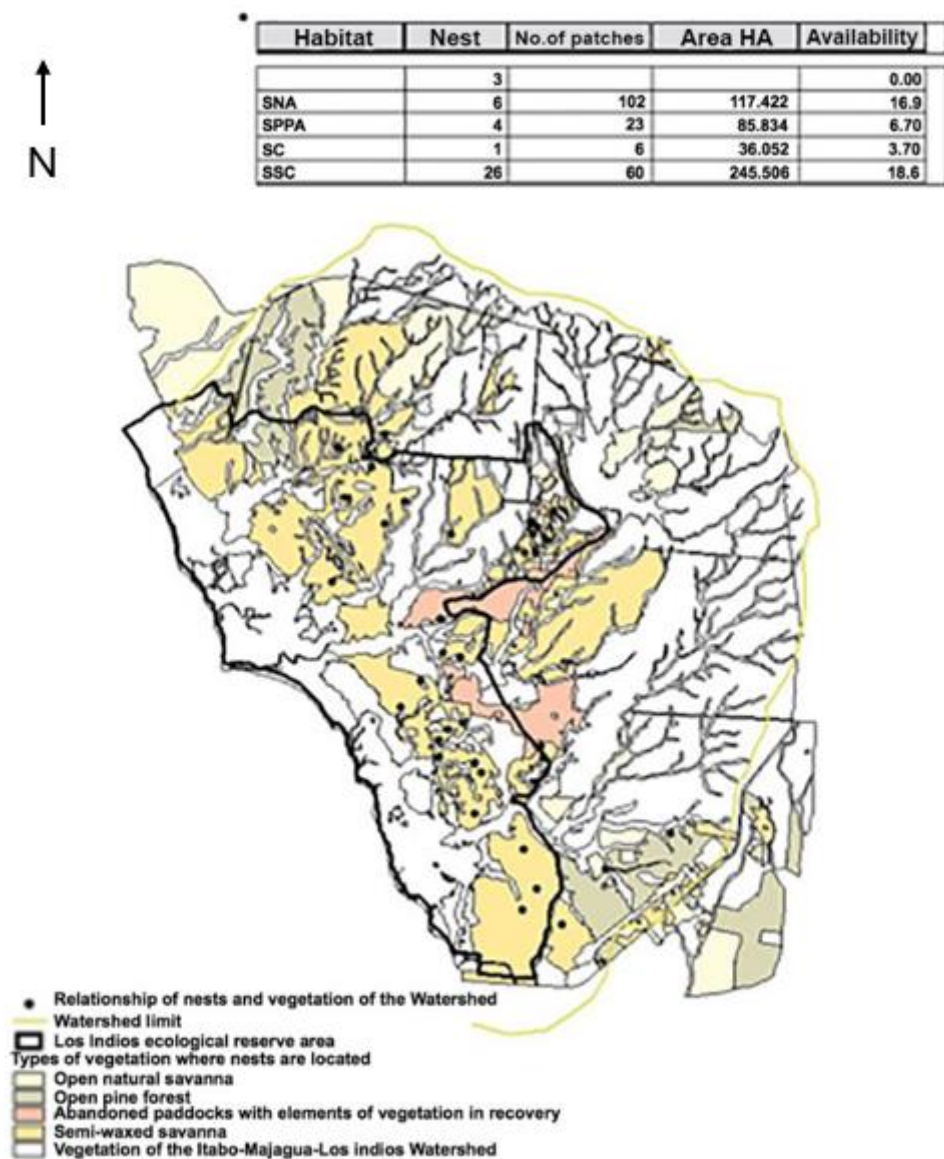


Fig. 3.7. Georeferencing of the Cuban Sandhill Crane nests located in seven years of study in the Itabo-La Majagua-Los Indios watershed and the relationship of the use they make of four of the 11 types of habitats available on Isla de la Juventud and their proximity to water.

Of the 11 types of habitat existing in the basin, the cranes only used four to make their nests, the natural open savanna: (SNA), with an availability rate of 8.9%, the open pine forest which, due to its

appearance, is very similar to the natural savanna (SPPA) with an availability of 6.8%, and the recovering savanna (SS) with 3.7%. In the semi-enclosed savanna (SSC), shrubs are composed mainly of *Hypericum* spp. and *Tabebuia lepidophylla*, whose availability is 18.9%. The proportional use of these habitats by nesting cranes was SNA = 24.2%; SPPA = 17.7%; SS = 7.7% and SSC = 50.6%.

If we take into account only these four types of nesting sites with respect to the total basin, the four habitats are selected, resulting in selection rates (use/availability) of SNA = 2.7; SPPA = 2.6; SS = 2.0 and SSC = 2.7, indicating a similar selectivity for all these habitats.

It can be observed how, even though the patches in these four habitats are outside the boundary of the AP, and even, on occasions, adjacent (such as SSC and SPPA), there are only a few nests within them. We attribute this to the fact that it is not only the amount and availability of suitable habitats which determines the selection for nesting, but also, the effect of proximity to permanent water sources is key to deciding whether to use the area for nesting or not.

3.15 Implications of the research for the management of the Cuban Sandhill Crane on Isla de la Juventud

A relevant question when choosing a management scale for the conservation of a species includes what type of habitat the species uses, and whether the loss of said habitat is the main cause of its decline (Folk and Tacha 1990), as in the case of the Canadian Sandhill Crane. To do this, we must know the critical habitats of the species which, according to Valentine (1981), are the area of soil, water, and airspace for normal needs and survival.

The first priority in managing the habitat of a threatened species is the increase and expansion of breeding areas (Valentine 1981). The nesting areas of cranes in the study area are included in the elongated strip of natural white-sand savanna near the coast; this is precisely the area that was proposed to be included under protection in 1991, with the category of Ecological Reserve for the highest degree of conservation from the point of view of flora and fauna.

With the elements provided by this study, the first action was to extend the current limits of the protected area by an additional 670 hectares, including potential areas with continuity of these four types of habitat chosen by the cranes to nest within the natural savanna habitat, that is, the SSC, SNA, SS, and SPPA patches. These contiguous patches must be subject to intensive management that includes the following aspects:

- Manual clearing of specific areas of savannas which have been closed.

- Restricting the management and transfer of livestock to the Protected Area (AP) during the breeding season.
- Controlled use of fire.
- Modifying the fences for livestock grazing within the reserve.
- Redefining and expanding the AP protection system.

3.16 Conclusions

The reproduction rates of the Cuban Sandhill Crane in Los Indios Ecological Reserve on Isla de la Juventud had an increase from 1998 to 1999, and a decrease from 2000 to 2001, influenced by rains before and during the breeding season.

The sites chosen by the Cuban Sandhill Crane for nesting presented significant differences compared to the random points in terms of structural variables of vegetation and, in terms of the species of trees, shrubs, and palms, there was less diversity of species richness.

All habitats included in this study were used by cranes, with the exception of closed pine forests, but the proportion of use of each varied, depending on the reproductive condition (in incubation, and incubation and breeding of chicks) and the time of year (dry and rainy seasons).

During the breeding season of cranes (April to July), each breeding condition used a different habitat preferentially. In the non-breeding season (August to January), all cranes, regardless of their previous reproductive status, used the pasture more frequently.

At the macrohabitat level, cranes chose, in greater proportion to their abundance in the environment, the habitats of open savannas, pasturelands, secondary savannas and semi-closed savannas, depending on the reproductive condition and the time of year.

Almost equally, cranes used areas inside and outside Los Indios Ecological Reserve for their foraging activities. The AP seems to be effective in the conservation of breeding sites, since 87.8% of the nests made over these seven years were within its limits (Figure 3.7). In 1999, 2000, and 2002, with the same search effort, there was a slight expansion to two areas outside the AP. An obvious relationship also exists between all the nests and the network of riverbeds in the basin made up of three rivers.

Patches in these four habitats are outside the AP boundary, and even sometimes adjacent (such as SSC and SPPA). There are only a few nests in them. We attribute this to the fact that it is not only the amount and availability of suitable habitats which determines the selection for nesting, but

also, the effect of proximity to permanent water sources is key to deciding whether to use the area for nesting or not.

The sizes of the home distribution area varied depending on the condition of the adult or sub-adult cranes, the latter reaching four times the value of the former.

3.17 Recommendations

- Discuss the proposed new delimitation of the protected area with the entities involved (livestock, tourism, forestry company, and local government) and, if accepted, enforce the proposed intensive management actions.
- Initiate a similar study, within the framework of the conservation project of the National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna, of populations of cranes that live in savannas other than those with white sand, and implement the inclusion of those populations which are not yet part of the National System of Protected Areas. Additionally, prioritize the search for the new location where the cranes live in Birama Swamp.
- Continue to use the databases already created in the Geographic Information System (GIS) of Isla de la Juventud to delve into the following aspects:
 - Learn about the population structure (monitoring of individuals which are already identified and marked in the population).
 - Cause of mortality in chicks and sub-adults.
 - Recruitment rate.
 - Monitor the proposed management.
- Extend study through GIS, using satellite images to identify the quality of the habitat and the other factors in areas of expansion throughout Isla de la Juventud, if the population of cranes in the studied watershed increases with management.
- Develop a pilot plan to include a topic on this threatened species and its habitats in the formal education system in the Isla de la Juventud primary school.
- Continue to implement simultaneous counts with widespread participation every three years in the four populations where they have been carried out and include new populations with this census method which has helped with environmental education.
- Begin studies to learn the gene flow between populations through molecular DNA markers.

UMBRELLA EFFECT OF THE CUBAN SANDHILL CRANE ON THREATENED VEGETATION IN THE WHITE SAND SAVANNAS ON ISLA DE LA JUVENTUD

Considering the crane as an umbrella species mainly stems from the fact that the protection of this bird guarantees the conservation of habitat in reopened savannas (SSC) and abandoned pasturelands (SP), habitats where the greatest plant diversity is concentrated in white sand savannas. In addition, crane conservation efforts contribute to the protection of endemic shrubs (at least 62%) and herbaceous plants (at least 87.5%) found in the areas used by cranes.

Duniet Marrero García
Xiomara Gálvez Aguilera
Vicente Berovides Álvarez
Pavel Martinez Arredondo
Leandro Torrella Prieto

IV. UMBRELLA EFFECT OF THE POPULATIONS OF THE CUBAN SANDHILL CRANE

4.1 Introduction

Umbrella species: a species selected and used to make conservation decisions related to its protection and allowing many other different species which make up the community of its habitat to also be protected indirectly. Key species, flagship species, or umbrella species facilitate conservation decision-making. Umbrella species can be used to help select the location of potential reserves, determine the minimum size of these conservation areas or reserves, and determine the composition, structure, and processes of ecosystems (Roberge and Angelstam 2004).

We assume that this may be the case for the Cuban Sandhill Crane, which lives on the white sand savannas of Isla de la Juventud, a unique ecosystem in the country, with a high degree of plant endemism. To investigate this effect, we set the following objectives:

- Determine the habitats to be described using the criterion of Gálvez Aguilera *et al.* (2002), which establishes a functional classification at different scales for the study of the crane.
- Evaluate the eight habitats which could potentially be used and characterized to establish their relationship with the selection made by the cranes. (See Figure 3.2 in Chapter III, since macrohabitat, natural savannas, anthropogenic savannas and pine plantations were determined in Chapter III).

As **mesohabitat**, the variants of **natural savannas** typified by *Pinus tropicalis* and the Cuban belly palm (*Colpotropinax wrightii*) in sandy, poorly drained soil (Table 4.1) and the variants of **secondary savannas** (Table 4.2) typified by elements of invasive vegetation introduced for livestock were determined. As a microhabitat, we determined the structural composition of a 32 m² plot around the point where cranes were observed foraging.

Name	Code	Arboreal layer	Shrub layer	Herbaceous layer
Open savanna	SNA	Sparse	Isolated or disperse	Short grasses
Semi closed savanna	SSC	Sparse	Open and in patches	Short, usually covered by the shrub layer
Closed savanna	SNC	Rather dispersed	Abundant and can appear very dense in patches	Composed of short herbs and invasive plants
Open pinewoods	SPPA	Isolated or dispersed pines	Very dispersed	Short
Closed pinewoods	SPPC	Closed pines	Absent	Short and dispersed. Soil almost completely covered by pine needles

Table 4.1. Variants of natural savannas in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

Name	Code	Arboreal layer	Shrub layer	Herbaceous layer
Pastureland	SP	Absent	Absent	Secondary herbaceous plants
Recovering savanna	SS	Absent	Dispersed, autochthonous vegetation that has recovered	Secondary herbaceous plants
Other plantations	SOT	Timber or fruit-bearing trees	Dispersed	Short grasses

Table 4.2. Variants of the secondary savannas in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

4.2 Methodology

Evaluation of vegetation in foraging areas. The study of vegetation in foraging habitats was divided into three phases, as shown in Figure 4.1. The work analyzed the data corresponding to the breeding season and part of the dry and rainy seasons in Stage 1, corresponding to May through June 2001. The primary purpose of this work was to place radio transmitters on 10 cranes in 2001, as in Gálvez Aguilera (2002).

					Stage 1				Stage 2		Stage 3		
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		
Dry season					Rainy season					Dry season			
Non-reproductive			Reproductive season				Non-reproductive season						

Fig. 4.1. Diagram illustrating the three phases of the study and, specifically, the phase analyzed here.

To determine the size of the plots where vegetation was assessed at the foraging sites, the minimum sampling area was calculated (Lacoste and Salanon 1978), and plots of 32 m² (8 x 4 m) were established. Using a Global Positioning System (GPS), (brand: Magellan 300), we located, as the center of the plot of land, the point shown by this equipment, according to Lambert's east-north coordinates, taken previously while conducting visual contacts at the foraging sites. Visual contact should be understood as the point of observation of the crane in the field. Thus, each plot of land was established at points where we know for certain that the cranes fed for at least five minutes.

We also made random plots (replicas) mainly to make a description of the entire area where the cranes move and have a pattern, to be able to make comparisons between the areas where the cranes are fed, and those where they move, but not for foraging activities. All plots of land were randomly oriented in the field, either north-south or east-west, and located on the transect line toward one of these directions. The transect line is the one which crosses the center of the terrain and divides it into two equal rectangles of 8 x 2 cm. In each period, taking into account the number of visual contacts, the number of random plots to be studied was determined. In this way, in those habitats where the number of visual contacts decreased, that is, the cranes did not use it to feed, the number of random plots increased and vice versa, thus achieving a representative description of the habitat, with the exception of the habitats of open pine forests, which were not described in the period from November to December, because the crane that visited it regularly lost its radio transmitter, and the study could not be continued. The number of samples per period and per habitat is shown in Table 4.3.

Habitat	May-June		Sept-Oct		Nov-Dec	
	With crane	Without crane	With crane	Without crane	With crane	Without crane
SNA	16	24	11	81	21	26
SSC	41	26	10	25	11	11
SNC	0	13	0	13	3	11
SPPA	9	3	0	15	1	1
SPPC	4	15	0	4	0	0
SOT	2	4	1	6	0	0
SP	25	26	49	0	38	5
SS	13	18	10	27	23	23

Table 4.3. Number of samples per period and type of habitat.

The points for making the plots of land corresponding to the visual contacts (points taken with the GPS) were located on a 1:10,000 map at the Biological Station. The points for making random land plots (replicas) were determined by taking a 1:10,000 map similar to the previous one and dividing it into 1 x 1 cm grids. Each intersection was numbered consecutively, and then the points which would be randomly sampled were decided. The East-North Lambert coordinates of these points, determined from the map, were entered into the GPS for later location in the field. Each plot was marked in the field with wooden stakes and rope, in such a way as to have an accurate view of the area it occupied, and it was analyzed and rigorously determined whether or not a species was within the boundaries of the plot (Fig. 4.2).



Fig. 4.2. Equipment used for the study of vegetation in the foraging areas.

After a proper analysis, we placed a wooden stake in the center of each plot of land with a metal plate containing its number and that of the radio transmitter identifying the crane which was being monitored at that point, or else indicating that it was a random plot of land. In addition, a colored ribbon was placed to facilitate the search, in case it was necessary to return at another time. This signage allowed us to reduce the implicit error which occurs with GPS when locating the point in the field (approximately 8 m), since, if it were necessary to relocate the plot, we would have the correct point of the first location. According to Shugart in Morrison *et al.* (1998), all plots of land were analyzed to determine their structure and flora composition.

4.3 Variables analyzed in each plot

We take the general data of all land plots: number of plot of land, study period, orientation of East-North Lambert coordinates, and habitat (using vegetation code) (Figure 4.3).

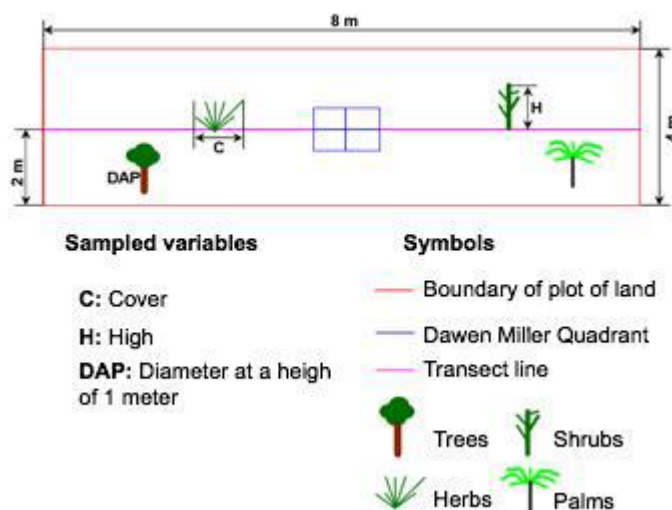


Fig. 4.3. Diagram illustrating the measures taken in the plots of vegetation on the foraging sites.

We evaluated all the trees within the plot of land, noting the name of each species, the number of individuals per species and the total, and the diameter (cm) at a height of 1.5 m (DAP). Plants over 1.5 m tall and with a defined trunk were considered trees. We also evaluated all the palm trees within the plot, noting the name of each species, the number of individuals per species, and the total. As for the shrubs, we evaluated them on the transect of the plot of land, taking the number of each species, the number of individuals per species, and the total, plus the heights (cm). Plants less than 1.5 m tall or of indefinite trunk were considered shrubs. We also evaluated the herbaceous plants on the transect line. We wrote down the name of each species and measured its coverage.

The distance (cm) that the grass covered in the transect line was taken as coverage. We analyzed the visual obstruction in the ground, making observations 10 m from the central point and at a height of 1.5 m in the direction of the four cardinal points (north, south, east, and west). By placing a Robel pole in the center of the terrain, graduated every 10 centimeters, and where each division equals 10 percent visual obstruction, the number of sectors covered by the slate vegetation was taken as the visual obstruction value (in percent). In those plots of land located in natural savannas (including each variant of them), we determined the soil coverage, following the Dawen Miller quadrant method. The Dawen Miller quadrant is a 25 x 14.5 cm rectangle made of wood, which is divided into four equal sub-quadrants. When locating the quadrant in the center of the plot of land, we took the values (in percentage) of coverage, taking into account the existence of clean sand and fallen leaves in each of the sub-quadrants, which were determined clockwise, taking the quadrant in the northeast direction as the first quadrant.

In the plots of land located in anthropogenic savannas, we determined the ground cover, using a wooden instrument that has 10 holes, 10 cm apart, where we touched a metal rod to the ground. We take what the rod touched on the ground as the coverage variable, whether it was clean sand, grass, or fallen leaves. This 1-m-long instrument was placed on the transect line, alternating the analysis every two meters, until it covered the entire line, and this way, we studied the coverage four times throughout its extension, covering a total area of four alternating meters.

We evaluate the herbaceous plants, noting the name of each herbaceous species in the transect line, grouping them into two categories: from 0 to 25 cm in height and from 25 cm to 50 cm in height. These variables were compared between points corresponding to visual contacts and random points, taking into account habitats, using an analysis of bi-factorial variance (Zar 1999) after demonstrating the normality and homoscedasticity of the data using Kormogrov-Simrnov and Battle Tests, respectively. These variables at random points were used to associate the different habitats previously defined, using a non-parametric correlation (rs). The resulting matrix was then used to do a cluster analysis for structural description. We used the data obtained for the structural variables studied to make graphs that allow a better understanding of the analysis of the results. For this, the data were sorted by habitat, according to the plots of land without cranes, which represented the habitats found in this savanna. The values obtained for the plots of land without cranes were compared with those obtained for the plots of land with cranes, which represent the foraging sites. For the study of the role of the crane as an umbrella species, ecological rates were determined (Krely 1999) corresponding to the study of flora diversity in the analyzed habitats. The plants which could not be identified were collected, to later consult the literature and determine their taxonomic location.

4.3. Results and Discussion

4.3.1 Structural description of foraging sites

The classification of plant forms, taking into account structural variables, showed a well-defined grouping into natural savannas, on the one hand, and into pastureland and anthropogenic savannas, on the other hand, which is shown in Figure 4.4. It can be observed how semi-enclosed savannas (SSC) look more like pine forests than open savannas (SNA) and how these three habitats are similar to each other. Then we grouped the anthropogenic savannas (SP and SS), in which a high rate of similarity can also be observed. All this proves that the measured structural variables are suitable for habitat classification.

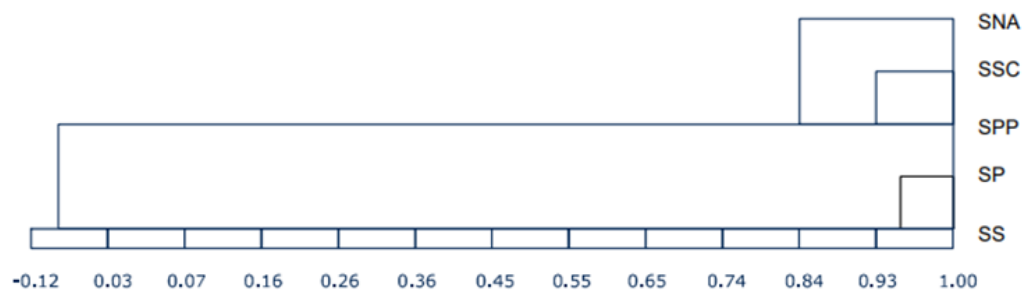


Fig. 4.4. Dendrogram which relates different habitats used as foraging areas by the Cuban Sandhill Crane in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud. SPPA and SPPC are included in SPP.

Tables 4.4 and 4.5 show how the structural variables sampled in each of the natural and anthropogenic habitats, both in the plots of land with cranes (visual contacts) and without cranes (replicas), were recorded by organism.

Life-forms	Condition	Variables	SNA		SSC		SP	
			Average	S	Average	S	Average	S
Trees	With cranes	Number	0.44	0.41	0-66	1-18	1.40	0
		DAP (cm)	12.75	7.17	20.33	14.44	31.30	0
	Without cranes	No	0.13	0.00	0.42	0.32	5.42	0
		DAP (cm)	14.33	8.14	12-50	6.12	28.80	0
Shrubs	With cranes	Number	2.56	1.13	4.10	4.10	1.92	0
		Height (cm)	0.60	0.37	0.55	0.40	0.73	-
	Without cranes	Number	3.54	3.13	4.65	3.30	1.66	0
		Height (cm)	0.56	0.33	0.55	0.31	0.85	-
Palms	With cranes	Number	1.33	7.81	0.56	3.83	1.00	0
	Without cranes	Number	0.08	0	1.00	3.11	2.80	2.49
Herbs	With cranes	Cover (cm)	62.32	115.64	64.13	112.49	43.63	22.36
	Without cranes	Cover (cm)	23.18	43.75	16.67	19.97	26.44	27.50

S = Standard deviation

Table 4.4. Behavior of structural variables studied by life forms in natural savanna habitats, Isla de la Juventud.

Regarding trees, as shown in Figure 4.5., there are no differences between plots of land with or without cranes in savanna habitats, both natural and anthropogenic (SS, SNA, SP, and SSC), and there is selectivity only in the pine forest habitats (SPPA and SPPC), where, with a greater number of trees, the cranes look for the areas where there is less density. That is, cranes choose areas with low tree density, depending on the type of habitat. Table 4.6 shows that there are significant differences in the plots of land with and without cranes, as well as in the interaction between habitats, confirming the differences visually observed in Figure 4.6.

Life-forms	Condition	Variables	SP		SS	
			Average	S	Average	S
Herbs	With cranes	Cover 25 (m)	2.05	2.56	3.05	12.76
		Cover 50 (m)	0.47	1.12	0.16	0.37
	Without cranes	Cover 25 (m)	2.60	2.65	2.52	3.17
		Cover 50 (m)	0.42	0.78	0.83	2.50

S = Standard deviation

Table 4.5. Behavior of structural variables studied by life forms in habitats of anthropogenic habitats, Isla de la Juventud.

Variable	Habitat	Condition	Average	S	Habitat	Condition	Interac.
No. of trees	SNA	With crane	0.44	0.41	***	***	***
		Without crane	0.13	0			
	SPP	With crane	1.40	0			
		Without crane	5.42	0			
	SSC	With crane	0.66	1.18			
		Without crane	0.42	0.32			
Diameter of the height of 1 m (DAP)	SNA	With crane	12.75	7.17	***	NS	NS
		Without crane	14.73	8.14			
	SPP	With crane	31.70	0			
		Without crane	28.80	0			
	SSC	With crane	20.33	4.10			
		Without crane	12.50	3.30			
Number of bushes	SNA	With crane	2.56	1.13	NS	NS	NS
		Without crane	3.54	3.13			
	SPP	With crane	1.92	0			
		Without crane	1.86	0			
	SSC	With crane	4.10	4.10			
		Without crane	4.85	3.30			
Shrub height	SNA	With crane	0.60	0.37	***	NS	NS
		Without crane	0.56	0.33			
	SPP	With crane	0.73	-			
		Without crane	0.85	-			
	SPP	With crane	0.55	0.40			
		Without crane	0.55	0.31			
Number of Palm		With crane	1.33	7.81			
		Without crane	0.08	0			
		With crane	1.00	0			
		Without crane	2.80	2.49			
		With crane	0.56	3.83			
		Without crane	1.00	3.11			

S = Standard deviation

NS = Not significant

Table 4.6. Statistical significance of the structural variables studied by life-form and by habitat in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud. SPPA and SPPC are included in SPP.

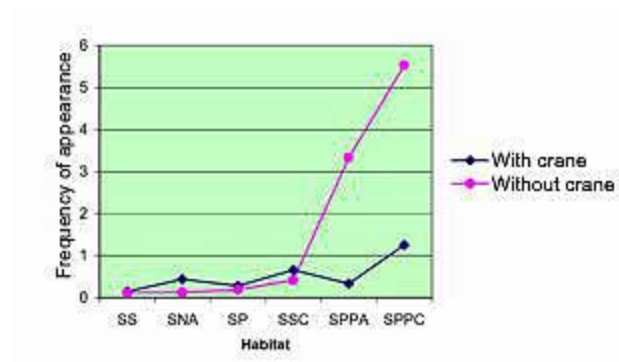


Fig. 4.5. Frequency of appearance of trees in the May to June stage for plots with and without cranes, Isla de la Juventud.

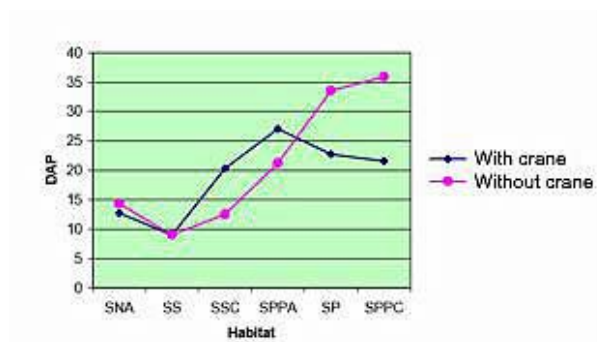


Fig. 4.6. DAP values for the May to June stage of trees with and without cranes, Isla de la Juventud.

In turn, these trees have small canopies and thin trunks, so the visual obstruction and the coverage they provide are minimal, with no defined pattern of habitat selection observed according to DAP (Figure 4.6). Table 4.6 shows that there are no significant differences in the variables.

Regarding the Florida population (*A. c. pratensis*), Tacha *et al.* (1992) describe a preference for areas in open marshes with few trees and palms, pasturelands, and other areas with little growth, with almost no use of the driest habitat. Guthery (1976) establishes that, for South Texas cranes, the use of vegetation types is more frequent and sustained where there are shrubs and trees in densities ranging from small to moderate. In the case of shrubs, the structural composition is not what determines the behavior of the bird, but rather, the bird chooses the habitat according to its taxonomic composition, as shown below, so there is no defined pattern between the number of shrubs and their height when comparing plots of land with and without a crane (Figures 4.7 and 4.8).

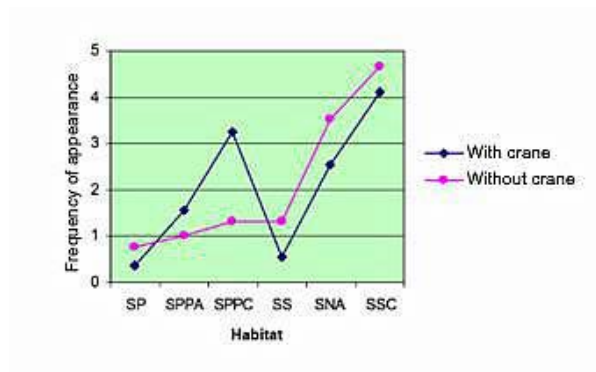


Fig. 4.7. Frequency of shrub appearance in May-June in plots with and without cranes, Isla de la Juventud.

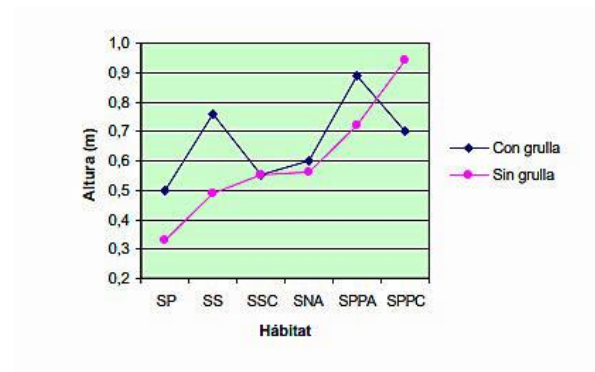


Fig. 4.8. Height values of shrubs in plots with and without cranes, Isla de la Juventud.

Additionally, the statistical values were not significant either for the number or height of shrubs, in terms of plots of land with and without cranes and in terms of the interaction between habitats. This is mainly because the fruits of the bushes in these white-sand savannas on Isla de la Juventud are an important component in the diet of cranes. Littlefield (1981) reported that the population of cranes in the Rocky Mountains which winter along the Rio Grande have foraging habits based primarily on corn, wheat, cotton, and barley fields; however, Guthery (1976) states that, while rice and sorghum are important sources of energy, native plants are the main diet of cranes in South Texas. As mentioned in the description of Los Indios Ecological Reserve, palm trees, despite being one of the typical trees in that area, are distributed with low density and are not a determining factor in these habitats. Their characteristics, from the point of view of the cranes, are very similar to trees: low density, thin trunk, and small crown, and there is no defined pattern in terms of the behavior of the cranes according to the number of palms (Figure 4.9).

Regarding herbaceous plants, although there are differences between the values of herbaceous coverage per habitat, both in natural and anthropogenic habitats, these differences are not statistically significant (Tables 4.4 and 4.5) in the plots of land with and without interaction between habitats. However, these results can be interpreted in terms of their biological significance. As shown in Figure 4.10, in natural habitats, the coverage provided by herbaceous plants is used according to habitat characteristics. In these savannas (SNA and SSC), the use of herbaceous plants as food is very remarkable, since they provide not only plant food but also animal food, since the cranes find small invertebrates that live associated with the roots.

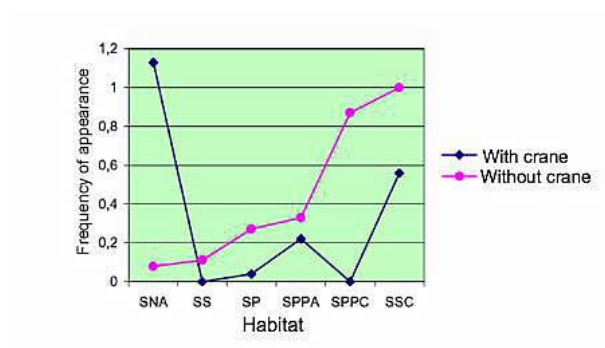


Fig. 4.9. Frequency of appearance on plots with and without cranes, Isla de la Juventud.

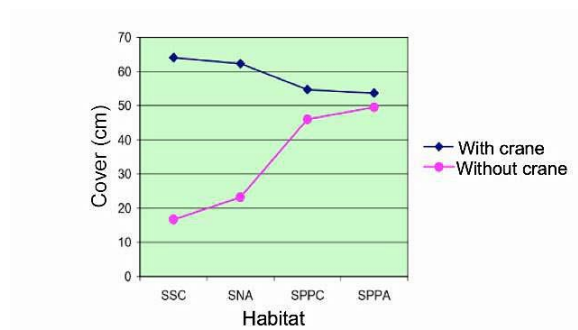


Fig. 4.10. Cover of herbaceous plants in natural habitat in May-June, in plots with and without cranes, Isla de la Juventud.

As for the pine forests, the lower herbaceous cover makes it easier to obtain invertebrates and larvae which live in the soil. These results coincide with Guthery (1976), who reports an animal component in cranes' diets composed of insects, in adult, larval, and pupal stages, which the cranes get by scratching with their legs, or beak, or both. Reinecke and Krapu (1986) report that the cranes in Nebraska have a diet composed of invertebrates, including worms, mollusks, and insects. In pine forests, this bird does not usually use herbaceous plants as food and they have often been found as part of the material for the nest, together with those of the Poaceae family (*Sorghastrum stipoides*) (Gálvez Aguilera 2002). As for anthropogenic habitats (SP and SS), their use is determined by the herbaceous cover, according to their height (Figures 4.11 and 4.12)

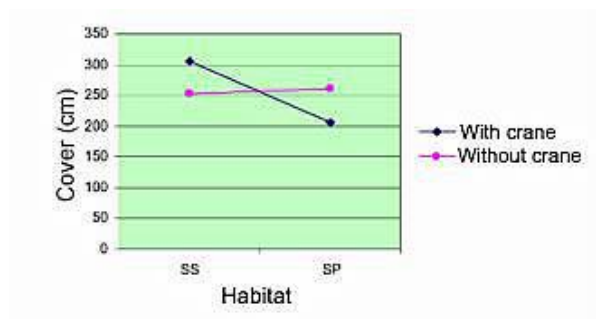


Fig. 4.11. Coverage of herbaceous plants up to 25 cm in height in plots with and without cranes, Isla de la Juventud.

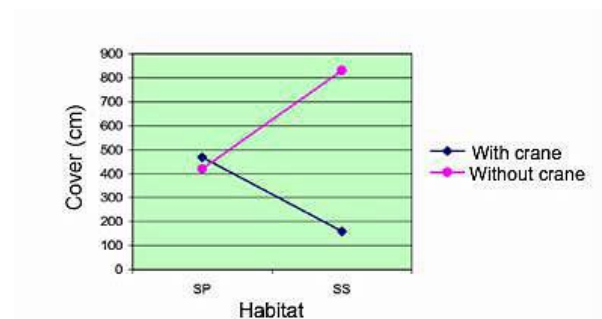


Fig. 4.12. Coverage of herbaceous plants between 25 and 50 cm high in plots with and without cranes, Isla de la Juventud.

In secondary savannas (SS), cranes most often look for herbaceous plants which are less than 25 cm tall to forage on, while in pasturelands (SP), cranes are found in areas where herbaceous plants are mostly 50 cm tall. This can be explained by taking into account the progressive recovery of native vegetation in secondary savannas (SS), which include scattered trees and shrubs which provide some protection to cranes. The short grasses, in addition to being food, facilitate finding small invertebrates and larvae in the soil. However, in pasturelands (SP), this native vegetation is non-existent, so tall grasses make it possible to maintain a balance between foraging and achieving a certain amount of protection. In general, these results coincide with Johnson (1980), who identified the height of plants above the ground, mainly in cereal fields, as a mechanism for selecting the foraging habitat. Guthery (1976) reports that herbaceous vegetation cover in sandy areas is usually less than 80% (visual estimate), and that cranes usually choose open foraging sites, at points where vegetation is almost always less than 25 cm high. Sand cover in natural savannas on plots of land with cranes had similar values, as shown in Table 4.7. A selection of sand cover by the birds can be observed, regardless of habitat.

Variable	Condition	SNA		SSC		SPP		SP		SS	
		Ave.	S	Ave.	S	Ave.	S	Ave.	S	Ave.	S
Sand cover (%)	With cranes	45	16.74	47.43	24.76	56.66	17.99	16.25	12.13	32.78	24.16
	Without cranes	48.98	19.47	50.30	24.21	22.92	39.69	13.41	9.51	13.21	6.41
Fallen leaves cover (%)	With cranes	-	-	24.58	18.72	23.14	32.79	25.83	14.55	33.18	26.48
	Without cranes	-	-	83.3	36.1	81.99	20.83	13.41	97.6	15.94	13.82
Visual obstruction to north	With cranes	33.33	20.93	41.42	25.10	28.46	16.76	50.80	24.14	43.57	28.99
	Without cranes	22.50	17.75	52.86	29.74	48.57	35.79	39.13	27.46	57.69	37.67
Visual obstruction to south	With cranes	32.66	22.82	37.81	25.59	23.08	9.47	55.20	26.94	54.29	34.80
	Without cranes	22.08	13.83	51.20	29.86	44.50	33.52	42.17	29.07	52.94	33.17
Visual obstruction to east	With cranes	31.33	23.26	39.76	25.90	26.92	14.37	46.80	26.73	48.57	34.16
	Without cranes	32.92	22.74	43.81	27.14	74.29	37.80	38.26	28.07	53.08	36.37
Visual obstruction to west	With cranes	46.00	32.69	43.10	25.52	33.08	25.29	56.80	24.95	50.00	34.64
	Without cranes	28.33	23.90	47.38	28.63	60.50	34.64	37.39	23.59	66.15	37.09

S = Standard deviation

Table 4.7. Behavior of the structural variables studied in terms of land cover and visual obstruction in plots with and without cranes in natural and anthropogenic savannas in Los Indios Ecological Reserve. SPPA and SPPC are included in SPP.

Figure 4.13 shows how, on natural savannas, cranes forage at sites where the sand cover is very similar to that on plots of land without cranes, while, in pine forests, cranes prefer to feed in sites where this cover is much wider than the one observed in plots of land without cranes. However, as shown in Table 4.8, the statistical values did not have any significant difference in the anthropogenic savannas. Values differ in plots of land with cranes, and Figure 4.14 shows how, in pasturelands (SP), cranes feed in areas where the sand layer is much narrower than in secondary savannas (SS).

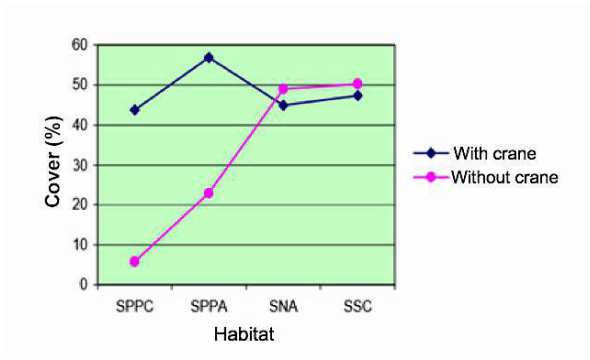


Fig. 4.13. Sand cover in plots with and without cranes on natural savannas in Los Indios Ecological Reserve.

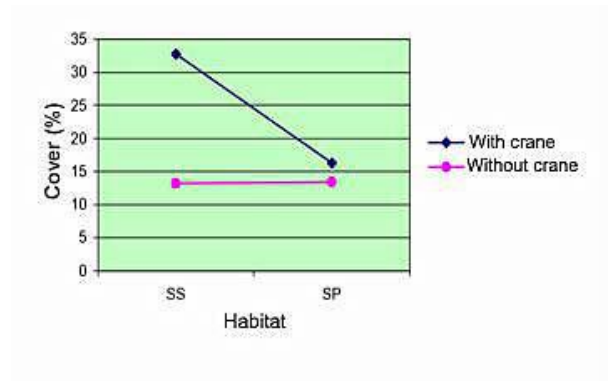


Fig. 4.14. Sand cover in plots with and without cranes in pasturelands (SP) cranes feed in areas where sand cover is much narrower than in secondary savannas (SS) in Los Indios Ecological Reserve.

Variable	Habitat	Condition	Average	S	Habitat	Cond.	Interac.
Sand cover (*) Natural savannas	SNA	With crane	45.00	16.84	NS	NS	NS
		Without crane	48.98	19.47			
	SPP	With crane	56.86	17.99			
		Without crane	22.92	39.69			
	SSC	With crane	47.43	24.76			
		Without crane	50.30	24.21			
Sand cover (*) Anthropic savannas	SP	With crane	16.25	12.13	NS	**	NS
		Without crane	13.41	9.51			
	SS	With crane	32.78	32.78			
		Without crane	13.21	6.41			
Fallen leaves cover (*) Natural savannas	SP	With crane	23.14	32.79	***	***	***
		Without crane	81.99	20.83			
	SS	With crane	24.58	18.72			
		Without crane	8.33	3.61			
Fallen leaves cover (*) Artificial savannas	SP	With crane	25.83	14.55	NS	**	NS
		Without crane	13.41	9.76			
	SS	With crane	33.18	26.48			
		Without crane	15.94	13.82			
Herb cover (*) Natural savannas	SNA	With crane	62.32	115.64	NS	NS	NS
		Without crane	23.18	43.75			
	SPP	With crane	43.63	22.36			
		Without crane	27.50	27.50			
	SSC	With crane	64.13	112.49			
		Without crane	16.67	19.97			
Herb cover (*) Anthropic savannas	SP	With crane	42.65	40.14	***	NS	NS
		Without crane	50.39	28.71			
	SS	With crane	19.00	15.24			
		Without crane	35.88	22.84			

S = Standard deviation

NS = Not significant

Table 4.8. Statistical significance of the structural variables studied in terms of land cover in plots with and without cranes in natural and anthropogenic savannah habitats in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud. SPPA and SPPC are included in SPP.

Selection of these anthropogenic habitats, according to the sand layer. Statistical analyses show significant differences between plots of land with and without cranes in anthropogenic

savannas. It is logical that, in secondary savannas (SS), sand cover values increase in plots of land with cranes and approach those obtained in natural savannas, if we take into account that it is a recovering habitat that, to some extent, has elements and characteristics similar to natural savannas. In the pastures, the grass sown for livestock feed is spread across the land, and the sand cover values are therefore lower than those found in the rest of the habitats.

The coverage of fallen leaves is a variable that showed differences in all habitats (Table 4.9), and it is observed that cranes select the coverage of fallen leaves according to habitat (Table 4.15). This table shows significant differences between the cases (natural savannas and anthropogenic savannas), with the differences in natural savannas being more noticeable, where there is not only a selection, but also interaction, according to habitat (Figures 4.15 and 4.16).

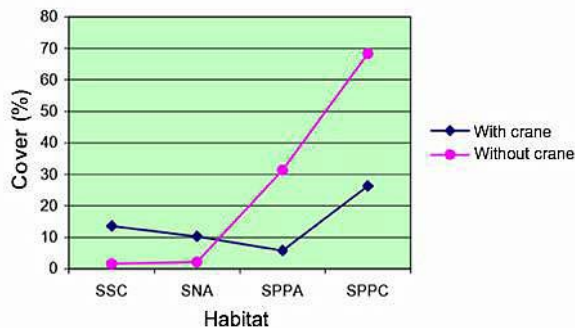


Fig. 4.15. Coverage of fallen leaves on plots with and without cranes in natural savannas in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

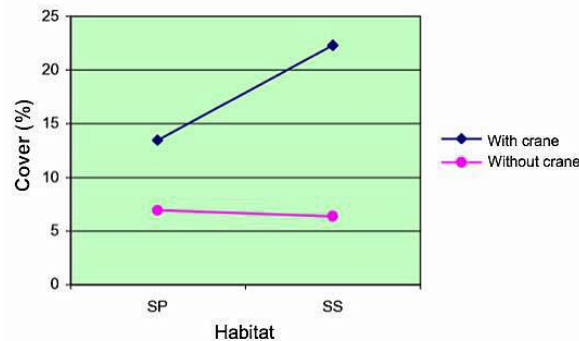


Fig. 4.16. Coverage of fallen leaves in plots with and without cranes in anthropogenic savannas of Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

Variable	Habitat	Condition	Average	S	Habitat	Cond.	Interac.
Visual obstruction to north	SNA	With crane	33.33	20.93	**	NS	*
		Without crane	22.50	17.75			
	SPP	With crane	28.46	16.76			
		Without crane	48.77	35.59			
	SSC	With crane	41.42	25.10			
		Without crane	52.86	29.54			
	SP	With crane	50.80	24.14			
		Without crane	39.13	27.46			
Visual obstruction to south	SNA	With crane	32.66	22.82	***	NS	*
		Without crane	22.08	13.83			
	SPP	With crane	23.08	9.47			
		Without crane	44.50	33.52			
	SSC	With crane	37.81	25.59			
		Without crane	51.20	29.86			
	SP	With crane	55.20	26.94			
		Without crane	42.17	29.07			
Visual obstruction to west	SNA	With crane	31.33	23.26	NS	NS	*
		Without crane	32.92	22.74			
	SPP	With crane	26.92	14.37			
		Without crane	74.29	37.80			
	SSC	With crane	39.76	25.90			
		Without crane	43.81	27.14			
	SP	With crane	46.80	26.73			
		Without crane	38.26	28.07			
Visual obstruction to west	SNA	With crane	46.00	32.69	NS	NS	**
		Without crane	28.33	23.90			
	SPP	With crane	33.08	25.29			
		Without crane	60.50	34.64			
	SSC	With crane	43.10	25.52			
		Without crane	47.38	28.63			
	SP	With crane	56.8	24.95			
		Without crane	37.39	23.59			

	SS	With crane	50.00	34.64			
		Without crane	66.15	37.09			

S = Standard deviation

NS = Not significant

Table 4.9. Statistical significance of the structural variables studied in terms of land cover in plots with and without cranes in natural and anthropogenic savannah habitats in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

In open and semi-closed natural savannas (SNA and SSC), it is observed that cranes choose sites where the coverage of fallen leaves is wider compared to that existing in plots of land without cranes (Figure 4.17). This can be explained because the invertebrates and insects the cranes feed on accumulate on fallen leaves. However, in pine forests, where these values of fallen leaves increase considerably due to the accumulation of pine needles, cranes choose areas with less fallen leaf cover which facilitate access to the above-mentioned animal feed.

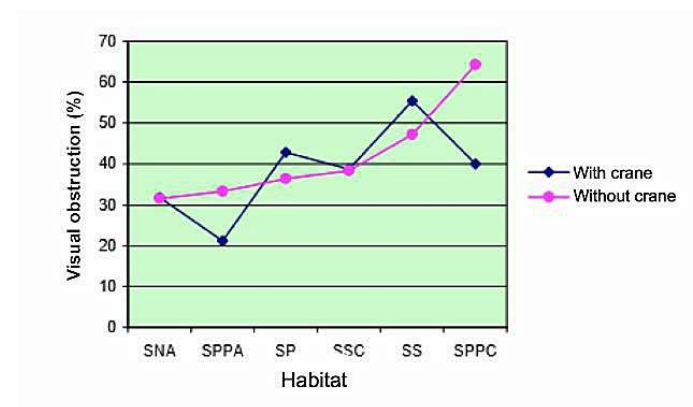


Fig. 4.17. West visual obstruction in plots with and without cranes in natural and anthropogenic savannas, Isla de la Juventud.

In anthropogenic savannas, no interaction between habitats is observed and, in both cases (SP and SS), the cranes prefer sites where the coverage of fallen leaves is wider for the reasons discussed above. On the other hand, visual obstruction in all cases showed a statistically significant interaction with habitats. In general, in closed habitats, these values (for the four cardinal points) were lower in the plots of land where the cranes were seen, compared to plots of land without cranes. However, in open habitats, the opposite results were obtained. Figures 4.17 to 4.20 show the visual obstruction values for three cardinal points. In all cases, it is difficult to establish a pattern, as

cranes do not choose habitat according to visual obstruction, but a large amount of interaction is observed between this variable and habitats. This is logical since, in closed places, there is not as much need for visual obstruction for protection, such as in open sites, where birds are exposed to increased danger.

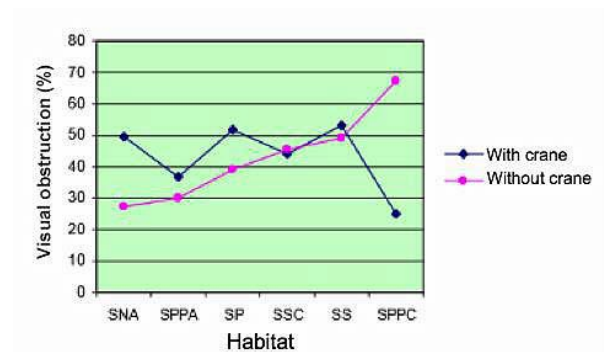


Fig. 4.18. Visual obstruction to the north in plots with and without cranes in natural and anthropogenic savannas, Isla de la Juventud.

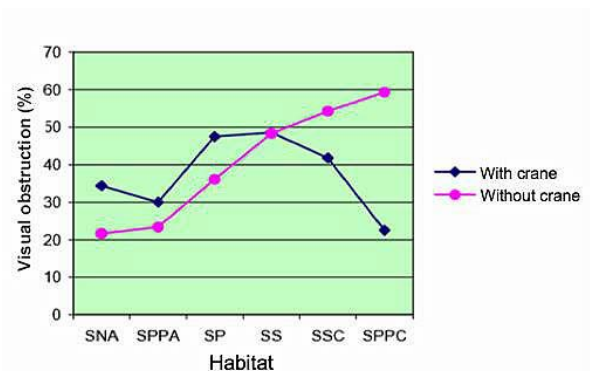


Fig. 4.19. Visual obstruction to the south in plots with and without cranes in natural and anthropogenic savannas, Isla de la Juventud.

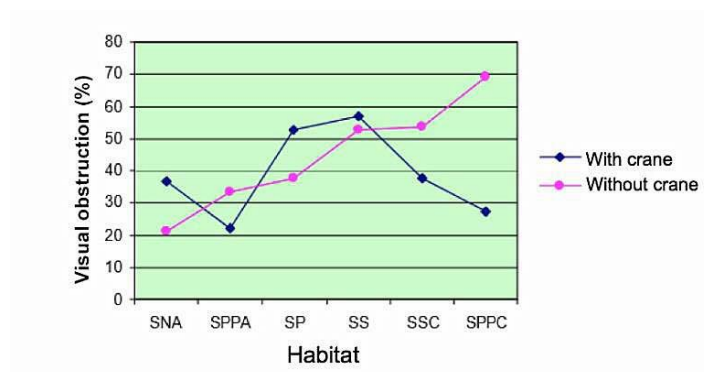


Fig. 4.20. Visual obstruction to the east in plots with and without cranes in natural savannas, Isla de la Juventud.

The tree species sampled and their frequency of occurrence in plots of land with and without cranes in each of the analyzed habitats are shown in Table 4.10.

Species	SNA		SSC		SPPA		SPPC		SP		SS	
	With Crane	With-out crane	With crane	With-out crane	With crane	With-out crane	With crane	With-out crane	With crane	With-out crane	With crane	With-out crane
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.04	0.05	0.04	-	-	0.25	-	-	0.04	-	-	-
<i>Byrsonima wrightiana</i>	-	-	0.05	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-
<i>Cameraria retusa</i>	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06
<i>Chrysobalanus icaco</i>	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dichrostachys cinerea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	- 0.04	-	-	-
<i>Melastomataceae gen. div.</i>	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.08	-
<i>Ouratea elliptica</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-
<i>Pinus caribaea</i>	-	0.04	0.07	0.04	0.22	0.67	0.50	0.93	-	0.04	-	-
<i>Pinus tropicalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-
<i>Tabebuia lepidophylla</i>	0.38	0.04	0.17	0.27	-	0.33	-	-	-	-	-	0.0

Table 4.10. Sampled tree species and frequency of occurrence by habitat in plots with and without cranes in the May-June stage, Isla de la Juventud.

In natural savannah habitats (SNA and SSC), savannah oak (*Tabebuia lepidophylla*) predominates, which is largely determined by the resistance of this species to periodic natural fires which occur as part of ecosystem dynamics. It is the main component of the natural habitat in these savannas, and its importance for the crane lies in the protection it provides, primarily during its shrubby state, which predominates. The peralejo is also one of the most abundant trees; among them is the species (*Byrsonima crassifolia*). The fruits of these trees are a source of food for cranes. This species is found in most habitats, both natural and anthropogenic, and in pine forests (mainly as a shrub).

In the open or closed pine forests (SPPA and SPPC), the male pine (*Pinus caribaea*) predominates. It was introduced by humans and currently covers extensive areas of the territory.

In anthropogenic habitats (SP and SS), trees in general are isolated, since these areas were deforested for livestock use; only those trees that give shade to livestock remain—nance and female pine (*Pinus tropicalis*). This resulted in the appearance of invasive species such as sicklebush (*Dichrostachys cinerea*), which spreads throughout the area and, in some cases, has displaced all the natural vegetation of the savannah.

In the secondary savannas (SS), some recovery of native vegetation has also been observed after cattle ranching ended and native tree species of natural habitats appeared, including nance and maboia (*Cameraria retusa*). Shrubs, unlike trees, are very important for the crane, both for its food and for its protection. Some of the most abundant species are the Trumpet and St. John's wort (*Hypericum styphelioides*), shrubs of the *Rubiaceae* and *Melastomataceae*, *Spoons* spp. and *Griseb* families, among others.

In natural habitats (SNA and SSC) the species *Tabebuia lepidophylla*, *Hypericum styphelioides*, shrubs of the *Rubiaceae* and *Melastomataceae* families, as well as nance predominate.

In anthropogenic habitats (SP and SS), savannah oaks, nance, and *Melastomataceae* predominate.

In pine forests (SPPA and SPPC), in general, the same shrub species are found as in natural habitats, although there are fewer individuals and less abundance per species.

Both in the natural habitats of the savannah (SNA and SSC) and in the pine forests (SPPA and SPPC), the most abundant palm species are the Everglades palm (*Acoelorrhaphe wrightii*) and the Cuban belly palm (*Colpothrinax wrightii*).

The latter can also be observed in anthropogenic habitats (SP and SS), although in the latter habitats, palms are generally distributed in lower numbers and in greater isolation.

Savannah natural habitats (SNA and SSC) include native and invasive species. The most abundant species are the indiagrass (*Sorghastrum stipoides*), love vine (*Cassytha filiformis*), *Cyperaceae* and *Acantaceae*, the species *Panicum erectifolium*, *Eriocaulaceae* and *Xiridaceae*, and paspalum (*Paspalum* sp.).

In the pine forests (SPPA and SPPC), the most significant species are indiagrass (*Sorghastrum stipoides*), *Panicum erectifolium* and *Cyperaceae*.

In anthropogenic habitats (SP and SS), the genus *Panicum* spp., paspalum (*Paspalum* spp.), Cuban jute (*Sida rhombifolia*) and the genus *Sida* spp., within the *Malvaceae* family; *Acantaceae*, sensitive plant (*Mimosa pudica*) and sawgrass (*Cladium jamaicense*) are found.

In the foraging habitats of cranes in South Texas, *Sagittaria latifolia*, *Cyperus* spp., predominates. *Nymphaea elegans* and *Eleocharis quadrangulata* (Guthery 1976), emerging aquatic plants, were identified in the foraging habitats of the Florida Sandhill Crane (Bennett 1988): *Sagittaria* spp., *Graminea* spp., *Cyperus* spp., *Rynchospora inundata* and *Calopogon pulchallus*.

Tables 4.11 and 4.12 show ecological rates by habitat and life forms on parcels of land with and without cranes at foraging sites in the May through June season.

By analyzing ecological rates, those habitats which represent the most diverse areas can be determined. Table 4.11 shows how the rates are higher in plots of land with cranes in the SSC habitat, that is, in this habitat, the cranes chose the areas with greater biodiversity to forage, which corroborates what was found by Gálvez Aguilera (2002): semi-enclosed savannas (SSC) are the essential habitat for this species to reproduce. Therefore, the protection and conservation of semi-enclosed savannas not only ensures that cranes can reproduce and forage more successfully during this stage, but also ensures the protection of areas with greater plant diversity within this ecosystem of white-sand savannas, as ecological rates show.

Life-forms	Rate	SNA		SSC		SPPA		SPPC	
		With crane	Without crane	With crane	Without crane	With crane	Without crane	With crane	Without crane
Trees	H'c	0.001	1.43	1.74	1.09	0.001	1.29	0.80	0.28
Shrubs	B	1.000	3.00	4.07	1.92	1.000	2.67	1.80	1.14
Palms	J'	0	1.00	0.89	0.68	0	0.95	0.92	0.35
Herbs	H'c	2.210	2.04	2.51	1.76	1.370	0.94	2.37	2.16

Table 4.11. Ecological rates by organism in natural habitats for plots with crane and without crane in the feeding areas in the May-June stage in the Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

Among the areas which represent exclusive foraging habitats, we determined that abandoned pastureland or recovering savanna (SP) is the habitat used most by cranes, compared to other sites in different seasons, both in the dry and rainy seasons (Gálvez Aguilera 2002). In the analysis of the values of the ecological rates for the SP habitats (Table 4.12), it can be seen that they are higher for plots of land with cranes than in plots of land without cranes, that is, the crane chooses the areas with the most diversity of herbaceous plants within the SP habitat to forage, demonstrating the need to preserve these anthropogenic areas not only to provide the cranes with foraging sites, but also to preserve the great diversity that exists there.

Life-forms	Rate	SP		SS	
		With crane	Without crane	With crane	Without crane
Trees	H'c	1.43	0.00	0.00	0.94
	B	3.00	1.00	1.00	2.00
	J'	1.00	0	0	1.00
Shrubs	H'c	1.63	0.90	1.58	1.18
	B	B 3.57	1.85	3.60	2.57
	J'	0.96	0.73	0.96	0.92
Palms	H'c	0.00	0.00	-	0.00
	B	1.00	1.00	-	1.00
	J'	0	0	-	0
Grasses	H'c	3.08	2.78	3.39	3.08
	B	15.89	12.19	19.69	16.86
	J'	0.93	0.88	0.94	0.93

Table 4.12. Ecological rates per life-forms in anthropogenic habitats for plots with cranes and without cranes on the foraging sites in the May-June stage in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

An analysis of both by life form (Table 4.13) shows that shrubs, in all cases, have higher values in land plots with cranes than in land plots without cranes. This shows that the protection of cranes also guarantees the conservation of areas where there is more plant biodiversity in this ecosystem. The protection of this bird not only guarantees the conservation of the general biodiversity of these savannas, but also guarantees the conservation of the high degree of endemic flora that exists.

Life-forms	Endemic species	SNA		SSC		SPPA		SPPC		SP		SS	
		With crane	W/o crane	With crane	W/o crane	With crane	W/o crane	With crane	W/o crane	With crane	W/o crane	With crane	W/o crane
Trees	<i>Tabebuia lepidophylla</i>	100	33.33	7	7	0	25	0	0	0	0	0	3333
	<i>Ouratea elliptica</i>	0	0	7	0	0	0	0	33.33	0	0	0	0
	<i>Byrsonima wrightiana</i>	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
Shrubs	<i>Ouratea elliptica</i>	5	0	5.9	0	14.3	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Phyllanthus imbricatus</i>	0	17.45	0.92	7.86	2.7	.0	0	0	0	0	1.64	0
	<i>Hypericum styphelloides</i>	15	38	17.24	18.42	0	0	14.3	33.33	0	0	16.6	0
	<i>Byrsonima wrightiana</i>	5	3.45	1.72	0	14.3	0	14.3	0	20	0	0	0
	<i>Brya ebenus</i>	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
	<i>Byrsonima pinetorum</i>	5	3.45	5.17	2.63	14.3	0	14.3	11.11	0	0	0	0
Grasses	<i>Syngonantum</i> spp.	0	0	1.85	0	0	0	0	0	0	0	1.64	0
	<i>Elephantopus arenarius</i>	0	0	0.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Aster grisebachii</i>	56.6	6.14	4.63	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Xyridaceae</i>	5.66	1.4	4.63	1.12	8.1	14.28	10	0	0	0	0	0
	<i>Eriocaulaceae</i>	188	11.26	2.77	8.98	2.7	0	0	0	0	0	0	0

Table 4.13. Endemism values (%) for life-forms, species, and habitats recorded in plots with and without cranes on the feeding sites, Isla de la Juventud.

Table 4.13 shows the endemism values (%) by life form, by species and by habitat, recorded in the plots of land with and without cranes at the foraging sites. An increased number of endemic species appear in natural savanna habitats (SNA and SSC). If we conduct an analysis by life forms, we can observe that shrubs and grasses were the ones that presented the most endemic species in the sampled plots, as shown in Figure 4.21. Endemic shrubs are found in greater numbers in the plots of land with cranes, for most habitats. For cases in which the above does not occur (SNA and SPPC), endemism in plots of land with cranes is above 62%, compared to total endemism in plots of land without cranes, a value that indicates a strong preference of cranes for sites where the presence of endemic shrubs is very notable.

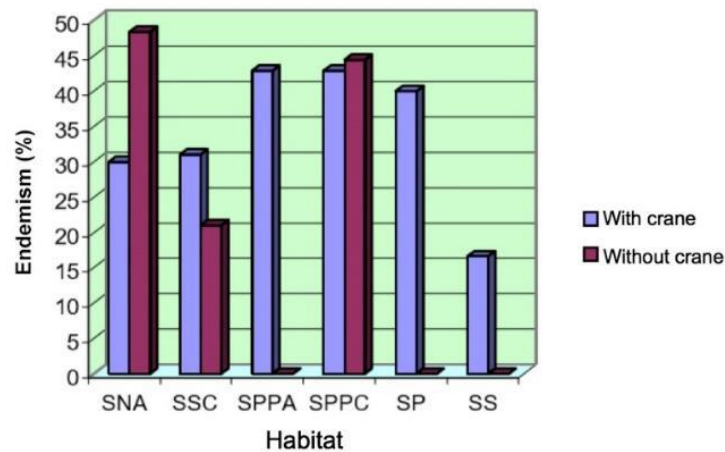


Fig. 4.21. Endemism values (%) for shrubs per habitat in plots with and without cranes in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

Figure 4.22 shows the values of endemism of herbaceous plants by habitat. We can observe how, in most habitats, the percentage of endemic species is higher in the plots of land with cranes and, in all cases, this value is higher than 87.5%. Cranes have been shown to choose habitats with high endemism in herbaceous plants to forage on.

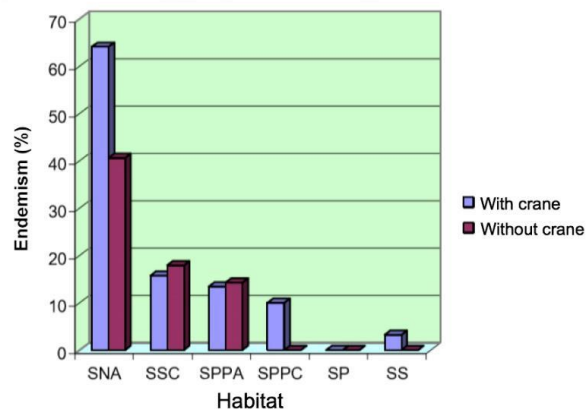


Fig. 4.22. Endemism values (%) for herbaceous plants by habitat in plots with and without cranes in Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud.

From the point of view of endemic species, we can see how important the conservation of natural savannas (SNA and SSC) is, since they are important habitats for this species to forage and raise

chicks. Through the protection of cranes, areas with high density of endemic shrubs and herbaceous plants are preserved.

4.4. Conclusions:

- The classification of habitats, taking structural variables into account, showed a well-defined grouping in natural savannas as well as anthropogenic savannas. Of all the structural variables that were analyzed comparing sites with cranes with sites without cranes, only the number of trees, sand cover in anthropogenic savannas, and cover of fallen leaves, both in natural and anthropogenic savannas, were statistically significant.
- We found that the most abundant species on plots of land with cranes compared to plots of land without cranes were: *Tabebuia lepidophylla*, *Byrsonima crassifolia*, *Pinus caribaea*, *Pinus tropicalis*, *Hypericum styphelioides*, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Colpothrinax wrightii*, *Sorghastrum stipoides filiformis* and *Panicum erectifolium*.
- Treating cranes as an umbrella species mainly stems from the fact that the protection of this bird guarantees the conservation of habitats in semi-closed savannas (CSE) and pasturelands (SP), habitats where the greatest plant diversity is found in concentrated white sand savannas. In addition to contributing to the conservation of endemic species generally, shrubs stand out (at least 62% in plots with cranes) in addition to herbaceous plants (at least 87.5% in plots with cranes).

4.5 Recommendations:

- Present the results of this work to the scientific authorities and bodies responsible for the conservation of biodiversity in the special municipality of Isla de la Juventud, and address actions and processes that are affecting the disappearance of these white-sand savannah habitats which are unique in the country, such as:
- The removal of livestock in areas near the reserve, which, with their excrement, cause the dispersion of undesirable plants.
- Allow controlled fire management (now prohibited by forestry law), which is critical to preserve pyrogenic endogenous plants and cranes.
- Initiate control processes on the sicklebush (*Dichrostachys cinerea*), which is causing the closure of natural savannas and, therefore, the disappearance of endemic vegetation, and is also affecting the mobility of cranes, a species which is also threatened in the Cuban archipelago.

- Apply the results of this work to classify anthropogenic habitats according to their degree of impact, and propose management actions to recover them according to their degree of endemism, as priorities within the management plan of the Los Indios Ecological Reserve.
- Conduct similar studies on populations of cranes inhabiting habitats other than white-sand savannas to find whether cranes also act as an “umbrella species” and contribute to the recovery of biodiversity and local endemic species in those savannas.

THE CUBAN SANDHILL CRANE IN THE MUNICIPALITY OF CIEGO DE ÁVILA

The population of cranes in Ciego de Ávila is the second largest in the Cuban archipelago and lives in a very different habitat than the subpopulation on Isla de la Juventud. We characterized elements of the reproductive ecology of *Antigone canadensis nesiotis* in the El Venero Wildlife Refuge and determined nesting site selection patterns on three spatial scales of analysis, described patterns of daily activity, and determined spatial and temporal variations.

Yarelys Ferrer Sánchez

Dennis Denis Ávila

Idael Ruíz Companioni

Raúl Iguanzo González

V. THE CUBAN SANDHILL CRANE IN THE MUNICIPALITY OF CIEGO DE ÁVILA

Introduction

Cranes (Birds: *Gruidae*) are considered one of the oldest bird families in the world (Meine and Archibald 1996c). Their value, within the ecosystems they inhabit, stand out amidst the complex and dynamic interaction that unfolds there. Historical records suggest that this subspecies depends on natural savannas and wetlands for its reproduction, but in many provinces of the Cuban archipelago, the remains of these ecosystems that have remained free of agricultural activity have not escaped the modifying action of people (Gálvez Aguilera 2002). In 1994, the Cuban Enterprise for the Protection of Flora and Fauna began studies which defined the number and distribution of the current populations of the Cuban Sandhill Crane based on the results published by Berovides and Gálvez Aguilera (1995), Gálvez Aguilera and Perera (1995), Gálvez Aguilera (1997), Gálvez Aguilera *et al.* (2001), and Gálvez Aguilera and Chávez Ramírez (2010). Studies related to reproductive ecology, habitat use, and distribution area, in the population on Isla de la Juventud, are defined by Gálvez Aguilera (2002) as the most numerous in the archipelago. The limitations of these studies lie in the scope of the results, since this analyzed population lives in the ecosystem of white sand savannas (unique in the Cuban archipelago). The other populations are distributed in existing meadows and marshes as remains of the old savannas of Cuba, similar to the habitats used by this species in North America. These ecosystems have fragmented and degraded to the point that only three populations of cranes have more than 100 individuals (Gálvez Aguilera 2002).

A decisive focus also used to interpret the ecological relationships of species is the study of animal behavior. Drickamer and Vessey (1992) defined this type of study as a method of examining the relationships between animals and their environment, in order to preserve the habitat and the subspecies. The behavior of cranes has varying survival strategies and adaptations. Their characteristics of monogamy, fidelity, and defense of their nesting territories (Walkinshaw 1989) have meant that these birds are frequently used as indicators of the health of wetland ecosystems.

The reproductive behavior of the Cuban Sandhill Crane was described by Gálvez Aguilera (2002); however, no studies have been carried out related to the activity patterns of this subspecies, its relationship with the sources of disturbance, or its temporal variation in the Cuban archipelago. Knowledge of factors affecting activity patterns is important for threatened species such as the Canadian Sandhill Crane, and knowledge of factors affecting foraging and other behavioral activities is necessary to support both crane management and conservation efforts.

The population of cranes is the second largest in Cuba and it is necessary to expand studies on this population, its habitat, and the pressures which are affecting the subspecies. The following objectives are proposed:

- Characterize elements of the reproductive ecology of *Antigone canadensis nesiotis* in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.
- Determine nesting site selection patterns on three spatial scales of analysis.
- Describe the pattern of daily activity and determine its spatial and temporal variations.

The objectives were achieved, based on the performance of the following tasks:

- Determine the daily frequency of various behaviors (foraging, locomotion, grooming, alertness, rest, and interaction) during the non-breeding and pre-nesting seasons at two sites with different degrees of human disturbance.
- Determination of the number and distribution of nests in the nesting areas in El Venero Wildlife Refuge.
- Characterize the success of the crane nests detected in terms of basic reproduction rates (number of eggs and chicks).
- Compare the composition of habitat and vegetation in nests and at random points at the micro-, meso- and macrohabitat level, using a geographic information system, satellite images, and field data.

5.1 Study area

This study was carried out on the 5695.9 ha of marshy meadows in El Venero Fauna Refuge (22.01' 31.38" N – 78.30' 44.82" W), Province of Ciego de Ávila, Cuba (Figure 5.1), from 2005 to 2007.



Fig. 5.1. Geographical location of the study area of the Cuban Sandhill Crane (*Antigone canadensis nesiotes*) in El Venero Wildlife Refuge in the province of Ciego de Ávila.

El Venero Wildlife Refuge is located in the northeast of the province of Ciego de Ávila, between the municipalities Primero de Enero (southeast), Bolivia (northeast), and Morón (northwest). It comprises part of the basin of the Yana River, an area characterized by a low plain, a cumulative, flat, and partially marshy lagoon, of the Quaternary-Holocene. It currently belongs to the Ramsar site 'Gran Humedal of the North of Ciego de Ávila' and is located in the southern region of said Ramsar site. The flood regime is permanent, with very little variation, and there are no extensive bodies of water. There are small patches of forest on these plains which are potential foraging and refuge sites for many species. The rainiest months are May and June, with values above 200 mm on average per month, while the driest months, January and December, have values below 30 mm of precipitation. The existing plant formations are mesophilic semi-deciduous forest with fluctuating wetland, evergreen forests, and typical swamp vegetation (meadows). Semi-deciduous mesophilic forests are represented by endemic flora species such as *Atkinsia cubensis*, *Bucida subinermis* and Griseb (*Cameraria retusa*), as well as other tree forms such as red manjack (*Cordia collococca*), lonchocarpus (*Lonchocarpus domingensis*) and blushing bride (*Tabebuia angustata*). In the most flooded sites, there are abundant epiphytes such as *Tillandsia usneoides* (Bisset 1988). The evergreen forests contain mainly species such as West Indian laurel (*Calophyllum antillanum*), pond apple (*Anonaglabra*), *Bucida* spp. and palm trees (*Copernicia* spp. and *Sabal parviflora*). The most

abundant plant formation at that site is the marshy grassland, which covers approximately 90% of the surface of the protected area.

Among the species that characterize this kind of vegetation are the southern cattail (*Thypha dominguensis*), the giant spikerush (*Eleocharis interstincta*), the Jamaican swamp sawgrass (*Cladium jamaicense*), the papyrus sedge (*Cyperus* sp.), giant plumegrass (*Erianthus giganteus*) and arrowroot (*Thalia geniculata*). We can also find vegetation typical of lake areas (Figure 5.2), made up of plants that live in the water, whether floating or rooted, submerged or on the surface, including species like the water hyacinth, (*Eichornia* spp.), water lettuce (*Pistia stratiotes*), fragrant water lily (*Nymphaea odorata*), cut-leaf water yarrow (*Myriophyllum pinnatum*) and water shield (*Brasenia schreberi*).



Fig. 5.2. Panoramic view of the swamp pastureland typical of El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila Province.

5.2 General methodology

Reproductive ecology. For the study of reproductive ecology, the methodology proposed by Gálvez Aguilera (2002) was followed for the Cuban Sandhill Crane population that lives in the white-sand savannah ecosystem on Isla de la Juventud. The nests were located by trips to the area, marked with a stake with a metal plate containing the nest number, location, date, and number of eggs, and were followed until they hatched.

In 2005, 2006, and 2007, 30 nests were located ($n = 10$, $n = 8$, and $n = 12$, respectively), totaling 48 eggs ($n = 19$, $n = 13$ and $n = 16$, respectively). We recorded the location of each nest, the inner and outer diameters (the lowest and the highest in each case, as eggs are frequently not circular), the construction material, the start date, the distance between simultaneous active nests, the number

of eggs and chicks and, at the end of the stage, we tracked the loss of eggs and the number of pairs of cranes with chicks. We also recorded the size of the eggs, the largest diameter, the smallest diameter, the volume estimated by Hoyt (1979), and the weight, as well as the average shell thickness in a sample ($n = 10$), using 10 replicas, in the abandoned shells in the nests we analyzed.

If the nest was found in an advanced incubation period, the start date or the date on which the first egg was laid was estimated by subtracting 30 days from the hatching date, as proposed by Williams and Phillips (1972) and Layne (1981, 1983). Taking into account the criteria of Dwyer (1990), a nest was considered successful if we observed one or two chicks, an egg chirping or if a nest, at the estimated date of hatching of the egg, had fragments of eggshells with separated membranes.

For measurements, we used tape measures (1 cm accuracy), vernier caliper (0.05 mm accuracy), and a field balance (5 g accuracy). The coordinates of each nest were obtained using a GPS receiver (± 15 m accuracy).

Based on this information, for the three years of study, the following reproduction rates were calculated:

Nests with eggs (%), eggs/nest, nests with two eggs (%), chicks/nest, nests with incubated eggs (%), chicks/nest, incubated eggs (%), successful chicks/nests, and successful nests (%).

In the nests found in the breeding season in 2005, we measured the distance to water sources, roosting places, and the nearest bushes. In the 2006 season, we added the records of water depth around each nest, and in 2007, we also took the morphological measurements (tarsal length, beak length, height and width, and body weight) of five one-day-old chicks.

The area potentially used by cranes to nest within the boundaries of the meadow in the protected area was determined by a fixed core function (Worton 1989) with a smoothing parameter calculated ad hoc, in each case. This is a technique traditionally applied to estimate home ranges, and, based on the generated contour diagrams, the area defined by the 90% probability isoline was calculated. The area of influence of each nest was determined based on the polygons defined through a Dirichlet tessellation routine, an alternative method for determining home ranges which makes no assumptions about data distribution and is used to examine spatial relationships between points and characters (Silverman 1986). Both methods were applied on the basis of the Animal Movement Analysis 1.1 extension for ArcView and applied on the basis of the geographic locations of the simultaneously active nests each year.

Description of the nesting site. To describe the nesting site of the Cuban Sandhill Crane and determine the possible selection patterns of this species in the marshy grassland of El Venero, we

carried out three study designs. These designs included a description at the microhabitat level; the structure of the vegetation surrounding the nest and a few meters away. At the mesohabitat level, by describing the vegetation around the nest, at random points, and at the macrohabitat level, by carrying out a spatial analysis of the location of the nests within a maximum range of 1000 meters through a geographic information system. Details of each design are shown below.

Description at the microhabitat level. The design of the nesting microhabitat study was done after the hatching of the eggs in 2006. Each nest was considered to be the center of a particular plot of land, which was subdivided into three concentric rings whose outer ranges were 6 m, 12 m, and 18 m. Within these strips, four, eight, and twelve plots of 1 m² were randomly demarcated, respectively. In the plots, the height of the grass layer and the distance between the grasses were measured with a tape measure of 1 cm accuracy, as well as the plant cover at a height of 30 cm and 100 cm above the ground with a screen density. In total, 24 plots of land per nest were quantified with this design. Based on the distances between plants, their spatial distribution was determined by a clustering rate (Krebs 1999). In each concentric ring, the water depth (if any) was also measured in the four cardinal directions.

Description at the mesohabitat level. To analyze the selection of the nesting site at the mesohabitat level, eight of the nests located in the breeding season in 2007 were taken into account. In this new study design, the nests became the center of a circular plot with a 15 m radius, within which 16 randomly distributed 1 m² plots were demarcated. At these points, the same structural variables in vegetation mentioned in the previous design were measured. The same was applied at four points located 100 m from each nest at the four cardinal points, in which the same variables were measured to determine possible selection patterns.

Description at macrohabitat level. For the macrohabitat analysis, data from the nests detected during the three years of study were used. The ArcView Geographic Information System, version 3.2, was used to locate the nests and calculate the area of the significant elements of the landscape, defined as meadows, forests, lagoons, meadows with casuarinas, meadows with palm trees, and sugarcane plantations. Additionally, the distance to other elements, such as smaller channels, larger channels, roads, and forests was measured. The entire analysis was carried out on a digitized thematic map based on the cartographic sheets of the area (1:25,000 scale, UTM projection, datum NAD27 for Cuba) provided by the Institute of Geodesy and Cartography (1985).

The areas were corrected and updated by superimposing a false color composition (RGB) of bands 3, 2, 1 of the Landsat ETM + sensor (date of purchase: March 2001) and of the images downloaded from the Google Earth Plus server in December 2007.

With the Animal Movement Analysis 1.1 extension, we locate the random points on the site available for nesting. From each nest ($n = 26$) and at 27 random points, circles were marked with a range of 100, 400, 700 and 1000 m, covering an area of 0.03 km², 0.5 km², 1.5 km² and 3.1 km², respectively. To choose these ranges, we took into account the minimum distance between simultaneously active nests and the home range of crane chicks defined by Samuel *et al.* (1985) (Figure 5.3). In these circles, we determine the percentage of coverage of each habitat type and the closest distance (m) to roads, smaller channels, larger channels, and the forest.

In the analysis of the demarcated areas, both in nests and in random points, we included non-digitized areas that included different types of land use and human settlements. Baker *et al.* (1995) used a similar methodology for the study of the breeding habitat of the subspecies *A. c. tabida* in Michigan, USA.

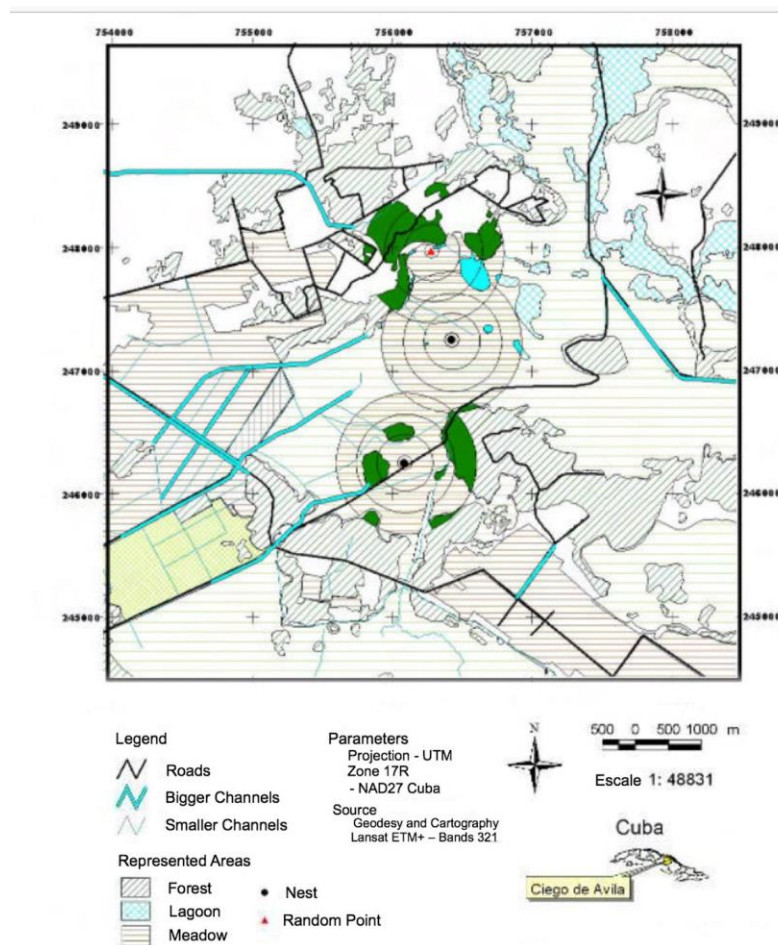


Fig. 5.3. Representation of the areas defined around the nests of *Antigone canadensis nesiotus* and random points, from radii of 100, 400, 700 and 1000 m, in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

Activity pattern. The study of the activity pattern was carried out in 2006 and 2007, in the non-breeding (September to November) and pre-nesting (December to March) seasons reported by Gálvez Aguilera *et al.* (2005) for *A. c. nesiotés*.

Using the focal sampling method described by Altmann (1974), we made 118 behavioral observations lasting 30 minutes, for six weeks from September 2006 to March 2007, for a total of 59 hours of observation. These observations were made from 07:00 to 17:00 hours. The analysis carried out by Tacha *et al.* (1985) was taken into account to choose the optimal sampling method according to the objectives of this study, and, for data recording, the methodology proposed by Chávez Ramírez (1996) was followed, which was also used by Watanabe (2006).

Observation points were located in towers and in sites hidden in the surrounding vegetation to prevent observers from creating disturbances. Observation points were slowly and quietly approached if the birds were in the study area before the observers arrived. Activity pattern records began at least 30 minutes after locating the cranes.

At each sampling session, a focal bird was randomly chosen, which was observed for 30 consecutive minutes with 10x50 binoculars. During this period, the frequency of crane behaviors was quantified by systematically recording 120 “instant behaviors” at 15-second intervals. If the observer lost sight of the focal crane for more than five consecutive minutes, the observation session for that individual was terminated and, in the end, only those observations in which the animals remained more than 15 minutes where the observers could see them were analyzed. In this design, there is a risk of a pseudo-replication, since there is the possibility of observing the same individuals at different times of the same day. This risk is unavoidable and was assumed because, in studies of threatened species with such small population sizes, the effect of this statistical assumption is less than the cost of losing data (precautionary principle).

For the identification of the behavior and the registration of the category of behavior of *A. c. nesiotés* in the field, we follow the references of Tacha (1981, 1987), Tacha, *et al.* (1987), Chávez Ramírez (1996), and Watanabe (2006) (Table 5.1). Each behavior was classified into the categories of eating, locomotion, grooming, interaction, alertness, and rest, in addition to a category called “unknown,” which included other activities which could not be identified, as illustrated in Table 5.1.

Category of Behavior	Description	Reference
Foraging	Includes the search, persecution, attack, handling and ingestion of prey with all behaviors involved: thrusting, pecking, pulling, cutting, hitting with the beak. The action of drinking water was also recorded this category	Tacha 1981; 1987; Tacha <i>et al.</i> 1987, Kreger <i>et al.</i> 2004, Watanabe 2006
Locomotion	Includes all motions: walking, running, jumping, flying (low flying, wing spreading, run with flapping wings, pre-flight posture) that were not related to aggressive or social interactions.	Tacha 1981, 1987, Chávez Ramírez 1996
Preening	Groups the activities of feather cleaning and maintenance, stretching and other behaviors aimed at body wellbeing: making feathers stand on, rising while flapping its wings, scratching or shaking off.	Chávez Ramírez 1996, Watanabe 2006
Interaction	Includes the activities carried out when reacting to other individuals of the same species. They can be vocalizations or fighting interactions containing moves towards other cranes or moving away from them.	Chávez Ramírez 1996, Watanabe 2006
Alertness	A behavior in which the bird remains quiet in the place, its neck straight and its head and beak parallel to the land. Cranes with this behavior try to locate the sources of disturbance and keep them under visual contact for a long time and on reiterated occasions. They also expand the naked skin of their head, raise their tertiary feathers and there are alerting vocalizations joined by other individuals	Chávez Ramírez 1996, Kreger <i>et al.</i> 2004
Rest	Characterized by periods of inactivity of the bird while it shows evidence of rest such as sleeping, lying down or standing up but not in an alert posture.	Chávez Ramírez 1996
Unknown	Includes unidentified behaviors, mainly due to momentarily losing sight of the bird or interference caused by the cover of herbaceous layer.	Kreger <i>et al.</i> 2004

Table 5.1. Description of the behavioral categories used during the characterization of the pattern of activity of *Antigone canadensis nesiototes* in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

We use the percentage of occurrence of each behavior within the observation period as an estimate of the percentage of overall time that birds spend on it. The behavior of adults ($n = 38$) and juveniles ($n = 9$) is differentiated to control the possible effect of age, as well as the size of the herd, which can show the availability of food and other physical and social values (Alonso *et al.* 1987).

The data were taken in two areas with different degrees of alteration: the area of strict conservation in the Wildlife Refuge and the area of Sabana de Manacas, the latter being freely accessible, and, therefore, with greater human disturbance, but which is also a foraging and

breeding area for this subspecies. The comparison of the two areas allowed us to evaluate the possible effect of this factor on the behavior of the species.

Statistical processing. All data obtained in the study were tested for normality (Kolmogorov-Smirnov) and homogeneity of variance (Scheiffe-Box) in order to analyze compliance with the principles of parametric testing.

The percentages of reproduction rates were compared between years and reproduction sites using a T-test for proportions. Paired comparisons between nest sizes, vegetation characteristics between random points and nests, and average behaviors between sites, seasons, or years were made with Mann-Whitney U tests.

Comparison of vegetation characteristics at different distances from the nest was performed using a Kruskal-Wallis test. In addition, a null module based on the MonteCarlo method was created, obtaining 10,000 samples by random resampling without replenishment of general data. These samples were compared with the values of the nests. Manly's W selection rate (Manly *et al.* 1993) was calculated to determine the selection of the proportions in which landscape elements appeared around nests and at random points.

Data on the pattern of activity between stations and areas were compared using Fisher's precise probability. The frequencies of the behaviors were correlated with each other using a Spearman rank correlation. The time distribution of alert behaviors was compared between areas using a streak test.

All analyses were performed with a significance level of 0.05, using Statistica 6.0 software. The analysis of the null vegetation model was carried out with Ecosim v7.72.

5.3. Results

5.3.1 Reproduction parameters

The reproduction period of *A. c. nesiotēs* in the El Venero Wildlife Refuge lasted from the end of February to May, with a period of maximum activity during the second half of March and April. The main breeding areas defined in the study area (Venero and Manacas) were located in swampy meadows with patches of forest, in some cases connected to water sources. As is typical of this species, the nests were simple platforms built on the herbaceous stratum, using material available around the selected site (Figure 5.4). In the nests, Jamaican swamp sawgrass predominated as a

building material, but nearly half (41%) also had jonquil, and the southern belfry was used in two nests.



Fig. 5.4. Nest of *Antigone canadensis nesiotes*. El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

Of the 30 nests located in the meadows, 63.3% were found in El Venero, 33.3% in Manacas and one in Monte Malo, a site far from the study area that comprises wetland areas (Figure 5.5).

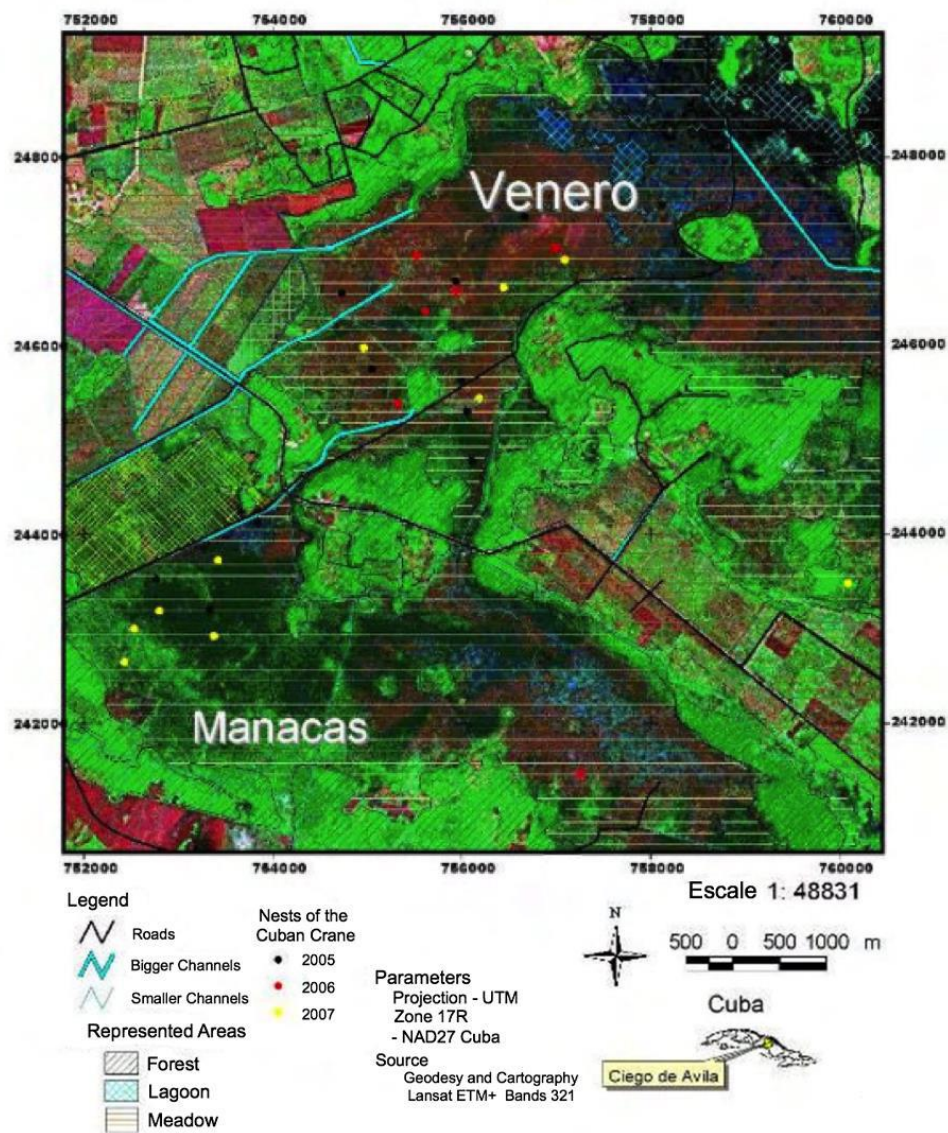


Fig. 5.5. Location of nests of *Antigone canadensis nesiotas* in El Venero Fauna Refuge, 2005 and 2007.

During the breeding season in 2005, all nests were located on dry land; however, eight measurements of water depth around two nests in 2006 averaged 5.75 cm. In 2007, both situations occurred; nests on a shallow water layer and nests on dry land. During the study stage, the largest nests (for all variables) were built in 2006, followed by those built in 2005 and 2007 (Table 5.2). As for nesting areas, the highest values occurred in El

Venero, although the difference in size between sites had no statistical significance ($t = 1.8$; $p > 0.1$).

Variables (cm)		Per Site		Per Year			Total (n = 26)
		Venero (n = 16)	Manacas (n = 9)	2005 (n = 10)	2006 (n = 4)	2008 (n = 12)	
Highest outside diameter	Average	66.7	65.6	65.4	80.5	61.8	66.1
	CI 95%	58.8-74.7	57.9-73.2	59.5-71.2	44.7-116.3	55.8-67.9	60.8-71.3
	SE	3.7	33.3	2.6	11.3	2.8	2.5
Lowest outside diameter	Average	58.2	55.4	58.6	64.8	52.9	56.9
	CI 95%	52.3-64.1	48.4-62.3	53.3-63.9	39.8-89.7	52.2-58.6	52.8-61.10
	SE	2.8	3.0	2.3	7.8	2.6	2.0
Highest inside diameter	Average	37.5	30.0	40.8	49.0	23.5	34.1
	CI 95%	30.4-44.6	25.1-34.9	36.0-45.6	33.8-64.2	20.4-26.7	29.2-39.0
	SE	3.3	2.1	2.1	4.8	1.4	2.4
Lowest inside diameter	Average	32.4	25.3	33.4	46.0	20.4	29.3
	CI 95%	26.0-38.9	21.3-29.4	29.1-37.7	33.6-58.4	17.9-22.8	25.0-33.7
	SE	3.0	1.8	1.9	3.9	1.1	2.1
Nest height	Average	4.3	3.8	4.3	8.0	2.9	4.2
	CI 95%	2.6-6.0	2.5-5.2	3.3-5.4	1.5-14.4	1.7-4.1	3.1-5.3
	SE	0.8	0.6	0.5	2.0	0.5	0.5

n = Number of nests measured

SE = Standard error

CI = Confidence interval

Table 5.2. Sizes of nests of *Antigone canadensis nesiotas* in the nesting areas and during 2005-2007 period of study, in El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

The size of the nest found in Monte Malo was smaller than that of the main nesting areas. The highest and lowest outer diameters measured 60 cm and 50 cm, and the highest and lowest inner diameters measured 17 cm and 15 cm, respectively, while the height was 6.5 cm.

No significant differences were found between the 2005 and 2006 breeding seasons in nest size ($U = 14$; $p = 0.4$); however, between 2005 and 2007, there were differences in variations in interior diameters higher ($U = 7.5$; $p = 0.001$) and lower ($U = 9.0$; $p = 0.001$) (Figure 5.6). In addition, between 2006 and 2007, the measures of nests varied significantly, given the larger inner diameter ($U = 1.0$; p

= 0.005), the smaller inner diameter (U = 2.5; p = 0.009), and the height of the nest (U = 7.0; p = 0.04).

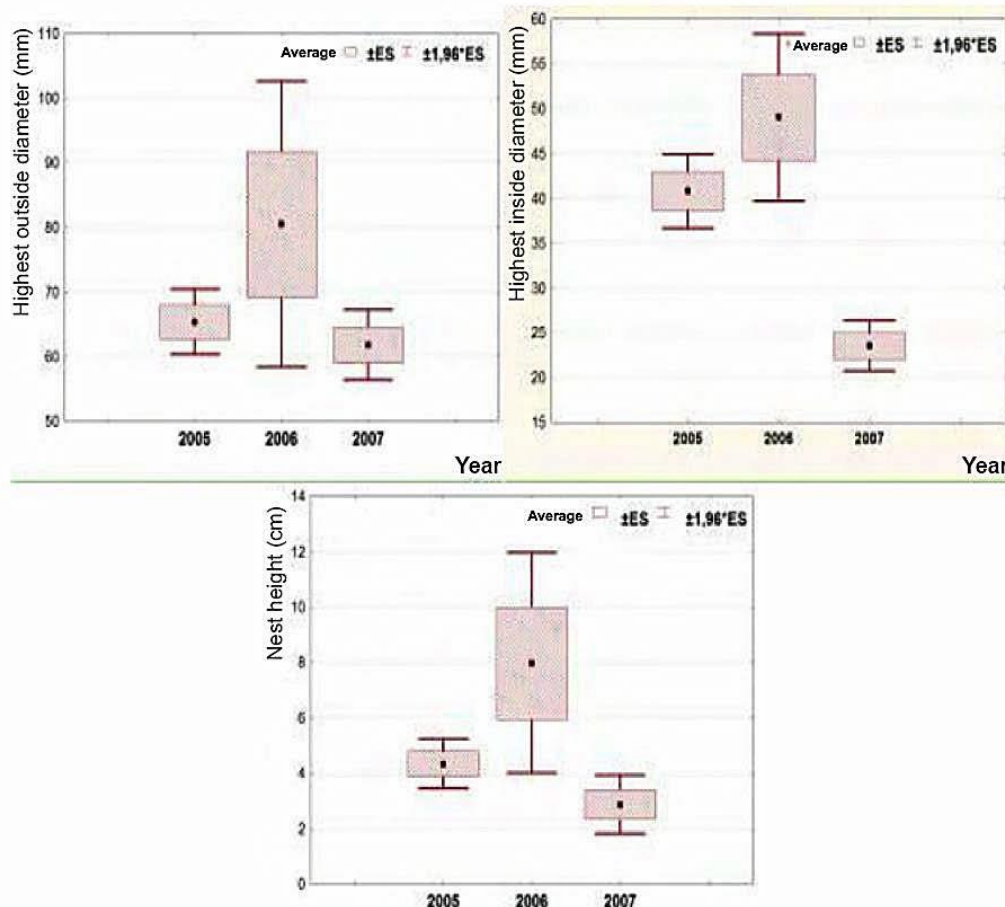


Fig. 5.6. Variation in the sizes (highest and lowest diameter and height) of the nests of *Antigone canadensis nesiotas* between the years 2005-2007 in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

The average eggs laid by the crane population in this area was 1.7 eggs per nest (Table 5.3). Of the total number of nests with eggs, more than 60% had two eggs and about 60% of the eggs hatched. The reproductive success for the entire season we analyzed was almost 66% with 1.0 chicks per nest and 0.6 chicks per egg.

Comparative analysis of variables expressed in percentages between study years 2005 and 2007 resulted in the percentage of nests with two eggs and reproductive success being significantly higher (p = 0.04 and p = 0.05, respectively) in 2005. The result of the inter-site comparison showed no pattern with respect to the analyzed dataset (Table 5.3).

Reproduction rates	Years			Sites		Total (n = 29)
	2005 (n = 10)	2006 (n = 8)	2007 (n = 11)	Venero (n = 18)	Manacas (n = 10)	
Eggs/nest	1.9	1.6	1.5	1.7	1.5	1.7
Chicks/eggs	0.7	0.8	0.3	0.7	0.5	0.6
Chicks/nest	1.3	1.3	0.5	1.2	0.7	0.97
Chicks/successful nests	1.6	1.7	1.3	1.6	1.4	1.6
Nests with eggs (%)	100	100	100	100	100	100
Nests with 2 eggs (%)	90	62.5	45.5	72.2	50	65.5
Hatched eggs (%)	68.4	76.9	31.3	67.7	46.7	58.3
Successful nests (%)	80	75	36.4	72.2	50	65.5

n = Number of nests measured

Table 5.3. Reproduction rates of *Antigone canadensis nesiotas* in the reproduction seasons in 2005-2007, in two areas of El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

The egg size of the breeding population of *A. c. nesiotas* in El Venero is shown in Table 5.4. The comparative analysis between sites was not significant with respect to the slight differences that were found; however, when comparing years, significant differences in egg weight were obtained between 2005 and 2006 ($U = 2$; $p = 0.04$) and between 2006 and 2007 ($U = 16$; $p = 0.0001$). The eggs in the nest found in Monte Malo are similar in size to those in the main breeding areas (Table 5.4).

Variable		Per Site		Per Year			Total
		Manacas (n = 9)	Venero (n = 13)	2005 (n = 5)	2006 (n = 4)	2007 (n = 15)	
Lowest diameter (mm)	Average	56.9	58.4	58.3	59.6	56.9	57.7
	CI 95%	53.8-59.9	56.5-60.2	56.8-59.8	54.9-64.4	54.9-59.0	56.3-59.1
	SE	1.3	0.9	0.5	1.5	1.0	0.7
Highest diameter (mm)	Average	93.6	93.2	93.8	96.1	91.5	92.7
	CI 95%	87.5-99.7	90.5-95.9	84.7-102-.8	888-103.4	88.2-94.8	90.2-95.3
	SE	2.7	1.2	3.3	2.3	1.5	1.2
Weight (g)	Average	170.4 (N = 7)	169.4 (N = 18)	134.0 (N = 2)	189.0 (N = 10)	160.8 (N = 15)	169.3
	CI 95%	141.1-199.7	154.1-184.8	196.4-464.4	166.5-211.5	150.9-170.7	157.7-180.8
	SE	11.9	7.3	26.0	9.9	4.6	5.6
Volume (cm ³)	Average	155.8	162.3	162.4	174.3	152.3	158.1
	CI 95%	132.5-179.1	149.9-174.6	142.2-182.6	143.7-204.9	138.1-166.6	148.0-168.2
	SE	10.1	5.6	7.3	9.6	6.7	4.9
Shell thickness (mm)	Average	0.4 (N = 2)	0.5 (N = 8)	0.5 (N = 3)	0.4 (N = 4)	0.4 (N = 3)	0.5 (N = 10)
	CI 95%	0.1-0.9	0.4-0.5	0.4-0.7	0.4-0.5	0.3-0.5	0.4-0.5
	SE	0.04	0.02	0.04	0.01	0.003	0.02

n = Number of eggs measured

SE = Standard error

CI = Confidence interval

Table 5.4. Sizes of eggs of *Antigone canadensis nesiotis* in the primary nesting areas and during the reproduction seasons under study, in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

Five one-day-old chicks were measured during the breeding season in 2007. Their morphological measurements are shown in Table 5.5. These are the first measurements of chicks of this subspecies that have been recorded in the Ciego de Ávila wetland.

Nest	Tarsus (mm)	Beak length h (mm)	Beak width (mm)	Beak height (mm)	Weight (g)
2	47	22	9	11	125
3	41	21	7	12	129
7	52	22	11	8	140
7	45	21	10	7	80
10	46	21	7	11	135
average	46.2	21.4	8.8	9.8	121.8
SE	1.77	0.24	0.80	0.97	10.76

SE = Standard error

Table 5.5. Morphological measurements of five one-day-old chicks of *Antigone canadensis nesiotas* captured during the reproduction season in 2007 in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

The nests found in 2005 were, on average, 157.6 m (SE = 22.1 m) from shrubs (pond-apple and green buttonwood, mainly), 465 m (SE = 91.0 m) from water sources and 283.3 m (SE = 91.2 m) away from the roosting places of the member of the pair who does not incubate at night.

5.3.2 Description of the nesting microhabitat

The characteristics of the nesting site at the microhabitat level were related to the structure of the herbaceous layer typical of that area. The average height of the vegetation was around 80 cm, with maximum values of up to one and a half meters in height (Table 5.6). The herbaceous cover was high, according to the density of the vegetation and, at 30 cm from the ground; it remained almost unchanged with values greater than 95%.

Variable	n	Average	SE	CI 95 %	Min	Max
Height (cm)	105	78.9	2.1	74.8 – 83.0	24.6	150.0
Cover 30cm (%)	105	97.8	0.6	96.6 – 98.9	53.3	100.0
Cover 100 cm (%)	105	64.7	1.6	61.5 – 68.0	0.0	100.0

n = Number of measurements

CI = Confidence interval

SE = Standard error

Table 5.6. Statistics of the position and dispersion of herbaceous vegetation variables around the nests of *Antigone canadensis nesiotes* during the 2006-2007 seasons, in the El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

When describing the vegetation in the rings around the nests at three successive distances, we found a tendency for variation in the structure of the vegetation with radial distance to the nest, after standardizing the overall average value of each nest to eliminate the location effect. The height and coverage at a height of 100 cm of the herbaceous stratum had significant differences when compared between the land strips of 0-6 m and 12-18 m (Figure 5.7). However, the variations we found in the coverage of the herbaceous layer at a height of 30 cm above the ground were not statistically significant (Kruskal-Wallis H (2, N = 79) = 2.4; p = 0.3), indicating that the vegetation coverage at that level remains homogeneous in the area around the nest.

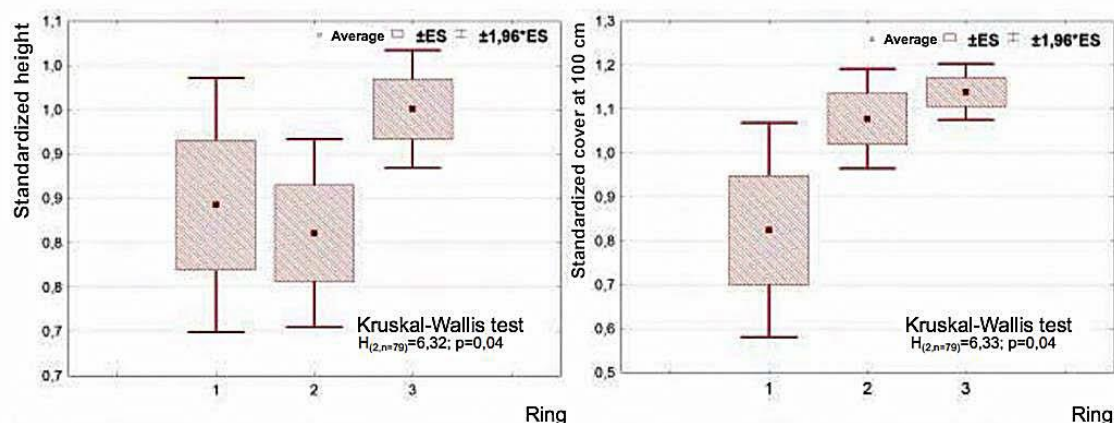


Fig. 5.7. Variations in the grass height and vegetation cover at a height of 100 cm (standardized) at three distances (6, 12 and 18 m) from the nests of *Antigone canadensis nesiotes* in El Venero Wildlife Refuge.

When comparing the mean values obtained per nest with the results of a null model, whose distribution was obtained by means of a Monte Carlo simulation based on a random resampling with replacement (n = 10,000 samples) of the total data (Figure 5.8), it was observed that five of the eight nests used in the model (Figure 5.9) had herbaceous vegetation sizes greater than those

expected by the model (height, $p = 0.0001$ and coverage at 30 cm, $p = 0.11$), except for coverage at 30 cm ($p = 0.03$).

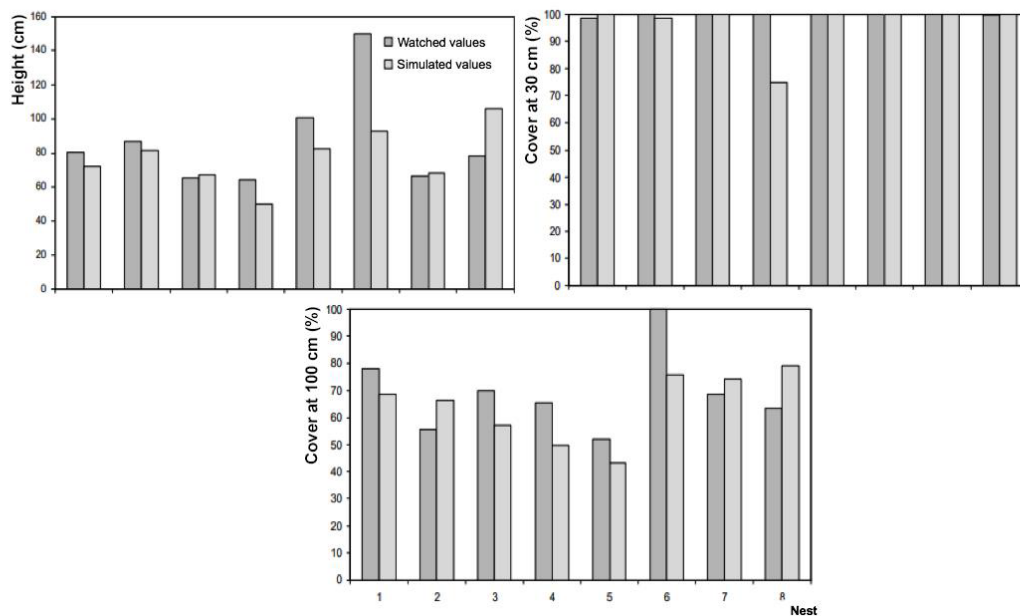


Fig. 5.8. Characteristics of herbaceous vegetation in eight nests of *Antigone canadensis nesiotes*, in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, with a null model obtained by Monte Carlo simulation.

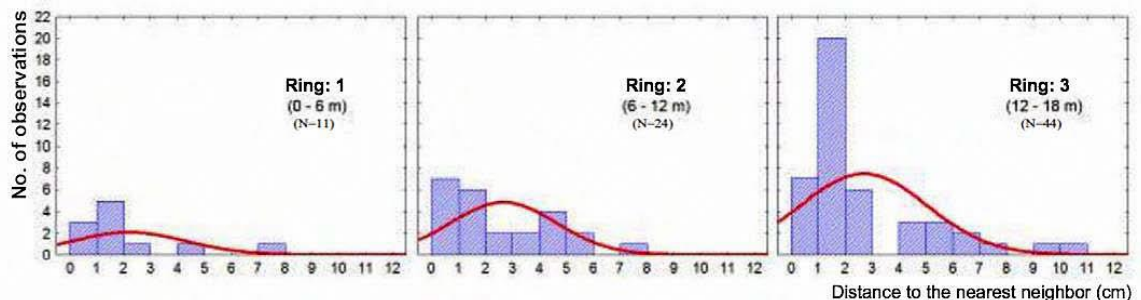


Fig. 5.9. Frequency distribution of the distance between neighboring grasses at different distances around the nests of *Antigone canadensis nesiotes* in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

5.3.3 Description of the nesting mesohabitat

The design used to study the mesohabitat by comparing the structure of the herbaceous layer between nests and random points did not yield any significant pattern (Table 5.7). The slight differences between height and vegetation cover 100 cm above the ground were not statistically significant.

Variables	Nest (n = 26)			Random Point (n = 92)			U
	Average	CI 95 %	SE	Average	CI 95 %	SE	
Height (cm)	77.5	69.785.3	3.8	80.0	75.2-84.7	2.4	1099 ns
Cover 30 cm (%)	99.7	93.3-100.2	0.2	99.5	99.1-99.8	0.2	1143.5 ns
Cover 100 cm (%)	67.5	60.9 -74.1	3.2	72.1	68.9-75.4	1.6	998 ns

n = Number of observations

CI = Confidence interval

SE = Standard error

U = Mann-Whitney U statistic

Table 5.7. Results of comparing the characteristics of the herbaceous vegetation in eight nests of *Antigone canadensis nesiotas* in El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila, with a null model obtained by way of Monte Carlo simulation.

The Cuban subspecies of crane, in marsh wetland ecosystems, builds its nests only in swampy meadows: from 2005 to 2007, all of the nests were located in this plant formation, in which plant species such as *Cladium jamaicense*, *Thypha dominguensis*, and *Cyperus* spp. predominate. The area potentially used by cranes to nest in the swampy meadow was determined by a grain function (Figure 5.10). In general, this area with potential use reached an average annual value of 21.2 km². The range variations found between the years of study are shown in greater proportion between 2007 (30.3 km²), 2005 (17.5 km²) and 2006 (16.7 km²), respectively.

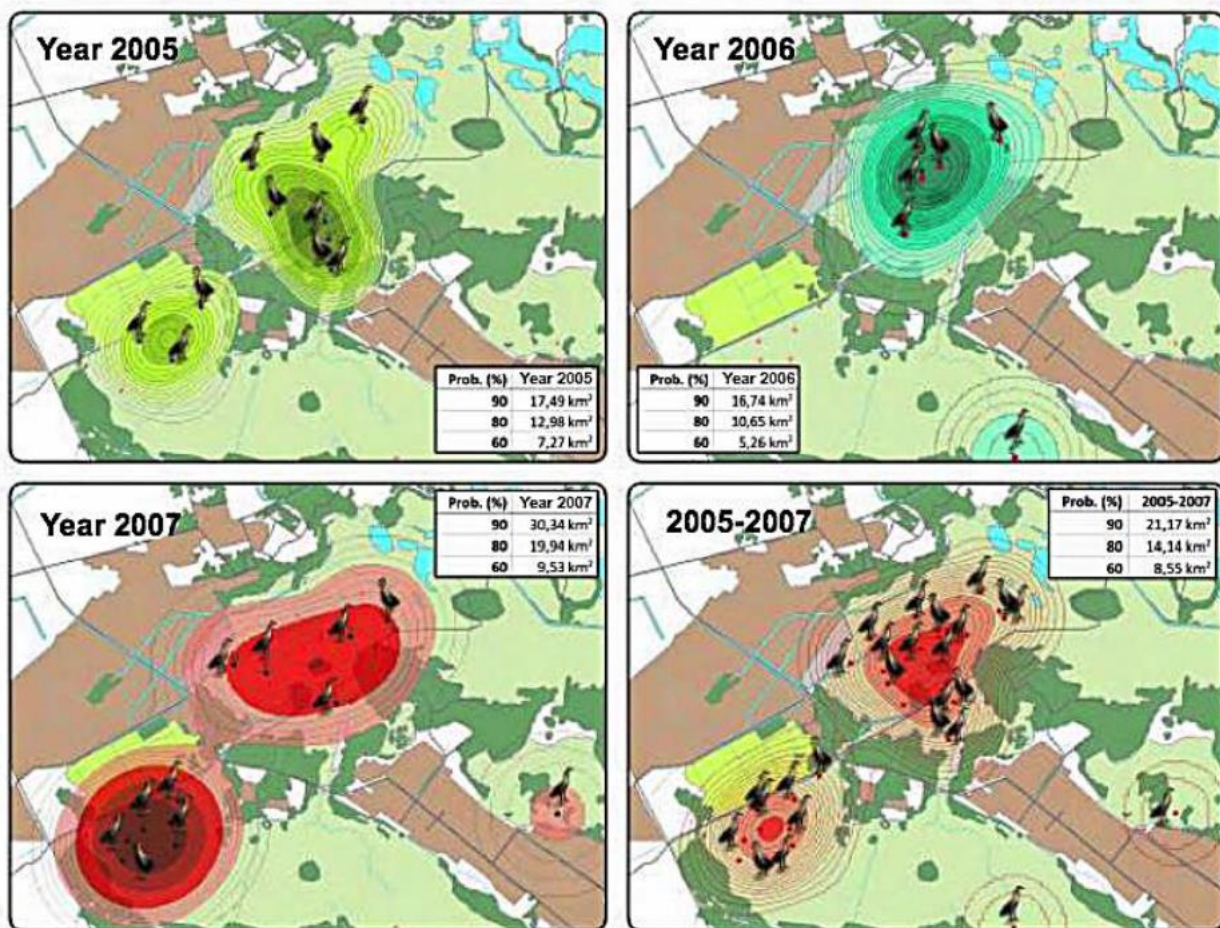


Fig. 5.10. Results of the comparison between the characteristics of herbaceous vegetation in eight nests of *Antigone canadensis nesiotas*, in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, with a null model obtained by Monte Carlo simulation.

Simultaneously active crane nests were distributed at distances of almost 1,300 m. This distance was analyzed between active nests which had no physical barriers preventing visibility between them. The minimum distance we found was approximately 330 m, and the farthest nests were about 2800 m away (Table 5.8). There were slight variations in the average of these distances between the years of study, with a lower value in 2007. However, the comparative analysis of the distances between simultaneous active nests in 2005 and 2007 did not have significant differences ($t = 1.2$; $p = 0.2$).

Year	Distance between nests (m)	n	SE	Minimum	Maximum
2005	1433.7	15	153.5	332.7	2661.9
2006	1353.9	4	363.7	596.6	2338.3
2007	1159.2	17	162.6	333.4	2812.6
Total	1305.8	39	106.0	332.7	2812.6

N = Number of nest-to-nest distance measurements

SE = Standard error

Table 5.8. Statistics of the distance between simultaneous active nests of *Antigone canadensis nesiotes* during the time of study, in El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

The estimation of the area of influence of the nests by Dirichlet tessellations was different in each year of study. In general, the area of influence extended up to 2 km² around the nests, with a variation ranging from 0.5 km² to 8 km² (Figure 5.11). The smallest average area of influence was found in 2005, approximately half of the area estimated in 2007, which is in line with the highest value in the distribution area determined that year.

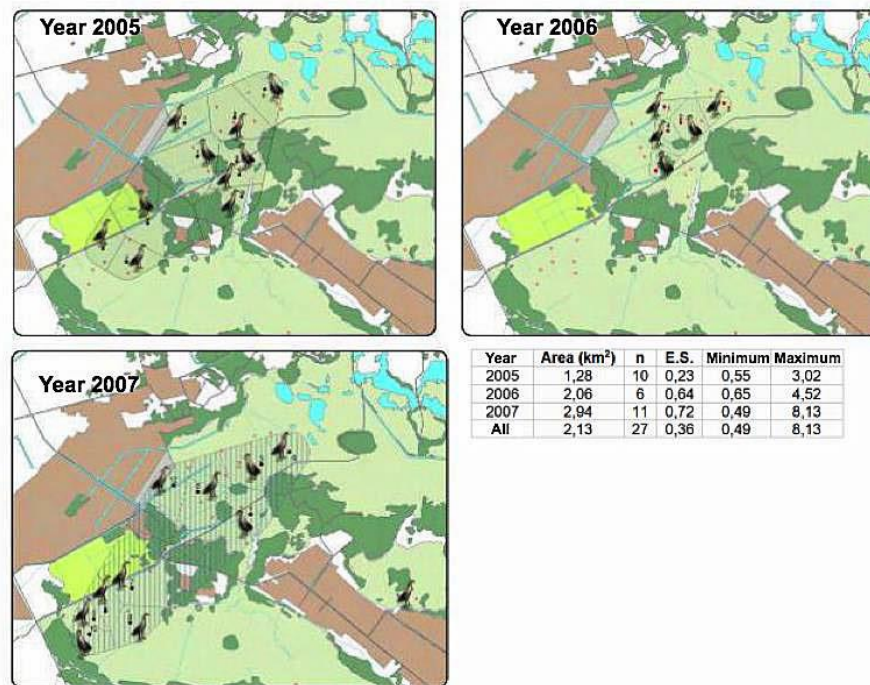


Fig. 5.11. Representation of the areas of influence of each nest of *Antigone canadensis nesiotes* in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba, from the polygons generated via Dirichlet tessellations (with a buffer of 15%) for the active nests between 2005 and 2007.

5.3.4 Landscape level

The analysis of the characteristics, at the landscape level, of the nesting site of *Antigone canadensis nesiotas* in El Venero Wildlife Refuge was carried out at different distances from the nests. In general, the protected area contains, in different proportions, the landscape elements analyzed in this study (Figure 5.12).

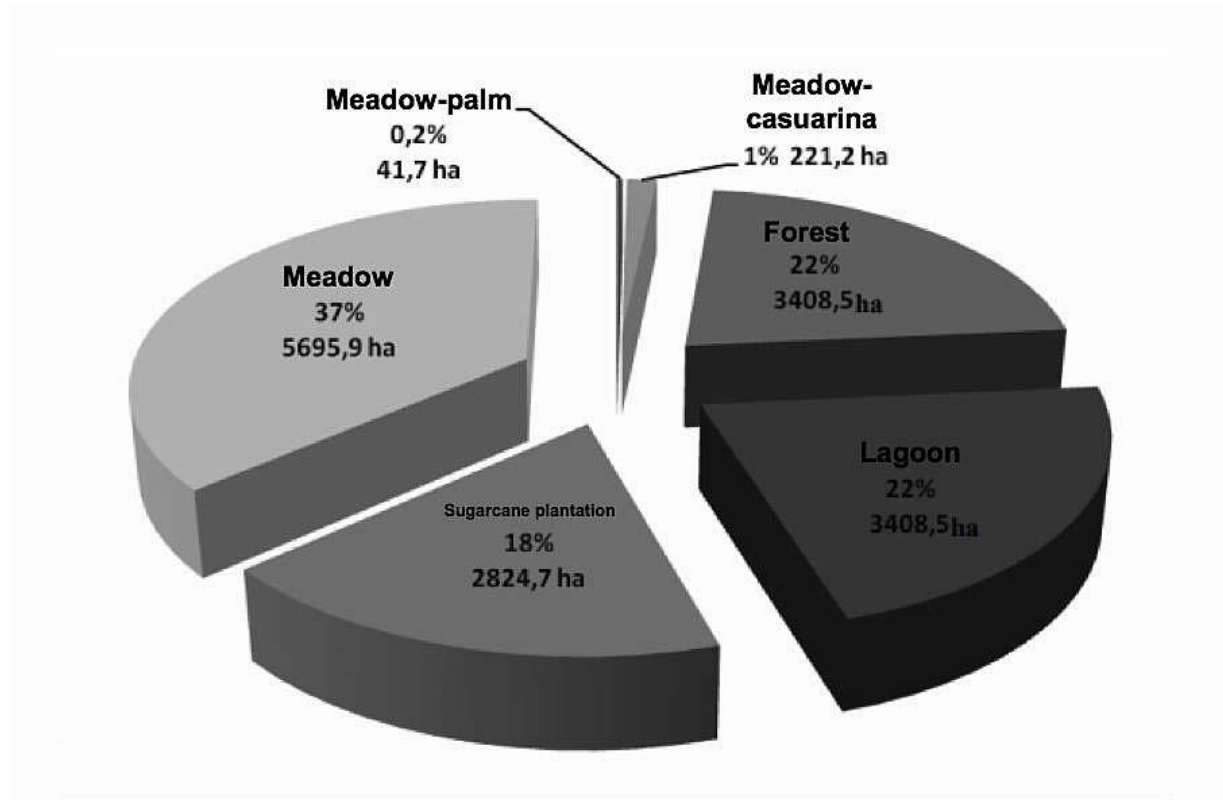


Fig. 5.12. Representation of the area and percentage of the landscape elements analyzed in the study area of *Antigone*.

The areas defined by the different established ranges also had elements of the landscape represented in different percentages and frequencies of appearance (Figure 5.13).

In both nests and at random points, at the two breeding sites, different landscape elements in a range of 1,000 m appeared at different frequencies. In the nests of El Venero and Manacas, the frequency of meadows, forests, smaller channels, larger channels, roads, and sugarcane plantations behaved similarly. However, the frequency of occurrence of lagoons and grasslands with palm trees in Manacas was zero, while in El Venero, no grasslands with casuarinas were found in the defined

area. At both sites, the grasslands, forest, and smaller and larger channels, which may indicate that cranes build their nests at the sites where these landscape elements appear, some at a distance, showed the highest frequencies. The presence of the grasslands with casuarinas in the Manacas areas was in a similar proportion to the most frequent elements.

In El Venero, there were differences between nests and random points in terms of the frequency of occurrence of lagoons and smaller channels. Gaps at random points appear twice as often as in the nest area; however, smaller channels in the latter have a higher frequency. The nests in Manacas differ from their random points in the frequency of appearance of larger channels, the grassland with casuarinas, and the sugarcane plantation. The frequency of sugarcane plantation and grassland with casuarinas is higher at random points, while in nests, the frequency of larger channels is higher.

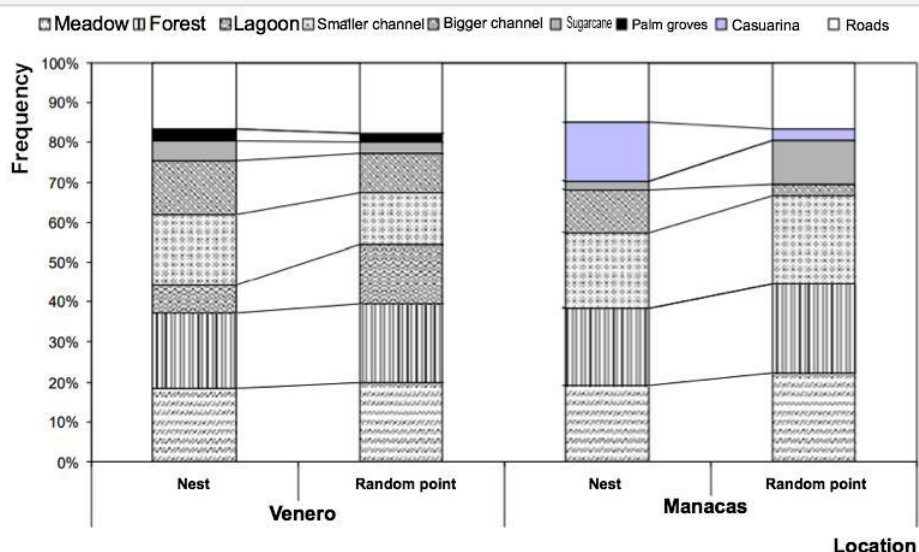


Fig. 5.13. Frequency of appearance of different elements of the landscape in a radius of 1000 m around the nests of *Antigone canadensis nesiotes* and random points on two sites in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

The analysis of the frequency of the landscape elements between all the nests and the random points tracking the different ranges that we established, had variable results for the different areas. At the 100 m range, the grassland frequency was higher than the other elements, both in nests and at random points. The frequency of smaller and smaller channels and roads was similar and are the other elements that appear at that distance. However, at the random points there are forests, lagoons, meadows with casuarinas, and palm trees, and there are no roads or larger channels, which is a marked difference from the nests (Figure 5.14).

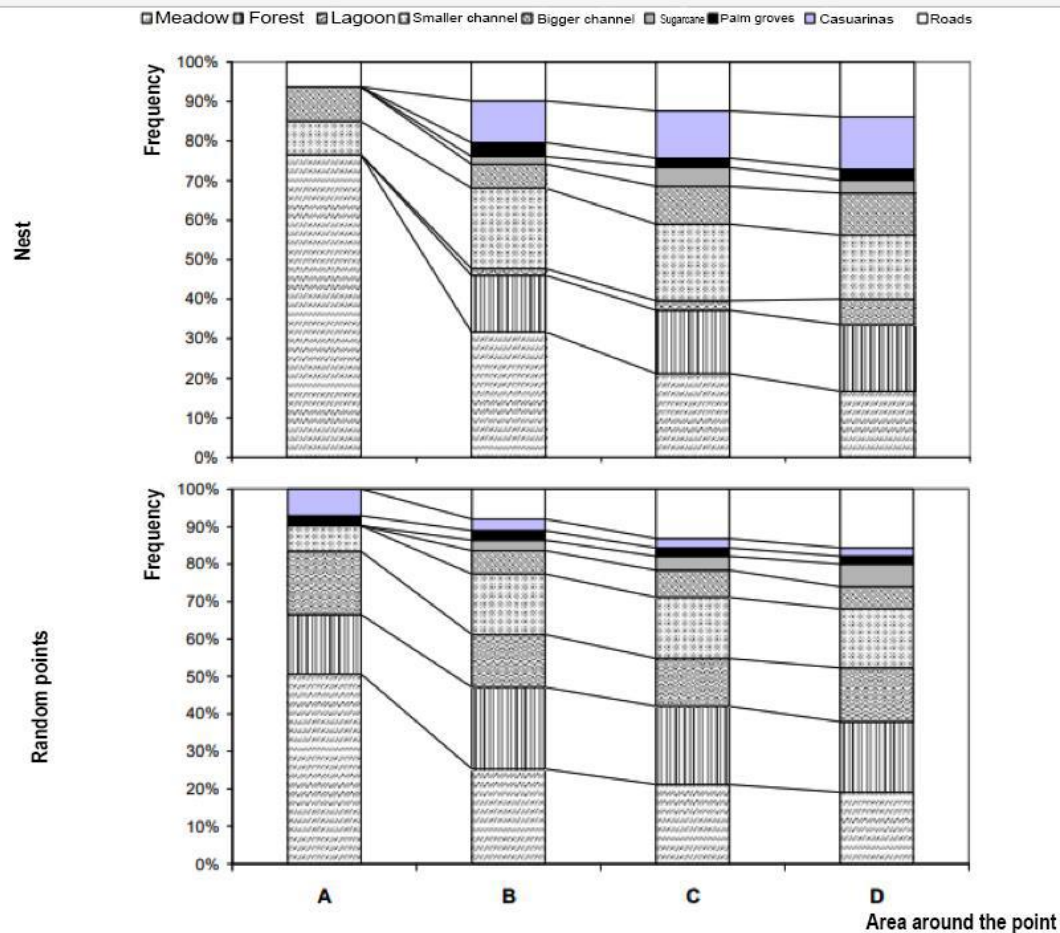


Fig. 5.14. Frequency of appearance of different landscape elements in different areas around the nests of *Antigone canadensis nesiotes* (n = 26) and random spots (n = 27) on two sites in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba (radius of the Areas, A 100 m B 400 m C 700 m and D 1000 m).

In the nests, for the ranges of 400 m, 700 m, and 1000 m, sugarcane plantations and meadows with palm trees and casuarinas appeared, and therefore, the frequency of the meadow decreased noticeably. At the random points, larger paths and channels appeared, and the grassland frequency was similar to the nests. For these general results, no significant statistics were found regarding the frequencies of landscape elements, analyzed for nests and random points ($p > 0.05$).

The percentage of landscape elements (meadows, forests, lagoons, grasslands with palm trees or casuarinas, and sugarcane plantation) represented in the area defined by all ranges is shown in Figure 5.15. In the nests and random points, the largest percentage of the area is occupied by grassland, followed by grassland with casuarinas, and then forests.

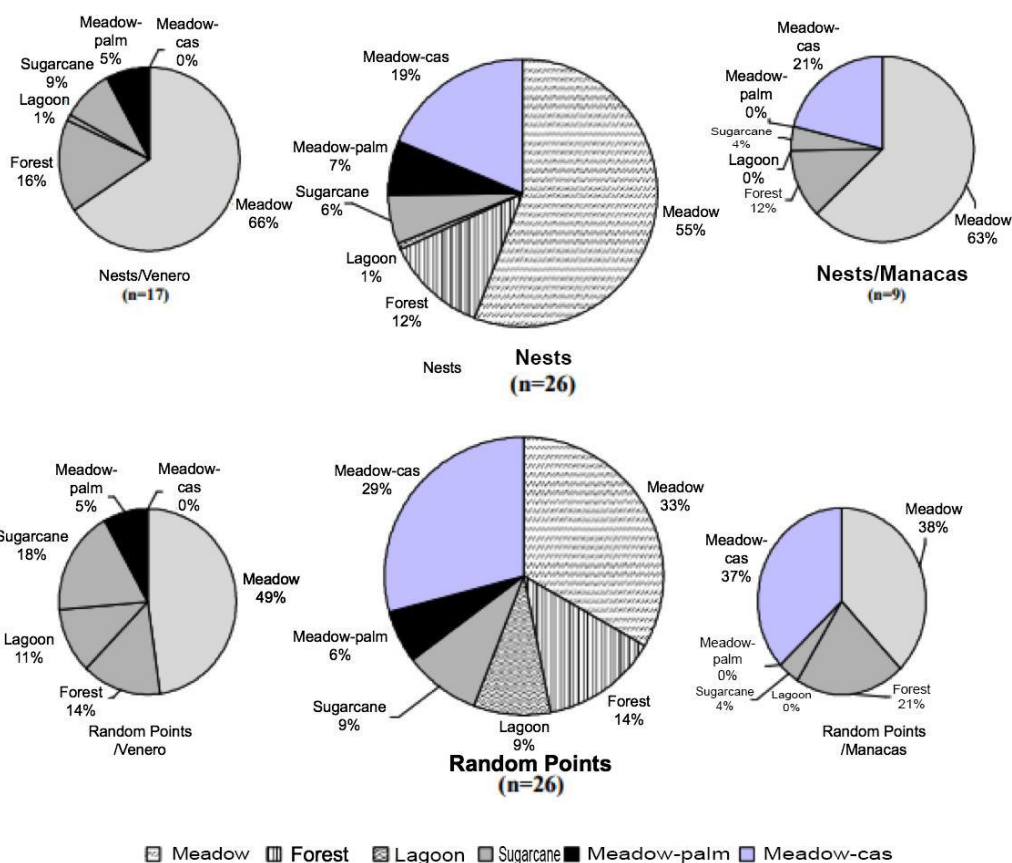


Fig. 5.15. Percentage of areas occupied by different elements of the landscape around the nests of *Antigone canadensis nesiotis* and random points, on two sites in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

The largest differences in this analysis were found between the percentage of grassland (which is higher in nests; $z = 3.55$; $p = 0.0004$) and lagoons (higher in random points; $z = 2.99$; $p = 0.003$). The difference in distance to forests was also statistically significant ($z = 2.0$; $p = 0.04$). These differences suggest that cranes do not build their nests in sites near lagoons and forests and support the idea that extensive grassland areas are necessary for the reproduction of this subspecies in El Venero Wildlife Refuge. The percentage of grassland in the nests of the El Venero site is higher than in the random points, while the percentage of lagoons and sugarcane plantations is higher in the latter. As for Manacas, the percentage of grassland in the nests is still higher than in the random points, but in the latter, the percentage of forests and meadows with casuarinas is higher. The results of the analysis of the percentage of area occupied by the different landscape elements in nests and

random points at different spatial scales showed that, at 100 m distance from the nest, the landscape contains only swampy meadows. As for random points, the same area is represented by a similar percentage of grassland, grassland with casuarinas, and grassland with palm trees, and, to a lesser extent, there are forests (Figure 5.16).

As the scale of the study increased, forests, sugarcane plantations, and the other two types of meadows appeared, but the percentage of meadows was always higher than the rest of the landscape elements. As for the random points, the grassland area remained stable, but less than in the nesting sites. There was an increase in the percentage of lagoons, forests, and sugarcane plantations, and a decrease in the percentage of grassland with palm trees. In this study, the largest differences between nests and random points in the available area in the wetland were found at radial distances less than 400 m.

Average distances to landscape elements such as forests, channels, and smaller and larger roads, measured from nests and random points, are shown in Table 5.9. The greatest differences were found when analyzing the distance to the forest, which supports the hypothesis that the presence of nearby forests may somewhat negatively influence the selection of the nesting site. Overall, the other distances analyzed did not differ significantly between nests and random points.

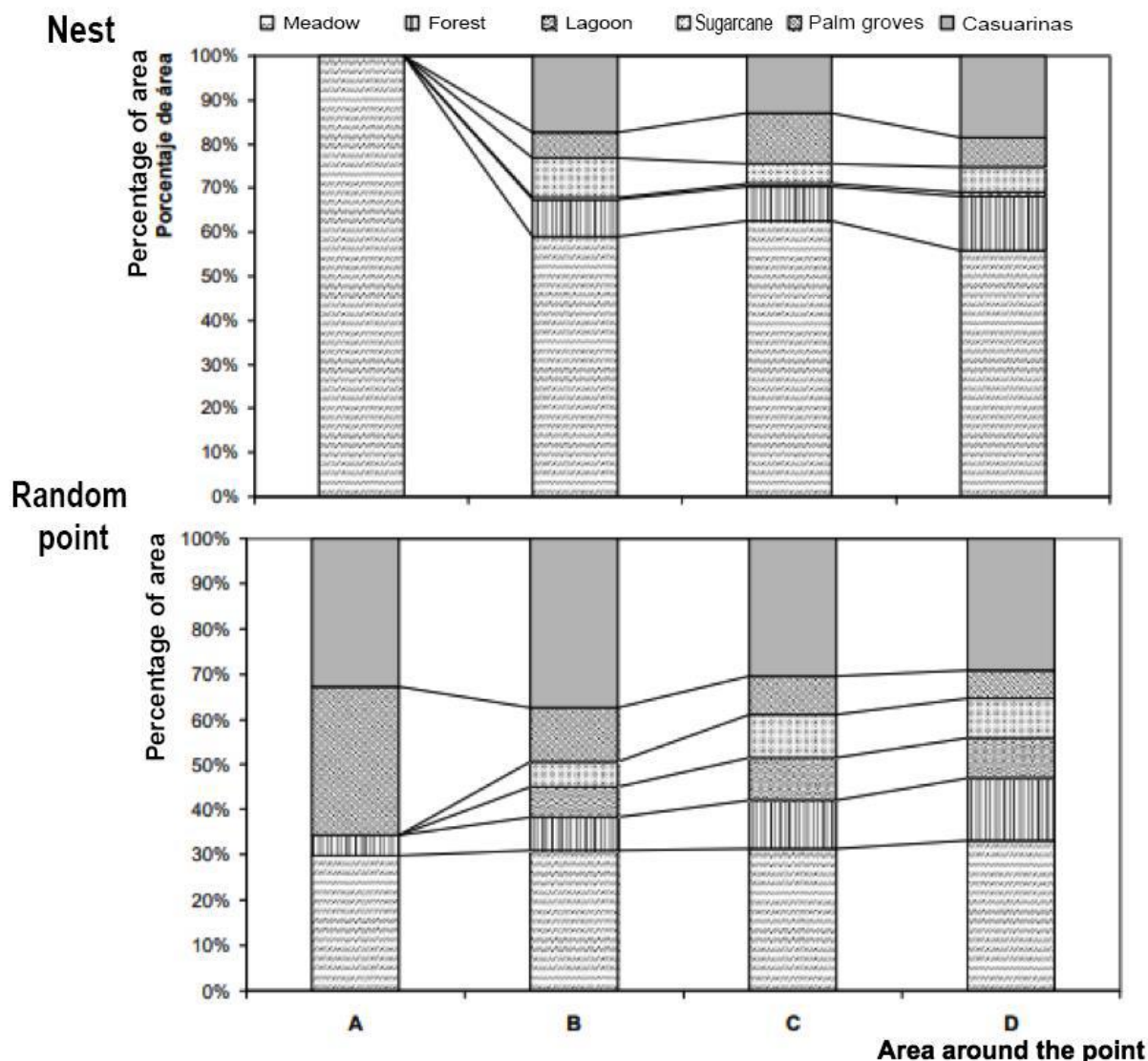


Fig. 5.16. Percentage occupied by different elements of the landscape on different spatial scales around the nests of *Antigone canadensis nesiotes* and random points on two sites in El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila, Island of Cuba.

Separating the analysis by breeding areas, the results indicate that, at the two sites, the distance from the nests to the forest was approximately twice the distance from the random points to the forests. The highest values of distance to smaller channels were found in the nests of Manacas (290.3 ± 54.4 m) and differ noticeably from those of El Venero (46.8 m) and the random points (37.3 m). This indicates that nesting in the El Venero area is more related to proximity to shallow water sources, and this distance was greater at the random points (22.7 m) analyzed at that site.

Elements	Nests		Random points		Mann-Whitney U	
	Average $\pm$ ES	n	Average $\pm$ ES	n	Z	p
Distances (m)						
To roads	5237 $\pm$ 59.11	23	508.4 $\pm$ 47.71	24	0.17	0.86
To smaller channels	313.1 $\pm$ 34.51	26	333.9 $\pm$ 42.90	21	-0.41	0.68
To bigger channels	502.1 $\pm$ 62.21	18	552.7 $\pm$ 80.99	11	-0.67	0.50
To forests	461.9 $\pm$ 4520	27	236.9 $\pm$ 26.38	27	3.59	0.0003

n = Number of measurements

Z = Standardized Mann–Whitney test statistic

p = p-value

Table 5.9. Descriptive statistics of distances measured from the nests of *Antigone canadensis nesiotes* and random points to different elements of the landscape in which they are located, in El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

With respect to the larger channels, the distance of the nests is inverse to the distance to the smaller channels between the breeding areas. Regarding Manacas, the distance to larger channels is less than in the nests located in El Venero. Compared to random points, nest distances at both sites were shorter (Figure 5.17). The nests were located near the roads, both in Manacas and El Venero. The values of the minimum distances to these elements from the random points were greater (Venero, 293.7 m; Manacas, 251.9 m) with respect to the nests (Venero, 48.8 m; Manacas, 97.4 m).

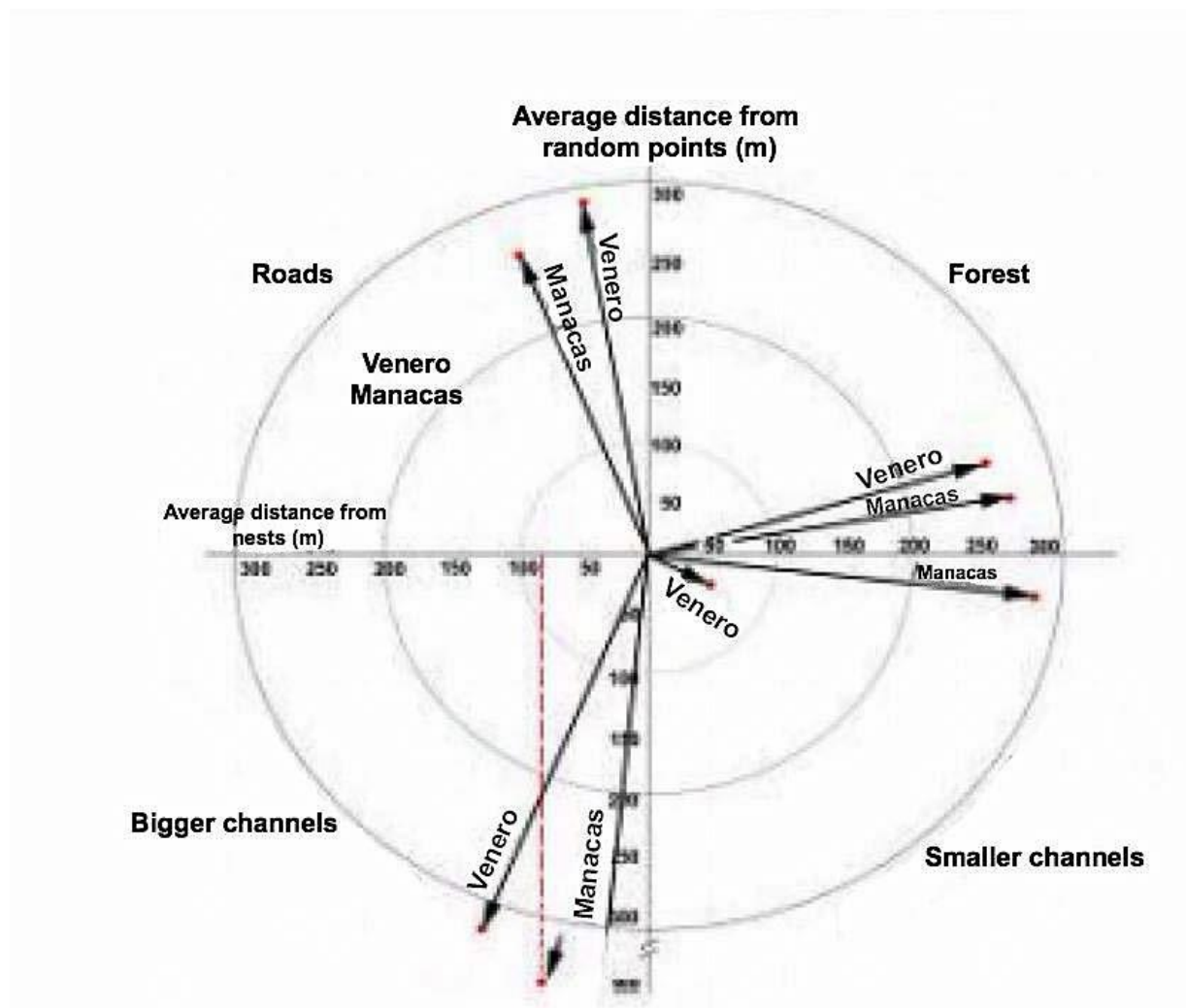


Fig. 5.17. Differences between the average distances of the nests of *Antigone canadensis nesiotas* and of random points, to four elements of the landscape of possible importance in the selection of the site of location of the nests, on two sites in El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

The results of the Manly selection rate applied to habitat proportions at nests and random points point to a selection for forest, lagoon, sugarcane plantation, and casuarina grassland elements (Table 5.10). Being statistically significant ($\chi^2 = 23.4$; $p = 0.0003$), this selection supports previous results regarding landscape composition at sites selected for nesting. Cranes nest in the grassland as long as it is some distance from forests, lagoons, sugarcane plantations, or any combination of grasslands which allows the birds to have visibility to detect possible threats.

Category	Index	SE	CL 95 %
Grassland	0.59	0.08	0.38 – 0.81
Forest	1.12	0.34	0.22 – 2.02
Lagoon	10.55	10.37	0.00 - 37.93
Sugarcaneplantation	1.50	0.65	0.00- 3.21
Grassland-palm	0.94	0.42	0.00-2.06
Grassland-Casuarina	1.57	0.35	0.65- 2.48

SE = Standard error

LC = Confidence limit

Table 5.10. Rate of selection of Manly applied to the proportion of elements of the landscape in the nests of *Antigone canadensis nesiotes* and in random points, in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

5.3.5 Activity pattern

The flocks of cranes had variations in terms of the number of individuals (13 individuals, the maximum number we observed) and age composition, from an isolated family (a pair of cranes with one or two accompanying juveniles) to groups composed of adults without offspring (non-reproductive and/or reproductive without reproductive success). Families in mixed groups could often be identified by the continued spatial proximity of the parents and their offspring.

When analyzing the frequency of appearance of the studied behaviors of the Cuban Sandhill Crane in Manacas and El Venero, food was found in a greater proportion, since we dedicated more than half of the observation time to it (67.9%) (Table 5.11).

Alertness and locomotion are post-foraging behaviors, although their proportions are at least five times lower.

Behavior	Manacas (n = 54)				Venero (n = 58)				Total (n = 112)			U
	Average	Min	Max	SE	Average	Min	Max	SE	Average	CI – 95%	SE	
Feeding	58.3	1.7	94.2	3.1	76.8	39.3	96.7	2.0	67.9	63.9-71.9	2.0	932.5*
Locomotion	16.2	0	78.3	2.6	8.4	0	42.9	1.2	12.1	9.3 -15.0	1.4	1591.5
Preening	8.9	0	87.5	2.5	2.1	0	28.3	0.7	5.4	2.9-7.9	1.3	1038*
Alertness	14.3	0	45.0	1.6	12.4	0	52.5	1.6	13.3	11.0-15.5	1.1	1505
Rest	0.2	0	2.2	0.1	0.1	0	2.5	0.1	0.1	0-0.2	0	1581.5
Interaction	1.4	0	20.0	0.5	0.1	0	2.8	0.1	0.7	0.2-1.3	0.3	1425.5
Unknown	0.7	0	18.3	0.4	0.2	0	8.3	0.2	0.5	0.1-0.8	0-2	1607.5

n = Number of observations

SE = Standard error

CI = Confidence interval

U = Mann–Whitney U statistic

* Asterisks indicate significant differences between stages for $p < 0.05$ (according to a Mann-Whitney U test).

Table 5.11. Statistics of position and dispersion of the mean frequency of behaviors (expressed in percentage) recorded for *Antigone canadensis nesiotas* during the 2006-2007 study season in two localities of El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

The comparison of the percentages of time spent on the activities analyzed between the sites studied was significant in terms of food and distribution, since the cranes in the El Venero area dedicated their time more frequently to food than in the Manacas area. Preening followed the opposite pattern, as there was a higher percentage at the Manacas site. Regarding locomotion, although the time dedicated to it seems to be twice as long in Manacas as in El Venero, the statistical test did not show significant differences, with a power of 74%. Other behaviors make up 12-16% of all other activities, and although they apparently behaved similarly across areas, the power of the statistical test was not sufficient.

The variation in the pattern of activity between the seasons analyzed was significant in terms of interactions between individuals, since there was more time spent on this behavior during the season prior to nesting (1.3% vs 0.02%) (Table 5.12). The average values obtained for foraging, locomotion, and resting behaviors were higher in the non-breeding season and represented 86.3% of the budgeted time, while in the pre-nesting season they fell to 75.2%. Preening and alertness reached their highest values during the last season and added up to a total of 23.3%. However, these apparent differences do not have any statistical significance since their powers are less than 75%.

	Behavior	Manaca (n=25)				Venero (n=25)				Total per stage		
		Average	Min	Max	SE	Average	Min	Max	SE	Average	CI-95%	SE
Non-reproductive	Feeding	56.1	13	83.3	16.4	83.5	69.2	96.7	82	69.8	66.4-77.2	27
	Locomotion	26.7	0	78.3	22.6	-	0	16.7	63	-	10.7-21.8	28
	Preening	4.6	0	23.3	5	0.8	0	7.5	1.9	2.7	1.5-3.9	0.6
	Alertness	10.9	0	38.3	9.6	9.8	0	30	7.7	10.3	7.9-12.8	1.2
	Rest	0.3	0	2.2	0.6	0.1	0	2.5	0.5	0.2	0.03-0.4	0.1
	Interaction	0.04	0	1.1	0.2	1.1	0.02	-	-	-	0.02-0.1	0.02
	Unknown	1.5	0	18.3	3.9	0	-	-	-	0.7	0.1-1.5	0.4
		n=29			n=33							
Pre-Nesting	Feeding	60.3	1.7	94.2	27.7	71.3	39.3	95	17.2	66.3	60.4-72.2	2.9
	Locomotion	7.1	0	30	8.8	10.3	0	42.9	10.1	8	6.3-11.2	1.2
	Preening	12.6	0	87.5	23.8	3.1	0	28.3	6.5	7.6	3.1-12	2.2
	Alertness	17.2	0	45	4	14.3	0	52.5	14.9	15.7	12.2-19.2	1.8
	Rest	0.1	0	1.7	0.4	0.1	0	1.7	0.3	1	0-0.2	0.04
	Interaction	2.7	0	20	5.1	0.2	0	2.8	0.7	1.3	0.4-2.3	0.5
	Unknown	0.1	0	0.9	0.2	0.4	0	8.3	1.5	0.2	-0.1-0.5	0.1

SE = Standard error

CI = Confidence interval

Table 5.12. Descriptive statistics of the mean frequency of behaviors (expressed in percentages) recorded for *Antigone canadensis nesiotes*, by stages and study areas of the El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila province, between 2006 and 2007.

During the non-breeding season, the activity pattern had significant variations in foraging, locomotion, and grooming, in the sites of Manacas and Venero, there was a greater time dedicated to foraging in El Venero and greater values of the percentage of locomotion and preening in Manacas. The rest of the activities behaved similarly during this season. In the pre-nesting season, the only significant variations were locomotion and interaction. In this case, locomotion activity reached higher values in El Venero and interactions between individuals behaved inversely. When analyzing the average frequencies of occurrence of behaviors by study sites and stages, using Fisher's precise p-test, we only found significance in locomotion ($p = 0.004$). This allowed us to infer that there is an interaction between the effects of the sites and the season on this behavior, and supports the differences found in the average values of this activity between sites by study stage. Regarding the rest of the activities, there was no interaction in this regard.

In the behaviors analyzed to describe the activity pattern of *A. canadensis nesiotas*, we found significant correlations. Foraging was the activity most negatively correlated with locomotion ($r_s = 0.5$), grooming ($r_s = 0.4$), and alertness ($r_s = 0.2$). Locomotion and alertness were also correlated with each other ($r_s = 0.3$). When conducting daily observation sessions, the number of cranes in the study area, in general, influenced preening ($r_s = 0.2$; $n = 113$). Distance to disturbance sources was one of the variables that may have some influence on crane activities; however, correlations at the established level were not significant, perhaps because of the low powers achieved by the tests ($<36\%$).

5.3.6 Behavior Patterns by Age Category

When analyzing the behavior patterns, according to age categories of the crane (juvenile, adult), we found significant differences in frequencies ($\chi^2 = 256.8$; $gl = 4$; $p < 0.001$). In general, crane juveniles fed more frequently than adults, which caused other activities (locomotion, surveillance, and preening) to fall below the percentages observed to adults (Figure 5.18).

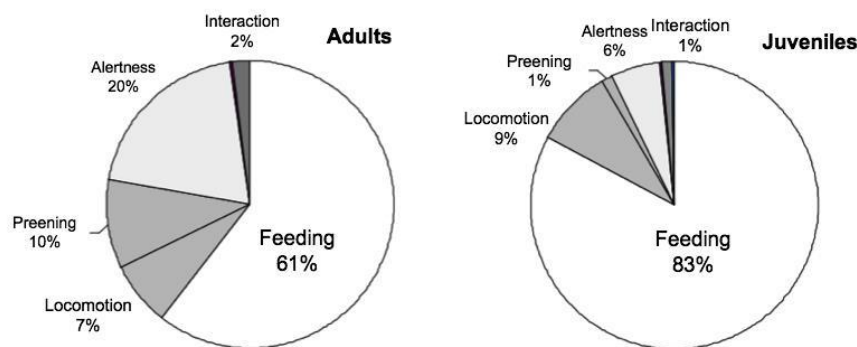


Fig. 5.18. Time budget dedicated to different behaviors in the pattern of activities of *Antigone canadensis nesiotas* or juveniles and adults, in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba, in 2006 and 2007.

The activity pattern of the Cuban Sandhill Crane has variations throughout the day (Figure 5.19). Upon reaching the foraging areas, after dawn, the cranes start their activity by foraging and making movements in search of optimal habitats or patches to do so. As the morning passes, the frequency of these behaviors decreases and alertness and increased arousal increase, remaining more stable throughout the daylight hours. Locomotion reaches its maximum value in the afternoon (14:30) while foraging has a different turning point in these same hours, with an inverse behavior starting at noon.

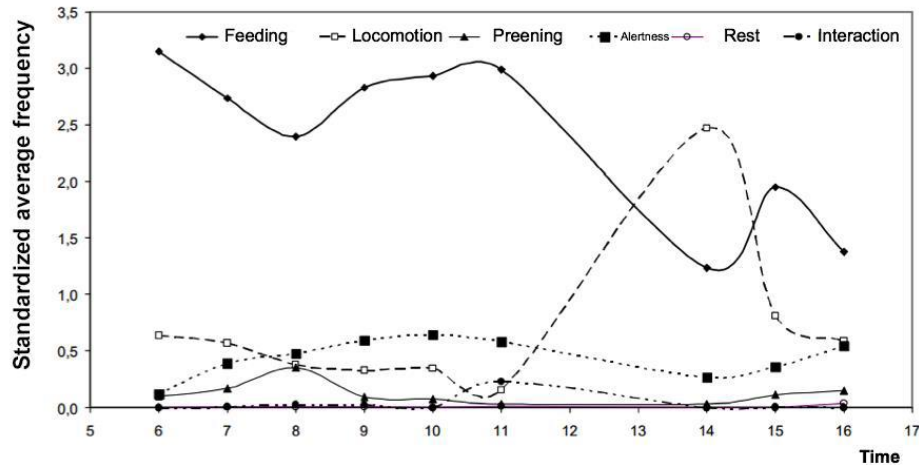


Fig. 5.19. Daily variations of the activity pattern of *Antigone canadensis nesiotas* in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba in the 2006 and 2007 seasons.

The activity pattern of the Cuban Sandhill Crane also had monthly variations that fluctuated according to the sampling stage (Figure 5.20). The greatest variations occurred in January and February, with a decrease in eating and an increase in alertness and grooming in the case of the first month, and an increase in eating and interactions between individuals and a decrease in locomotion and relaxation in the last month.

The distribution over time of certain behaviors can provide information about the parameters or characteristics of the environment. Alert behavior, for example, may reflect the abundance of potential sources of predation or sustained sources of disturbance. The sweep test showed different behaviors in the studied sites, suggesting that, in the El Venero area, the cranes in an alert state behave stably over time at regular intervals (22 streaks, $Z = 1.19$; $p = 0.24$). However, in the Manacas area, this behavior has a different pattern and is more variable over time (20 streaks, $Z = 1.93$; $p = 0.05$), indicating that such activity occurs irregularly, which is consistent with the fact that there is less protection in the area and more unrest.

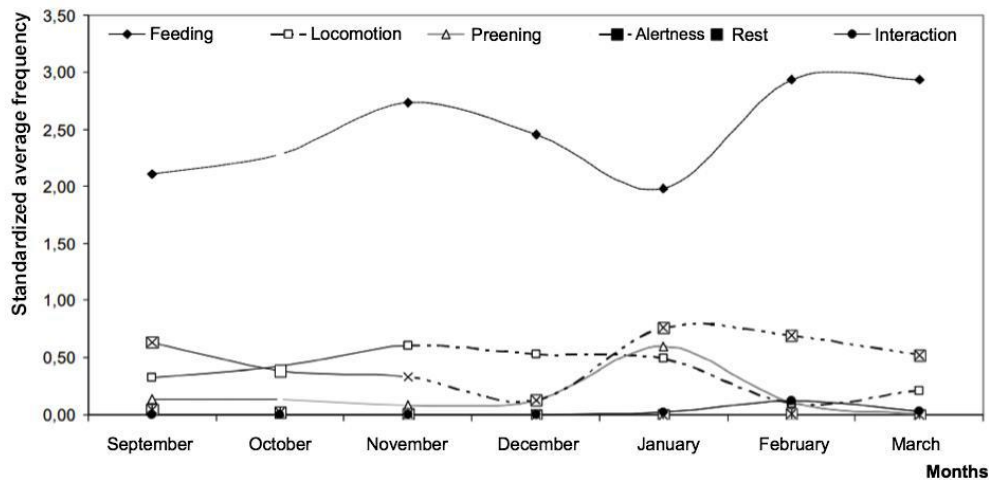


Fig. 5.20. Annual variations in the pattern of activity of *Antigone canadensis nesiototes* throughout the non-breeding and pre-sanitary season, in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba between 2006 and 2007.

5.4 Discussion

5.4.1 Reproduction

For the population under study, 100% of the nests were located in swampy meadows, with a predominance of the herbaceous stratum and an average distance of 465 m from sparse shrubs (*Anona glabra* and *Conocarpus erecta*). The reproduction of the Cuban Sandhill Crane was discussed by Gálvez Aguilera *et al.*, (2005) in a white sand savanna ecosystem (Isla de la Juventud), where the highest percentage of nests (51%) were located in natural semi-closed savannas, with the presence of shrubs (*Tabebuia lepidophylla* and *Byrsonima crassifolia*) and palm trees (*Colpothrinax wrightii* and *Coccothrinax miraguama*). The association found between the nests of Isla de la Juventud and the bushes is explained by the physiognomic similarity (in size and coloration) of the bushes with respect to the cranes, which provide perfect camouflage to the hatching bird. While, in the case of the cranes in El Venero Wildlife Refuge, the existence of scattered shrubs in the area of influence of some nests is related to the presence of water sources; that is, the cranes in these ecosystems do not select their nesting site according to this variable, but according to the proximity (within certain limits) to the channels. The difference between populations is determined by geomorphological variations in the ecosystems they use. The variation in nesting habitats of different species depends on their distribution ranges. Bennett and Bennett (1990) reported that cranes nest around extensive wetlands where emerging herbaceous

vegetation is accompanied by trees and shrubs, or in small, open swamps. Thompson (1970) also found nests in open areas of wet meadows, with scattered trees, and Walkinshaw (1981) commented on nesting in small lagoons which may be surrounded by shallow water or small lagoons with emerging vegetation. Small wetlands can also be used by this species and, according to Depkin *et al.* (1994), although isolated, they must be taken into account for their importance for the reproduction of these birds. At this stage of study, we began to detect nests from the end of February through May, with peaks of greater abundance in the second half of March and the first half of April. This nesting period coincides with that reported by Gálvez Aguilera *et al.* (2005) for the Cuban subspecies and is within the proposed range (Bennett and Bennett 1990; Dwyer 1990; Dwyer and Tanner 1992) for *A. c. pratensis*. This breeding period in the subspecies *A. c. pratensis* and *A. c. nesiotis* is closely related to the rainy season defined for the tropical zone. According to Bennett and Bennett (1990), rainfall accumulated during the breeding season of *A. c. pratensis* may be one of the most important factors influencing nesting time. Likewise, Gálvez Aguilera *et al.* (2005) found a positive correlation ($r_s = 0.6$) between reproduction rates and rainfall accumulated before nesting and another inverse correlation ($r_s = 0.6$) between reproductive success and rainfall accumulated during the breeding season. Based on the results of this research, the sites studied in El Venero Wildlife Refuge are considered areas of importance for the reproduction of this species, which are also used during the non-breeding season as a foraging habitat. The areas of Manacas and El Venero hosted 96.7% of the nests found in the three years of study. The differences in the percentage of nests found by area are determined by the sampling effort, which was greater in the El Venero area, because access to the most remote sites in the Manacas area was difficult. Although cranes are waterfowl, there are variations in this group that are defined by the geographical areas and types of ecosystems they use. In the case of *Antigone canadensis*, there have been reports of the construction of nests over water in extensive wetlands and also on dry land, both in meadows (Layne 1982; Littlefield 2001) and in white sand savannas (Gálvez Aguilera 2002). The three variants found throughout the study period: all nests on dry and wet land, nests on water, and nests on dry and wet land, were related to accumulated rainfall. According to data from a wetland water resources station, there were variations in rainfall in February and May in 2005 and 2006. In 2005, when all nests were found in wet-dry sites, accumulated precipitation values were lower (221 mm) compared to 2006 (245.5 mm), and there was no rainfall in February of the previous year. This was accompanied by an extremely dry season (581.4 mm) in 2004, which was recorded as the driest year in 17 years (González Abreu, personal communication). In 2005, annual cumulative rainfall (1,186.6 mm) was above the critical value in 2004, resulting, in 2006, in wetland areas available for nesting with accumulated water. Precipitation data were not obtained in 2007 in this study, but we know

that the accumulation in 2006 reached 919.9 mm, thus contributing to the presence of water in the egg-laying season in 2007.

According to the criteria of Walkinshaw (1981) and Dwyer (1990), *A. canadensis* builds its nests in sites where the depth of the water varies from 25 to 40 cm; this can be an important component in the selection of the nesting site (Austin *et al.* 2001) and, for some populations, permanent water may become a prerequisite for nesting (Bennett 1978). We must also take into account that dry sites are used less frequently by this species, and Layne (1982) related it to the continuous loss of typical habitats for reproduction, as well as the construction of accessory nests that this author related to the migratory habits of the Florida subspecies. The use of dry areas, even though there are areas with available water in the wetlands, may be related to the territoriality of the pairs, especially if, in the previous breeding season, they had reproductive success and contributed to the recruitment of the population. The size and height of the nests reached their highest values in 2006, as a result of what was explained above about the level of water accumulated in the wetland. The nests in the study area have larger sizes than those built by the Cuban Sandhill Crane in dry sites such as Isla de la Juventud. According to Gálvez Aguilera *et al.* (2005), nests built in dry sites far from water sources do not need to have sizes as large as those of species that nest on water. The sizes reported by Thompson (1970) for *A. c. pratensis* in the Loxahatchee National Wildlife Refuge fall within the range of measurements recorded in the study area. Only the outer diameter is larger, as a result of the construction of the nests being 16.7 cm above the water. The general reproduction rates reported in this study have values similar to those analyzed on Isla de la Juventud, only in terms of egg laying; the rest of them are higher, except for the percentage of nests with two eggs. These variations are influenced by rainfall before and during the breeding season, which contributes to the increased availability of food before breeding. If the water level in wetlands rises rapidly, cranes take their chicks to safety to prevent them from drowning or dying from other causes such as pneumonia (Dwyer 1990; Gálvez Aguilera 2002).

This situation occurred in 2007 in El Venero Wildlife Refuge, with significant differences when comparing the percentages of these variables with the 2005 data. The variation in breeding success between years is related to the atmospheric phenomenon during the rainy season in 2007 (May-October), which included the last period of the nesting season. During this season, the nests that had not hatched at that time were lost. The year 2007 was reported as an extreme year in terms of rainfall in the wet season (González-Abreu, personal communication). Reproductive success was also influenced by these abiotic variables in the years analyzed, and there were no notable differences between breeding areas. In general, the size of the eggs laid by the Cuban subspecies is similar to that reported by Nesbitt (1988) for *A. c. pratensis*. Thompson (1970) (1.84 eggs),

Walkinshaw (1981) (1.94 eggs), and Nesbitt *et al.* (2001) (1.8 eggs) reported higher values. Dwyer (1990) reported some values on reproductive success (73%), percentages of nests with two eggs (53%) and incubated eggs (78.5%), presenting variations compared to results reported for the Canadian Sandhill Crane. *A. c. nesiotus* egg sizes were similar to those reported for the Florida Sandhill Crane by Littlefield (2001). The differences between years may be related to the great drought that occurred before the study time. Food availability was probably restricted at this time, hindering the normal development of the reproductive cycle that included egg formation. Littlefield (2001) commented that these elements may not strongly influence the size of crane eggs, as there are no significant differences in eggs from different years. However, when there was a noticeable decrease in egg size, thoughts arose about the consequences that weather imbalances could have. In addition, intraspecific variations between dispersed geographical areas should be taken into account.

5.4.2 Nesting microhabitat

The size of the herbaceous layer characterized in the surroundings of the nest had a higher value compared to the results obtained by Littlefield (2001) (37.7 ± 23.66 cm) and Dwyer (1990) (max = 73.0 cm) for the Florida Sandhill Crane. Vegetation coverage at 100 cm was higher than the total coverage also reported by Dwyer (1990) (31.1%).

The size and coverage at 100 cm showed a well-defined pattern as the distance to the nest increased. The values of these variables suggest that cranes select a point on the grassland at which the surrounding vegetation can protect them from predators and restrict the visibility of other pairs. In turn, this point should facilitate the crane's entry into its nest and the visibility necessary to detect any situation of potential danger.

The vegetation density determined by the distance between neighboring grasses did not show any significance at different distances from the nest; however, it is interesting to underscore the possible biological importance of the fact that, as the distance from the nest increased, the frequency distribution of the nearest herbaceous plants increased. This can be considered as one more element for the selection of the nest, since the distribution and density of the grasses can somehow affect the chicks, causing them to leave their nest almost immediately after hatching, moving behind their parents through the herbaceous layer. The complexity and aggregation of the grasses is also used as camouflage to escape the aerial predators that attack the chicks. Bennett (1978) reported similar results and supports the idea of selecting sites where the height and density of vegetation allows cranes to move and Walkinshaw (1949) reported that sites with tall, dense vegetation could keep nesting cranes well hidden.

5.4.3 Mesohabitat nesting

Larger-scale spatial analysis (100 m) did not show any noticeable trend between the nesting area and the available zones at the analyzed distance. The apparent homogeneity between nests and random points may indicate that cranes, at the mesohabitat level, do not choose their nesting site so strictly, or at least they do not consider the structure of the analyzed vegetation as a primary element. The main factors favoring nesting in certain areas of the wetland are others which were not considered at this scale of study. The contribution of the analyzed variables to site selection is discarded.

This spatial homogeneity in the nesting areas of *A. c. pratensis* was reported by Dwyer (1990), who also found no significant variation in vegetation structure between nests and random points. Halbeisen (1980) reported similar results, based on measurements of vegetation height and density in swamps used by nesting cranes and in other sites not used for this purpose; however, Watanabe (2006) considers vegetation height in *A. c. canadensis* breeding areas to be important. Other studies have taken into account the composition of the plant community to identify selection patterns. Bennett and Bennett (1987) demonstrated that nesting in the Okefenokee Swamp was strongly related to water levels during the breeding season. Pairs chose a specific plant community in years of intense drought, while in rainy years they chose a different plant composition. It is understandable that the selection is not based on the composition of the vegetation but on the wetland water conditions, which results in the secondary growth of several plant species. Tebbel and Ankney (1978) came to the same conclusions regarding the composition of the flora of the communities and Walkinshaw (1949, 1973) and Bennett (1988) concluded that plant species are only a small component, compared to the structure of vegetation, in the selection of the nesting area.

Finally, the results we obtained may also suggest that the structural similarities of vegetation in unused areas contribute to the availability of optimal areas for couples that conquer new territories during reproduction and breeding of chicks. Therefore, if there is an available area in the wetland with the same characteristics as the nesting habitats, then this ecosystem can support a higher number of breeding pairs, and this population may have a growing trend in the number of successful breeding adults. We must bear in mind that behavioral factors, such as territoriality and the experience of the adults, as well as spatial factors such as the distance between simultaneously active nests and the dispersion of nests in the wetland, can influence the selection of the nesting area. In addition to this, Dwyer (1990) commented that population pressures can influence this.

5.4.4 Nesting macrohabitat

The distribution of *A. c. nesiotetes* nests in the wetland was partially conditioned by the availability of the meadow habitat and the distance between simultaneously active nests. This distance between nests in open areas, such as in meadows, was less than that reported by Gálvez Aguilera (2002) for *A. c. nesiotetes* (2.9 to 6.0 km) on Isla de la Juventud. These differences are related to the characteristics of the ecosystems, which favor both the studied population - in terms of coverage and height of the herbaceous stratum - and the population of Isla de la Juventud - in terms of the frequency of shrub occurrence.

Dwyer (1990) reported similar results, with surprising minimum distances of 72 m. Thompson (1970) reported longer distances of 36.5 km, which can be disguised by factors such as the quality of available habitats. For *A. c. canadensis* and *G. leucogeranus*, Watanabe (2006) reported average distances of 6.5 and 6.3 km, respectively. This distance for *A. c. canadensis* is much more extensive than those referring to subspecies in the main breeding areas in Alaska and the Bank Islands (Reed 1988), so Watanabe (2006) suggests a possible population growth in the eastern region of Siberia, which causes a decrease in the average distance between nests. This variable is an important indicator of the territoriality of this species. In relation to the distance between simultaneous active nests, the area of influence of the nests of *A. c. nesiotetes* has values lower than those referring to *A. c. canadensis* (21.9 km²) and *G. leucogeranus* (41.9 km²) reported by Watanabe (2006). These differences are related to the longer distances and lower density of active nests in the Siberian area, while in the study area we were able to find up to seven simultaneous active nests in 4,736.1 ha of marshy grassland. The methodology used by this author to calculate the area of influence of nests took into account the average distance between nests, assuming that the area was circular, and its minimum range represented the area between nests of the same species. However, in this study, the use of Dirichlet tessellations (Silverman 1986), a method which creates a polygon around each nest in such a way that all nesting preferences in areas protected from predators and with visibility were also reported by Littlefield (2001). According to this author's criteria, *A. c. canadensis* nests in various habitats, ranging from open meadows to deep marshes. It seems that this species prefers to nest in open habitats without visibility restrictions; however, natural selection (poor egg survival) probably favors the use of unexposed sites. In regions with an abundance of predators, pairs which nest over deep water, with high vegetation and thick cover, have reproductive advantages over pairs which build their nests in open, exposed meadows.

The presence of channels in the area near the nests benefits the cranes that do not have to go far from their territory to drink water and thus do not endanger their chicks. The chicks remain with

their parents in the area near the nest during the first weeks of their life, so this territory must have the necessary characteristics for survival (food, water, and protection). The association of paths and nests does not exactly show a relationship or benefit, but is a consequence of their presence in the area. The population of cranes has been maintained in this breeding area for several years; however, the paths built on the grassland are related to water sources and forests, and currently some paths are not used by personnel other than those related to the protected area. People driving on the roads do not seem to present any potential risk to the incubating cranes; therefore, the cranes may be alert, but they have become accustomed to the human presence and do not move far away from their nests. Furthermore, proximity to these sources of human disturbance does not appear to have any influence on reproductive success.

The variations between breeding areas in terms of proximity to major and smaller channels have to do with the characteristics of the relief of these grasslands. The Manacas area is slightly higher, so there is less water accumulation on the grassland and the main sources of water are the larger channels. However, in El Venero, the water stays longer on the surface before soaking in, and there are smaller channels which flow into the grassland naturally.

The general analysis of the landscape showed that, as the scale of study increased, the probabilities of finding differences between the area with nests and random points decreased. It is possible that the overlap between the nested area and the random points on a larger scale limits the heterogeneity of the landscape, since the same characteristics are measured in both areas. According to Baker *et al.* (1995), in this type of analysis, it must be taken into account that, as the scale of study increases, the availability of unused habitat decreases. Really, the results can be confusing, as the area available for use is not known. Johnson (1980) commented that, to better understand cranes' selection behavior, research should be restricted to wetland areas, rather than analysis at the regional level. This, in turn, reduces the chances of detecting differences.

In addition to these interpretations, it should be taken into account that the behavioral and timing patterns of cranes can influence the acquisition of territories for reproduction. Pairs are territorial and return to the same site during each breeding season for many years (Walkinshaw 1989). If they defend territories containing several potential nesting sites that vary conveniently between years, studies focused on one single nest may be weak at detecting patterns of use on larger scales.

5.4.5 Activity pattern

The time budget spent on the studied behaviors of *A. canadensis nesiotas* at El Venero Wildlife Refuge showed a different pattern between activities. For the cranes, during the study time, the

most important activity to perform was foraging, on which the populations spent much more time during the day than on the rest of the activities analyzed. To a lesser extent, locomotion and surveillance activities are next in importance. Related to the search for patches of habitat or areas with abundant food resources, is the need to maintain vigilance; to detect predators and their response to any disturbance, flee, and/or remain alert when they accurately locate the threat.

As with other species, cranes are expected to divide and prioritize the use of available time by performing different behaviors throughout the day. Among these behaviors, foraging is a physiological need of all animals and can be expressed to different degrees depending on the stimuli endogenous to the body and the exogenous stimuli of the environment. The study time included the non-breeding and pre-nesting seasons of the Cuban Sandhill Crane. This subspecies keeps foraging longer in order to replenish the reserves depleted during the previous season of mating, territorial defense, nesting and rearing of chicks - during which the animals spend a lot of energy. The beginning of the next breeding season implies increasing efforts to acquire food resources from the environment. This activity is always affected by other behaviors which contribute to the individual's survival and are part of their set of spontaneous movements. It depends on the energies dedicated to the obligatory physiological demands that decisively influence the amount of energy available for these optional activities (Walsberg 1983). According to Chávez Ramírez (1996), the compulsory behaviors of *Grus americana* include foraging and locomotion, since many of the locomotion activities in this author's study were related to the search for food. This author also includes alertness in this category, despite it being a costly behavior and considered an energy production which could be saved if that time were spent on food (Lendrem 1983; Metcalfe and Furness 1984). In reality, alert behavior and the subsequent detection of potential risks to survival, such as predators, are important and should always occur, even if daily energy needs have not been met (Chávez Ramírez 1996). Rest and maintenance behaviors are considered optional activities, provided survival is ensured.

For the migratory subspecies of *A. canadensis* included in the group "Mid-continental Sandhill Cranes" by Tacha (1981) and Tacha *et al.* (1987), the time budget dedicated to foraging in different areas such as Texas (39.5%), Nebraska (52.2%), Saskatchewan (63.7%) and Alaska (51.8%) was obtained. For this study, the time budget dedicated to foraging was 67.9%—higher than that reported by Tacha *et al.* (1987) during the migratory season. Differences between these results and values for migratory subspecies may have to do with the areas they use to forage during this stage. Iverson *et al.* (1987) reported that, during spring migration, these subspecies use grain fields (corn, wheat, barley), and Tacha *et al.* (1992) reported that, in areas destined for wintering, the crops available are the same ones mentioned, along with millet fields. In these areas used for agricultural

purposes, the disturbance caused by human presence is greater and sustained over time, which contributes to birds spending more time on activities such as locomotion (walking and flying) and being alert. However, the areas included in this study encompass swampy meadow areas in a protected area, where human disturbance is restricted to some extent. Although in this area there are areas with crops belonging to farmers, all the observations were made in swampy meadows. Therefore, the higher values obtained in this study are related to the availability of food in natural areas, the low degree of disturbance faced by birds, and also the lower number of individuals in flocks, which may reduce intra-species competition. These environmental differences contribute to the variation in time spent on the behaviors of species in general.

The percentage of time spent on the activities analyzed between the two sites, El Venero and Manacas, had notable variations in terms of food and grooming, but locomotion and alertness also differed. Despite the spatial proximity between the foraging areas and the breeding areas of this subspecies (about 4 km), the variations we found in behaviors may be related to the degree of alteration in the areas and the availability of food resources. The El Venero site is an area of strict conservation, according to the functional classification of the protected area, in which access is only allowed for research and monitoring activities of animal populations, while the Manacas site, although it is within the limits of the protected area, is an area exposed to human disturbance. The presence of a secondary road that crosses the swampy meadows allows poachers access to the area, in addition to the passage of working personnel usually accompanied by dogs. We must add to this situation the proximity (1.5 km) of agricultural settlements that are possible sources of disturbance. These elements imply that the cranes that use this site spend more time on alertness and locomotion compared to El Venero. Alertness was irregular during the observation time in that area, where disturbances are more frequent and sustained over time compared to El Venero, where the frequency of this behavior is regular, following the surveillance pattern of these birds, without any external disturbance. Increases in the percentage of time spent on this behavior as a result of human disturbance (poachers) have also been reported for *Grus americana* by Mabie *et al.* (1989) and Chávez Ramírez (1996) on Matagorda Island.

In this study, foraging does not seem to show any alteration, despite having lower values compared to El Venero. This can be explained by the fact that grooming behavior in Manacas is significantly higher than in El Venero, which may indicate that there is greater availability of food in that area. The net intake rate (relative success of the foraging effort) and the absolute daily intake rate (energy-related needs) are met more quickly. Therefore, optional activities such as maintenance can be carried out in greater proportion with respect to an area with less availability of resources, where most of the time is spent searching for food.

According to Walsberg (1983), individuals who devote little time to relaxation and rest activities may be close to an energy deficit, while those who dedicate their time to these and other optional activities managed to accumulate sufficient energy resources. Alonso and Alonso (1993) stated that, in the case of migratory cranes, the amount of time spent on daily foraging and resting activities during the non-breeding season is a good indicator of foraging effort, but they also suggest that the increase in grooming activities may result from the decrease in food availability. During this study, we observed cranes foraging in this disturbed area (Manacas) and there have been previous observations since 2005 that support the idea that this area is more disturbed by human presence than an area with sufficient resources to maintain this subspecies.

The pattern of activity of this subspecies over the time of study showed significant differences in terms of interaction, with a higher percentage in the pre-nesting period. It is in this season that the pairs of cranes begin to defend their future nesting territories, becoming more aggressive in the presence of other intrusive cranes in the same area. Flocks begin to split and single adult or subadult individuals attempt to approach couples who have a weak bond, to break it (Nesbitt and Tacha 1997). Overall, the other behaviors remained stable based on the results of the analysis of the two seasons; however, when observing the behavior of the frequencies on a monthly basis, there were notable variations in eating, preening, alertness, interaction, and locomotion during January and February. The decrease in foraging frequency and the increase in preening and alertness in January could have resulted from the accumulation of enough energy to cover the necessary reserves. With this decrease, optional activities such as grooming increased significantly. The pairs had already settled by then, and they began to develop behaviors to camouflage their feathers and the characteristic univocal song specific to the species could be heard. This behavior was reported by Nesbitt (1975) for *Antigone canadensis pratensis* and, as for the Cuban subspecies, Gálvez Aguilera (2002) mentioned that pairs of cranes from Isla de Juventud paint their feathers with reddish mud in places where there is water. The alertness between couples increases when they hear the unison singing of other couples that define territories and strengthen their bonds, which is necessary to avoid intra-species aggression. The increase in the frequency of foraging and interaction in February and the decrease in locomotion and grooming are related to the energy needs of the cranes that must accumulate from that moment on, both in males and females, to incubate their eggs. As discussed earlier, the interaction during this month is closely related to the couple's bond and relationship and the defense of territories.

According to Fox *et al.* (1995), during the pre-nesting period, *Antigone canadensis* spends less than 1% of daily activity time (24 h) on behaviors such as grooming and courtship. Cranes devote the highest percentage of time to foraging (33.5%), resting (37.8%), locomotion (15.4%), and alertness

(13%). The differences in the percentages, with respect to those reported in this study, lie in the sample design. The analysis of the Cuban Sandhill Crane is restricted to daytime hours, when rest activity is minimal, while the results of the study by Fox *et al.* (1995) include nighttime hours, during which foraging is zero, so their total percentage decreases. Likewise, in both studies, energy requirements must be met at this stage to guarantee the laying and incubation of eggs. The frequency of the behavioral categories: foraging and alertness referred to in this study from December to February followed the same trend as the results presented by Alonso and Alonso (1993) and Avilés and Bednekoff (2007) for the common crane, *Grus grus*, in Spain. Similar to the behavior of the Cuban subspecies, the European species acquires its energy reserves as soon as possible in winter and, once the winter is over, its diet decreases to stable levels, just enough to stay alive. The decrease in the availability of resources in the habitat did not influence the variation in the foraging frequency of this species (Alonso and Alonso 1993).

The results of the analysis of the variation in the pattern of the Cuban Sandhill Crane during the non-breeding season between the study areas support the ideas discussed about the availability of food in the area subject to human disturbance, compared to the conservation area. However, in the pre-nesting period, variations in locomotion behave inversely; this activity increased significantly in El Venero while, in Manacas, the increases are in interaction. These results suggest that, while cranes in El Venero continue to carry out locomotion activities related to foraging, in Manacas, the interactions between individuals increase in frequency, such that defense of the territory and behaviors typical of the breeding season are evident. That is to say, the cranes in this area start their activities related to reproduction earlier, and this is based on the early gain of energy reserves necessary to face this season, as well as on a greater availability of food in the area.

Regarding the categories of behavior that were analyzed, there was a negative correlation between food and locomotion, alertness, and preening. These correlations are due to the exclusive relationship that exists between these behaviors: when the time dedicated to alertness is greater, the cranes stop foraging and, when foraging decreases due to endogenous stimuli such as the accumulation of energy, activities such as preening increase. Locomotion can increase for this reason, and also when cranes search for habitat plots with food availability. Locomotion and alertness were also negatively correlated. When cranes remain alert, locating the source of disturbance or potential predators, locomotion decreases, as does foraging.

The difference in the activity budget between the age categories of cranes is a consequence of the inexperience of juveniles who remain with their parents. Although keeping juveniles in the family during the non-breeding season does not involve any energy costs for their parents (Nowald 2001), adults spend more time watching for predators than caring for juveniles. The latter spend more

time foraging. This is related to the requirements of their age as juveniles: since they have not yet reached the condition and size of an adult, they also spend less time in grooming and alert activities.

The results obtained for *Grus grus* by Avilés (2003) coincide with what is mentioned here about foraging and alert behaviors. Juveniles of many bird species have a high mortality rate compared to adults. This mortality rate is a consequence of juveniles' inexperience with avoiding predators, obtaining adequate nutrients, and establishing adequate social relationships (Brown 1975). These differences between age groups sometimes result in different behavioral strategies that can be reflected in different time budgets and habitat uses to avoid predators and acquire resources (Yoerg 1998).

Variations in the activity pattern throughout daylight hours occurred primarily in relation to foraging and grooming. Analysis of the daily trend of *Antigone canadensis* behaviors in the Canadian Arctic region showed a stable pattern of foraging throughout the day, with the highest variations occurring from 22:00 to 06:00 hours (Fox *et al.* 1995). However, grooming during the day shows a behavior similar to that mentioned here, since the main variation occurs from 12:00 to 16:00 hours, and the highest percentage occurs at 14:00 hours.

These variations in foraging and grooming, which are mutually exclusive behaviors, may be more clearly reflected among individuals with or without offspring. According to Alonso and Alonso (1993), at this stage, "free" time is greater for cranes that do not have offspring, which usually move in the midday hours to their secondary roosting places. There they rest, they perform feather maintenance activities and drink water. Cranes with young forage more regularly during the day and rest for less time.

The observations made in this study support the proposed idea, since, in the hours of strongest sunlight, the cranes retreated to areas of shade and decreased their foraging activity by more frequently carrying out activities for the well-being of their body.

In general, the development of the Cuban crane's activity pattern behaviors in the study area behaved as expected, with more time spent on activities such as foraging, locomotion, and surveillance. However, there were spatial and temporal variations in the pattern of activities related to the physiology of birds and their territorial behavior, as well as, probably, with the availability and quality of food resources in the areas analyzed. Despite the difference in the degree of human disturbance at the sites, cranes do not appear to be affected by this factor, suggesting that, despite being alert to the presence of intruders and noises, this subspecies has become accustomed to the moderate frequency of human intervention in the study areas. Such is the case that, during the

breeding season, cranes build their nests in these sites and reproductive success varies within the range of values reported for this subspecies, although it differs from other populations of this subspecies in the country, apparently without being related to human presence. Despite building their nests in these areas, these birds follow a selection pattern that starts from the presence of elements in the general landscape, such as the existence of meadows (in greater proportion), forests (at a certain distance), absence of lagoons (which endanger the survival of eggs and chicks), and the distance to channels which guarantee the survival of these birds in an area defended by couples. After this level of selection, the cranes focus on choosing sites that guarantee sufficient height and coverage of the herbaceous layer to remain camouflaged in the nest and have visibility to detect any intruders or predators that approach the area. These are the reasons considered to infer that the pattern of daily activity and the selection of the nesting site guarantee reproductive success in general but did not determine significant variations in this rate during the study time.

5.5 Conclusions

- The size of the nests of *Antigone canadensis nesiotas* in El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila and the reproduction rates between 2005 and 2007 fall within the range of values recorded for this subspecies in Cuba, probably due to the characteristics of the ecosystems where they are found, and differences in rainfall, influenced by the distance between the years of both studies.
- The location of the nesting site of this subspecies is determined, at the macrohabitat level, by a compromise between the distances to the tree cover, water sources, and the percentage of meadows and marsh forests existing up to distances of 400 m away. On a smaller spatial scale, the structural characteristics of herbaceous vegetation (mainly height and herbaceous cover at 100 cm) determine a finer selection, only at the microhabitat level.
- The daily activity pattern of the Cuban Sandhill Crane is dominated by behaviors such as foraging, locomotion, and alertness, with local seasonal differences, possibly due to differences in the availability and quality of food resources. Differences in the distribution of alertness over time possibly reflect the influence of human disturbance on the activity pattern. Interactions between individuals are the activities that make the difference between the non-breeding season and the pre-nesting season.

5.6 Recommendations

- Extend the design of the study of the selection patterns of the nesting site of *Antigone canadensis nesiotes* used in the resident population in Ciego de Ávila to the rest of the populations that live in wetland ecosystems of the Cuban archipelago.
- Expand the use of GIS to the foraging areas used by the cranes during the non-breeding season; in this way, the habitats used will be included in the database.
- Conduct a deeper analysis of current vegetation using satellite imagery of the wetland to determine meadow areas that have been lost due to the development of agriculture and livestock.
- Characterize the pattern of activity of this subspecies during the breeding season and analyze the influence of human disturbance at this time.

This wetland is the one most similar to the habitat occupied by the rest of the country's crane population; it has deepened our understanding of the aspects of their reproductive ecology and habitat use up to 2015 (Ferrer Sánchez *et al.* 2010; Ferrer Sánchez *et al.* 2017). Its results are summarized in Chapter VIII.

PATTERNS OF DISTRIBUTION, ABUNDANCE AND BEHAVIOR OF *ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES*, IN TWO LOCATIONS ON THE CUBAN ARCHIPELAGO

The largest population of *Antigone canadensis nesiotes* inhabits the siliceous sandy savannas of Isla de la Juventud. The second largest population is found in the protected inland wetlands north of Ciego de Ávila. The different ecosystems inhabited by cranes in the country likely define unique habitat uses, as well as contrasting abundance patterns during the species' non-breeding season. Establishing these patterns can provide a basic understanding of the status of both populations and how they remain distributed inside and outside officially protected areas.

Yordanis Torrez Ramírez
Yarelys Ferrer Sánchez
Dennis Denis Ávila
Idael Ruiz Companioni

VI. PATTERNS OF DISTRIBUTION, ABUNDANCE, AND BEHAVIOR OF *ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES*, IN TWO LOCATIONS ON THE CUBAN ARCHIPELAGO.

Introduction

Historical records suggest that cranes rely on grasslands and wetlands for reproduction, but in many provinces, the vestiges of these ecosystems have not escaped the modifying actions of humans. These areas have suffered overexploitation, artificial drainage processes, and the consequent effects on their water patterns. The loss of these ecosystems in Cuba has contributed to the decline of the Cuban Sandhill Cranes' population, so only three populations exceed 100 individuals (Gálvez Aguilera 2002).

The largest population of this subspecies is found on Isla de la Juventud, on a savanna of siliceous sands. The second largest population is found in the protected inland wetlands north of Ciego de Ávila. The differences between the characteristics of the ecosystems inhabited by cranes in Cuba probably define different uses of the habitat, as well as contrasting patterns of abundance during the species' non-breeding season (Gálvez Aguilera 2002).

Determining these patterns can provide a basic understanding of the status of both populations and how they remain distributed inside and outside protected areas. The quality of the habitats is another factor that influences the use that these birds make. The activity pattern of cranes within each habitat likely serve as an indicator of the quality of those habitats and their suitability for the species.

In Cuba, habitat loss and fragmentation has been caused mainly by the invasion of exotic species and channeling of wetlands, among other reasons. Wetlands are the best food producers for waterfowl species, so populations of these species are likely to have greater sizes in wetlands. In contrast, dry savannas are being invaded by exotic species that do not contribute to the birds' foraging. Bird populations are expected to be lower in dry ecosystems. However, in the dry (siliceous) sand savannas of Isla de la Juventud, the most numerous populations of *Antigone canadensis nesiotes* were recorded in 2002, while, in the wetlands of northern Ciego de Ávila, the population recorded at the same date is much smaller. The population structure and behavior patterns of the Cuban Sandhill Crane vary according to the type of habitat in these ecosystems. The objectives were as follows:

- Determine the spatial distribution, abundance, and behavioral patterns of *Antigone canadensis nesiotes* in a dry and flooded savanna ecosystem based on habitat types.
- Compare the population sizes of *Antigone canadensis nesiotes* in a flooded ecosystem with those in a dry ecosystem.
- Determine the spatial distribution and abundance of *A. c. nesiotes* according to the type of habitat.
- Describe the pattern of activity by habitat types and counting sessions.
- Determine the model that best predicts the probability of the presence of this subspecies.

6.1 Study area

The study was carried out in two protected areas and their surroundings: the Los Indios Ecological Reserve (RE) in 2008 and the Protected Area of Managed Resources (APRM) of the Gran Humedal of Ciego de Ávila, in 2008, 2009, and 2010. These areas have different landscape values that define different degrees of endemism.

The work was carried out on 1-2 February 2008, 7-8 February 2009, and 17-18 February 2010 throughout the northern wetland of the province of Ciego de Ávila. The study area comprises part of the La Yana slope, an area characterized by a low, lagoon-palustrine, cumulative, flat, and partially marshy plain. This area is located within the Ramsar Gran Humedal site in the north of Ciego de Ávila and, for the purposes of this study, the cays adjacent to the coast were excluded. The plant formations that exist are a semi-deciduous mesophilic forest with fluctuating wetlands, evergreen forests, mangroves, and the typical vegetation of the swamps (meadows) (Inguanzo *et al.* 2008). There are also some habitats (former marshy meadows) converted by man into pasturelands. On 19-20 December 2008, a simultaneous count of *A. c. nesiotes* was carried out in all the siliceous sand savannas of Los Indios Ecological Reserve, the surrounding grasslands and beaches, and the northern region of the reserve. This study area is located in the central-western region of Isla de la Juventud (N 21° 36'W 82° 48').

The study was conducted within the Itabo-La Majagua-Los Indios watershed. The area is composed of natural silica sand savannas, pine forests, extensive beaches, and mangroves (Gálvez Aguilera 2002). The flora is represented by 556 species of higher plants and 13 species of ferns, with an endemism of approximately 105 species, three of which are exclusively found in the southern zone (EMPA 1994). The habitats chosen for this study were pasturelands, pine forests, natural savanna, and beaches.

6.2 General methodology

Counting methodology. To determine the distribution, abundance, and behavioral patterns of cranes in the habitats they use, we organized a simultaneous count at 32 observation stations in the Gran Humedal of Ciego de Ávila and 24 in the siliceous sand savannas of Isla de la Juventud. All of them were geo-referenced. These stations were located in habitats with the possibility of being used by this subspecies and classified by Gálvez Aguilera *et al.* (2005) in previous studies (pastureland, natural savanna, pine forests, beaches, swampy meadows).

To select the counting stage, the start and extension of the breeding season were taken into account, as well as the season of severe weather events in Cuba. We avoided the March through June period, in which this subspecies reproduces, and the June through November period, the hurricane season. The methodology we used for counting was adapted, based on the protocol applied in Wisconsin, USA., by the International Crane Foundation (Meine and Archibald 1996a) and in Mississippi for the study of the subspecies *A. c. pulla* (Hereford *et al.* 2001; Gálvez Aguilera *et al.* 1999; Gálvez Aguilera 2002). When the counts in Cuba began, this technique was standardized.

To carry out the counts, selected personnel from rural communities, specialists working in protected areas, and biology students from the Universidad de Oriente were involved. With previous knowledge of this subspecies of crane, these people were trained in the field and given seminars with information about these birds, the species with which they could be confused, and the guidelines for data collection. The counting stations were located in observation towers approximately 10 m high and 1.5 to 2 km apart, so that all available habitats could be covered. All cranes observed or heard during part of the afternoon (three hours before dusk) and morning (at dawn) (16:00 - 19:00; 06:00 - 09:00, respectively) were counted simultaneously on two consecutive days. Based on this count, the following was recorded:

Behavior analysis. The behavioral study was carried out during simultaneous crane counts, during the non-breeding time. Using the instantaneous method described by Altmann (1974), 592 behavioral observations were taken during the counting sessions. The analysis carried out by Tacha *et al.* (1985) was taken into account for the selection of the optimal sampling method according to the objectives of this study.

The counting stations were approached slowly and quietly if the birds were in the study area before the observers. Behavior records were initiated at least 30 minutes after the location of the cranes, except for those birds that were heard or observed while flying.

To identify the behavior and the record of the behavior category of *A. c. nesiotas*, the references provided by Tacha (1981, 1987), Tacha *et al.* (1987), Chávez Ramírez (1996), Watanabe (2006) and Ferrer Sánchez (2008) were followed. Each behavior was classified within the categories of foraging, locomotion, flight, arrangements, interaction, alertness, and rest (Kreger *et al.* 2004), as described in Chapter V, Table 5.1. Bird behavior was differentiated according to flock size, which may reflect aspects related to food availability and other physical and social factors (Alonso *et al.* 1987).

Spatial and spectral analysis. To analyze the relationship between the presence of cranes and spatial and spectral environmental variables, we worked with spatial information from satellite images. We used the MapInfo geographic information system, version 8.5, to locate the georeferenced counting stations and obtain the distance to various elements of the landscape such as lagoons, rivers, streams, roads, and buildings. All of the analysis was carried out on a digitized thematic map at scale 1:100000 (North Cuban Projection System of Flat Rectangular Coordinates according to Lambert).

We worked with images from the ETM + (Improved Thematic Mapper) sensor of the Landsat 7 satellite (acquisition date: October 2, 2008, for Isla de la Juventud and January 20, 2009, for Ciego de Ávila; UTM projection zone 17 north, Datum: WGS -84). This sensor currently has a problem caused by a fault in the instrument which corrects the scanned lines, known as the Scan Line Corrector (SLC-off), which has been turned off since May 2003. This resulted in all Landsat 7 scenes acquired since that date being collected with invalid data bands (Gaps). To correct this invalid data, the methodology for filling in the gaps described by Rodríguez *et al.* (2009) was followed.

From the original scenes (8201x6941x1, Ciego de Ávila; 8341x7121x1, Isla de la Juventud), sub-scenes of the work area (2630x1500x8, Ciego de Ávila, 973x1020x1, Isla de la Juventud) were obtained through a resizing procedure by geographical coordinates. All resized bands were converted to the same spatial resolution (27.67 x 38.4 m) and calibrated (internal mean relative reflectance). Using this technique, the images were normalized to an average spectrum of the subscene, reducing the hyperspectral data to a relative reflectance (Kruse *et al.* 1985; Kruse 1988).

From these corrected images, we obtained rates used in the study as environmental variables with spectral information. According to the general characteristics of the ecosystems where cranes live in Cuba (Gálvez Aguilera *et al.* 2005) the following were selected as variables:

- Spectral band 3 of the Landsat 7 ETM + image (0.63-0.69 μm , red). It is the chlorophyll absorption band, since vegetation absorbs almost all red light. Therefore, it was used to distinguish vegetation from soil.

- Spectral band 5 of the Landsat 7 ETM + image (1.55-1.75 μm , mid-infrared). This band is very sensitive to moisture; therefore, it was used to distinguish variations in soil moisture.
- Normalization rate of differences in vegetation (NDVI). This rate is one of the oldest and used in vegetation rates. NDVI is defined from band mathematics (B4-band 4, B3-band 3): $B4 - B3$ NDVI = $B4 + B3$. The value of the range of this rate is -1 to 1. The common range of vegetation greenness is 0.2 to 0.8 (Rouse *et al.* 1973; Tucker 1979; Jackson *et al.* 1983; Sellers 1985).
- Soil moisture rate. This is obtained from the Tasseled Cap transformation (Kauth-Thomas transformation) and is related to soil properties (Crist and Cicone 1984; Crist and Kauth 1986). It is directly related to soil moisture and canopy.
- Greenness rate. This is obtained from the Kauth-Thomas transformation and is related to the properties of vegetation, mainly the amount present (Phua and Saito 2003; Cohen and Goward 2004).
- Atmospheric resistant vegetation rate (ARVI). It is a highlight of NDVI relatively resistant to atmospheric factors (aerosols). It is the most widely used rate in regions with high aerosol content in the atmosphere, including tropical regions contaminated by dust from agriculture-related burning activities. ARVI is defined from band mathematics (band B4 4, band B3 3, band B1 1).
- $B4 - (2 * B3 - B1)$ ARVI = $B4 + (2 * B3 - B1)$. This rate ranges from -1 to 1. The common range for vegetation color is 0.2 to 0.8 (Kaufman and Tanre 1996) (band B1 1).
- Normalized rate of difference in water (NDWI). It is sensitive to changes in the water content of vegetation. It is used for stress analysis and studies of fire-prone areas. NDWI is defined from band mathematics (B4-band 4, B3-band 3, B1-band1): $NDWI = B4 - B5$ $B4 + B5$. The value of the range of this rate is -1 to 1. The common range of vegetation greenness is -0.1 to 0.4 (Gao 1995).
- Shrub (BUSH) density rate. It is a way to estimate the proportion of scrub as it reflects the density of live shrubs, especially those with softwood. It also makes it possible to distinguish bushes from other plant formations in the same area (Hale 2006). It is obtained from band mathematics:

$$\text{SHRUB: } [B1 * 0.0061 + B7 * 0.0019 + B5 / B4 * (-0.021) + NDVI * (-0.0038) + 1.5$$

On these environmental variables, the geographical coordinates of the counting stations that are distributed as quantitative maps in the ENVI program, version 4.3, were entered. Around each counting station, a region of interest was demarcated in the form of an ellipse, which grouped the

spectral information of 4 pixels (30 m each pixel). The information from each pixel was averaged to obtain the spectral value of each environmental variable per counting station.

Statistical processing. We performed normality tests (Kolmogorov-Smirnov) and variance homogeneity tests (Scheffe-Box) on all the data obtained in the study to analyze compliance with the principles of parametric tests. To determine the population size in both study areas, we selected the largest number of individuals observed by each counting station, between the two sessions. We estimate the error related to this population size in each counting year. To do this, we used the Jackknife algorithm, a resampling method based on recalculating the statistics of pseudosamples of data, sequentially eliminating one of them at a time.

The descriptive statistics of the variables size and number of individuals per flock for each study area were represented by their average value and standard deviation. The data of these variables for Ciego de Ávila were compared between years using the Kruskal-Wallis test. As there were no statistical differences between the data from the three years in the study, the mean value was compared with the results from Isla de la Juventud using the Mann-Whitney U test in the STATISTICA 8.0 program) (StatSoft 2003). In addition, the number of individuals per flock was compared between the counting sessions of the study areas using the Mann-Whitney U test.

Percentages of stations with positive and negative counts by area and for each habitat type were obtained and compared to the T-test for percentages in the Stat Xact program.

The abundance of cranes for each habitat type did not have a normal distribution. Therefore, we performed a permutation analysis of variance to compare this abundance between different habitat types. This non-parametric comparison was based on calculating the distance between each pair of observation units to obtain a distance matrix, with a total of 1000 permutations. The PERMANOVA program was used to perform this test (Anderson 2005).

To perform an analysis of the behaviors of the cranes during the counting sessions in the different habitats and years, graphs of behavioral proportions were designed in the Microsoft Office Excel 2003 program. In 2008, in Ciego de Ávila, cranes were only recorded in meadows and pastures, while, in 2009, cranes were observed in meadows and meadows with palm trees, but not in pastures. In the third year, cranes were recorded in all three habitats. Therefore, only the habitats they used were included in the graphs by year.

The frequency of foraging and alert behaviors was compared between habitats using Fisher's precise probability test in the STATISTICA 8.0 program (StatSoft 2003). For this analysis, the results

of the X2 test were also obtained. Not all possible habitat combinations were compared, due to the absence of records on behaviors in some habitats.

A rose diagram was designed for the analysis of the frequency of flight directions by study area and for each type of habitat. They were obtained using the Rayleigh test, in the Oriana program (Kovach Computing Services 2009).

In the thematic maps of the study areas (Isla de la Juventud and Ciego de Ávila), the average flight paths of the cranes observed performing this behavior were located by counting session and year. These maps already included the geographical coordinates of the counting stations. Based on this, a qualitative analysis of the areas used by these birds in the different hours and years was carried out, which is useful for the management strategies for this species.

A binary classification model (multiple logistic regression) was used to analyze the response of a dependent variable (presence/absence of cranes) according to the set of independent environmental variables (Hardy and Field 1998; Alderete 2006). Independent variables with spectral information were calculated in the image analysis program ENVI 4.3. To estimate the model, a complete procedure containing all the predictors at once was carried out. Hypothesis tests were performed, using as a criterion the statistical significance of the ratios of the variables entered, using Wald's W statistic, with a significance level of 0.1. The significance of this statistic informed the influence of each independent variable on the dependent variable (Alderete 2006). A final adjustment of the model was made based on Hosmer and Lemeshow's goodness-of-fit test (Hosmer and Lemeshow 1989). This model was carried out in the SYSTAT 12 program.

6.3. Results

6.4 Overall results of counts

With the data recorded on the lists, repeated counts were eliminated, and the following parameters were estimated for the two populations of cranes studied:

- Frequency of stations with positive counts (where this species was observed)
- Total number of individuals counted
- Average number of individuals / station
- Average number of individuals / flock
- Repeatability of the counts of both days (IR)

- Numerical concordance (IC) (indicates how much the number of animals observed between the two days differs (in absolute values).
- $IR = \# \text{ consecutive positive counts}$
- $+ \# \text{ consecutive negative counts} \times 100$
- Total counting stations
- $CI = \# \text{ consecutive counts with a numerical difference of } \leq 5 \text{ cranes} \times 100$

During the simultaneous counts conducted between 2008 and 2010, we observed a similar number of cranes per group (approximately three) in the two counting sessions on Isla de la Juventud. Regarding Ciego de Ávila, the most notable difference was found in 2010, with larger groups (2.8 ± 1.5) monitored in the morning session (Table 6.1). When we performed the analysis of the total number of cranes counted per counting session, we obtained for Isla de la Juventud a higher number in the afternoon (161), while, in the morning, the total was 83.2% of the previous day.

The largest variations in Ciego de Ávila were obtained in the afternoon session of 2008, 34.8% higher than the 101 cranes counted the following morning.

The average size of flocks per counting session was not statistically significant between the years of study in Ciego de Ávila ($U = 28793$; $p = 0.7$); however, statistically significant differences were found when comparing these data with the results from Isla de la Juventud ($U = 2622.5$; $p = 0.007$). The number of individuals from the population of *A. c. nesiotas* on Isla de la Juventud, which were obtained from the count, was 163.8 ± 1.3 . In Ciego de Ávila, in 2008, a size of 136.5 ± 1.27 was obtained.

In 2009 and 2010, in the same area, the population size increased to 140.6 ± 0.95 ; 158 ± 1.1 , respectively, when comparing the crane abundance between the counting years in Ciego de Ávila, and no statistically significant differences were found [$H(2.73) = 2.45$; $p = 0.29$]. When performing this analysis to determine the abundance of birds between the study areas, a statistically significant difference was obtained ($U = 549.0$; $p = 0.04$).

Area	Year	Morning Session		Afternoon Session	
		Sightings	Average size of groups	Sightings	Average size of groups
Isla de la Juventud	2008	70	3.2 (1.81)	73	3.1 (1.2)
Ciego de Ávila	2008	45	2.1 (1.5)	73	2.2 (1.12)
	2009	48	2.1 (1.2)	59	2.0 (1.5)
	2010	52	2.8 (1.5)	58	1.9 (1.5)

Table 6.1. Size of the observed groups (standard deviation) of *Antigone canadensis nesiotus* and total number of birds in the morning and evening counting sessions, for the areas of Isla de la Juventud and Ciego de Ávila, during 2008-2010.

In general, stations with positive counts in both study areas exceeded 50% of counting stations. In Ciego de Ávila, the highest percentage of stations with positive counts was obtained in 2010 (72%); however, this value is lower than the 75% obtained on Isla de la Juventud. The negative results were higher, in general, in Ciego de Ávila in 2008 (31%). The lowest percentages were related to stations with positive counts in the afternoon and negative counts in the morning (Table 6.2 and Figures 6.1 and 6.2).

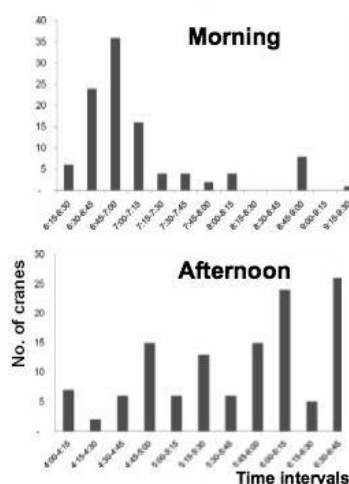


Figure 6.1. Number of cranes (*Antigone canadensis nesiotus*) watched per time interval during the different simultaneous counting hours in 2008. Isla de la Juventud, Cuba.

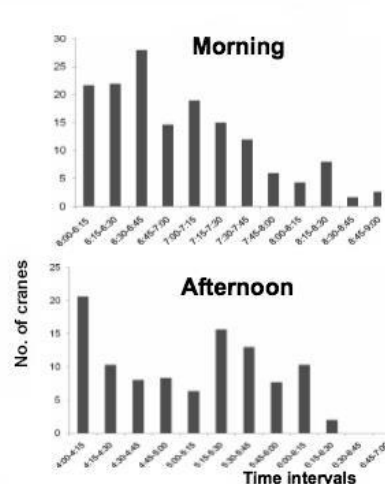


Figure 6.2. Number of cranes (*Antigone canadensis nesiotus*) watched per time interval during the different simultaneous counting hours in 2008 through 2010.

Site	Year	Afternoon	Morning	# Counting Stations	%
Isla de la Juventud	2008	0	0	4	16
		+	0	0	0
		0	+	2	8
		+	+	18	75
			Total	24	100
Ciego de Ávila	2008	0	0	10	31
		+	0	2	6
		0	+	3	9
		+	+	17	53
			Total	32	100
Ciego de Ávila	2009	0	0	5	14
		+	+	3	9
		0	0	3	9
		+	+	21	66
			Total	32	100
Ciego de Ávila	2010	0	0	5	15.6
		+	+	2	6.3
		0	0	2	6.3
		+	+	23	71.9
			Total	32	100

Table 6.2. Results of the stations where the simultaneous counts of *Antigone canadensis nesiotes* were positive or negative, carried out on Isla de la Juventud (2008) and in Ciego de Ávila (2008, 2009, and 2010), Cuba.

The analysis of the differences between the positive and negative percentages at each counting station between the three years of study in Ciego de Ávila was statistically significant ($p = 0.025$). When this analysis was performed among the habitat types used by this species in this area, no differences were obtained ($p = 0.14$). The comparison of the average result of the three years between Ciego de Ávila and Isla de la Juventud showed a significantly higher value in the latter area ($p = 0.021$). Within the habitats selected for the count, swampy grasslands and natural savannas were the sites where a greater number of stations were located. The percentage of positive seasons for the three years in Ciego de Ávila is around 100, 77, and 80%, respectively, in the grassland. On Isla de la Juventud, natural savanna habitat had positive counts in 85.7% of seasons (Table 6.3).

Province	Year	Type of Habitat	Counting Stations	# Counting Stations	(%)
Isla de la Juventud	2008	Extensive beach	3	3	100
		Grassland	2	2	100
		Pinewood	2	2	100
		Pinewood/Natural Savanna	1	1	100
		Natural Savanna	14	12	85.7
Ciego de Ávila	2008	Meadow	30	30	100
		Grassland	5	2	40
		Meadow with palms	2	1	50
	2009	Meadow	22	17	77
		Grassland	2	1	50
		Meadow with palms	8	6	75
	2010	Meadow	20	16	80
		Grassland	2	2	100
		Meadow with palms	7	7	100
		Swamp	3	2	66

Table 6.3. Results of the stations where the simultaneous counts of *Antigone canadensis nesiotes* made on Isla de la Juventud (2008) and in Ciego de Ávila (2008, 2009, and 2010), Cuba, were positive or negative.

The efficiency obtained in the count (EC) was higher on Isla de la Juventud (91%). Although the values in Ciego de Ávila were also high (81-87%). The highest numerical concordance rate (CI) was obtained in 2009 in the Ciego de Ávila area. The calculated value for Isla de la Juventud is approximately similar to the value obtained in 2008 for the previous area (Table 6.4).

Site	Year	EC %	CI %
Isla de la Juventud	2008	91	45.4
Ciego de Ávila	2008	87	41.0
	2009	81	72.0
	2010	88	57.0

Table 6.4. Efficiency obtained in the count (EC) of *Antigone canadensis nesiotes* and its numerical agreement (CI) for the two days of study on Isla de la Juventud (2008) and in Ciego de Ávila, 2008, 2009, and 2010.

Comparison of crane abundance between each habitat type did not result in statistically significant variations (Table 6.5). However, when performing the analysis by performing permutations

between each type of habitat, according to the test we performed, statistically significant variations were obtained between the Pinar / Sabana - Pasture groups (P_perm = 0.0030 and P_MC = 0.0010) and Grassland - Pasture (P perm = 0.0430 and P_MC = 0.0420) (Table 6.6).

Source of variation	CI	SC	CM	F	P (Perm)	P (MC)
Habitat	5	0.0005	0.0001	1.9893	0.0779	0.0809
Residual	114	0.0055	0.0000			
Total	119	0.0060				

CI = Degrees of freedom

SC = Sum of squares

CM = Mean square

F = F-statistic

Table 6.5. Statistical results of the permutations between habitat combinations for the analysis of the abundance of *Antigone canadensis nesiotes* in the two study areas: Isla de la Juventud and Ciego de Ávila, Cuba P_perm (PERMANOVA) and P_MC (Monte Carlo).

Groups	t	P_perm	P_MC	No. Values
Pinewood/savanna vs. Meadow	0.4065	0.7682	0.6424	14
Pinewood/savanna vs. grassland with palms	2.1002	0.0579	0.0480	16
Pinewood/savanna vs. Grassland	3.5233	0.0030	0.0010	16
Pinewood/savanna vs. Extensive beach	2.1947	0.0709	0.0380	10
Pinewood/savanna vs. Natural savanna	0.2587	0.9311	0.7892	19
Meadow vs. grassland with palms	1.2385	0.2747	0.2298	18
Meadow vs. grassland	2.1213	0.0430	0.0420	17
Meadow vs. extensive beach	0.8219	0.4965	0.4076	14
Meadow vs. natural savanna	0.4588	0.7313	0.6474	24
Meadow with palms vs. Grassland	0.8466	0.4915	0.4156	16
Meadow with palms vs. Extensive beach	0.7839	0.4945	0.4136	14
Meadow with palms vs. Natural savanna	1.3529	0.2567	0.1808	22
Grassland vs. Extensive beach	2.0477	0.0789	0.0410	15
Grassland vs. Natural savanna	1.9463	0.0490	0.0669	21
Extensive beach vs. Natural savanna	1.0392	0.4525	0.3097	19

t = t-statistic

Table 6.6. Statistical results of the permutations between habitat combinations for the analysis of the abundance of *Antigone canadensis nesiotes* in the two study areas: Isla de la Juventud and Ciego de Ávila, Cuba. P_perm (PERMANOVA) and P_MC (Monte Carlo).

6.5 Behavioral analysis

Recording the behavior of cranes during the two counting sessions had similar results on Isla de la Juventud. There was more foraging in the afternoon, with 29% and 17% in the morning (Figure 6.3). As for the arrangements, it was the other way around, registering a higher proportion in the morning (8%). Alertness was maintained in a high proportion in both counting sessions, and there was no evidence of rest and interaction between individuals.

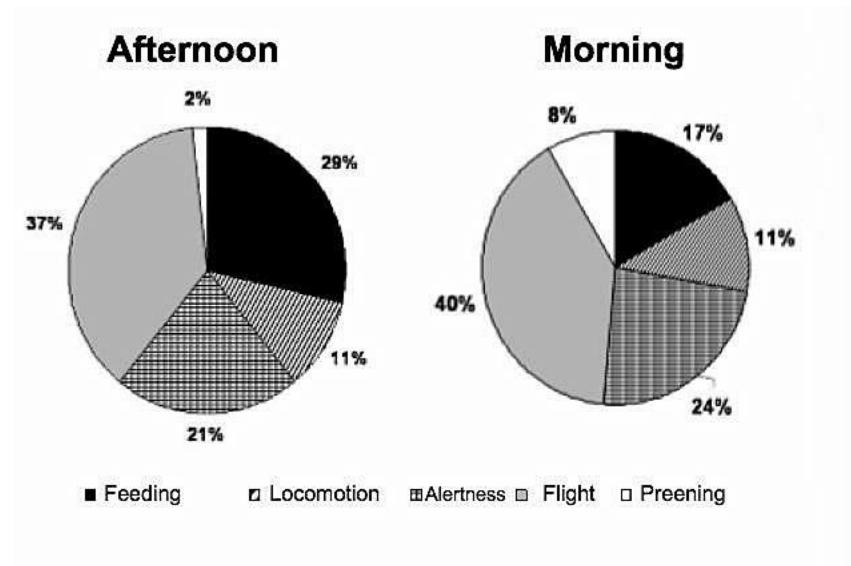


Fig. 6.3. Proportions of the behaviors observed in the simultaneous counting sessions of *Antigone canadensis nesiotas* during 2008, Isla de la Juventud, Cuba.

In Ciego de Ávila, there were more differences in the proportions of behaviors between counting sessions; however, the percentage of alertness was similar in 2008. In 2009 and 2010, this behavior was much more frequent in the morning (21% and 45%, respectively), while the flight was more frequent in the afternoon (67% and 39%, respectively). Please see Figure 6.4.

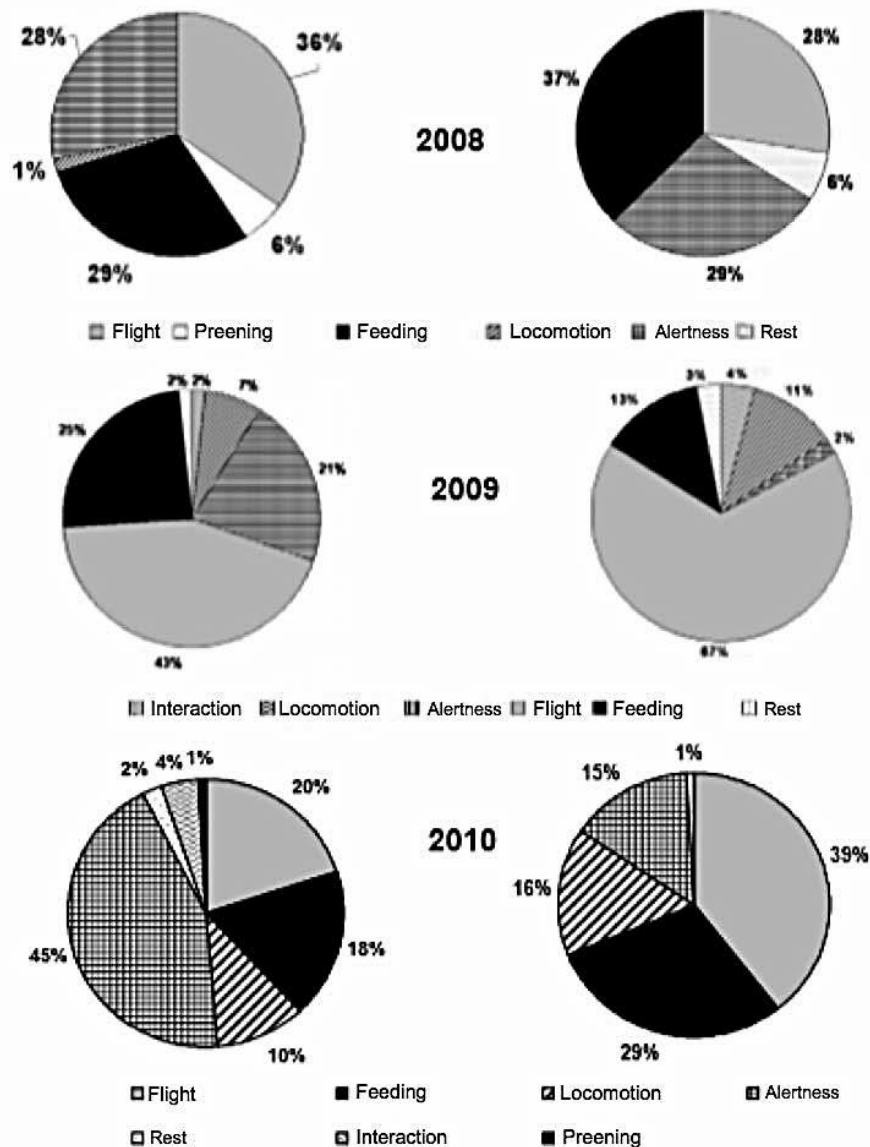


Fig. 6.4. Proportions of behaviors observed in the simultaneous counting sessions of *Antigone canadensis nesiotes* in the three years of study (2008, 2009, and 2010) in Ciego de Ávila, Cuba.

The analysis of the behaviors of *A. c. nesiotes* in the different habitats used by this bird during the non-breeding season had similar results during the two counting sessions on Isla de la Juventud. Overall, the alert behavior was proportionally higher in the natural savannas (38%) than in the other habitats, while the feeding was much higher in the meadows (41%). On the extensive beaches, the behaviors we observed (feeding, locomotion, alertness, flight, and arrangements) had similar proportions and locomotion was greater than in the other habitats (Figure 6.5).

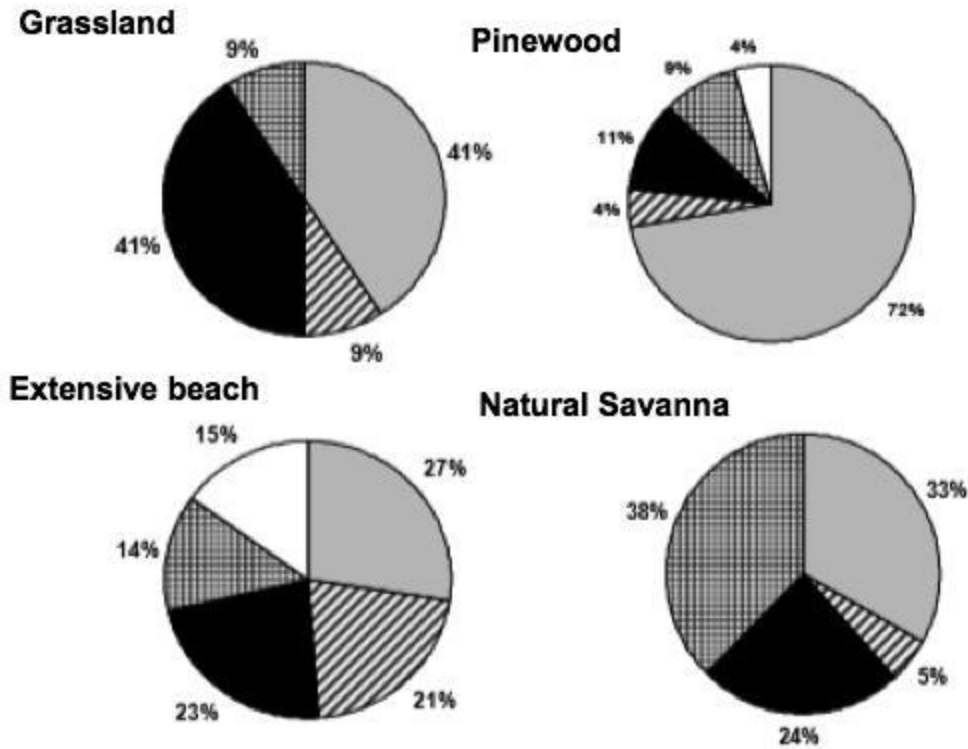


Fig. 6.5. Proportion of behaviors observed in *Antigone canadensis nesiotas* for each type of habitat (pinewood, grassland, natural savanna and extensive beach) sampled during the simultaneous count of 2008, on Isla de la Juventud, Cuba.

In that area, in 2008, the positive results were obtained in meadows and meadows with palm trees. The highest proportion of behavior observed was flight; however, alertness was 2.4 times higher in meadows with palm trees (27%). Less frequent behaviors such as interaction and rest were reported in meadows (Figures 6.6 and 6.7).

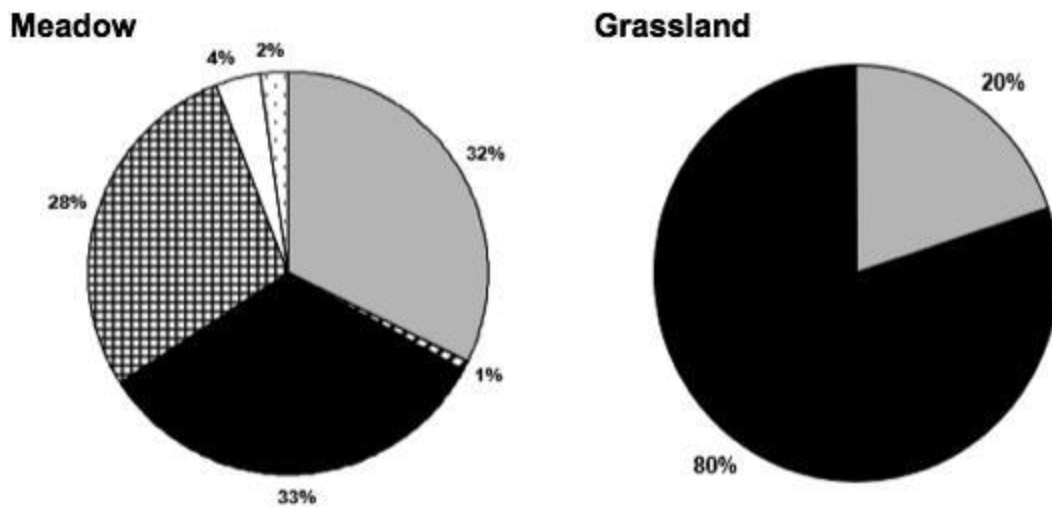


Fig. 6.6. Proportions of behaviors observed in *Antigone canadensis nesiotes* in grasslands and meadows in the north of Ciego de Ávila, Cuba, during the 2008 counting sessions.

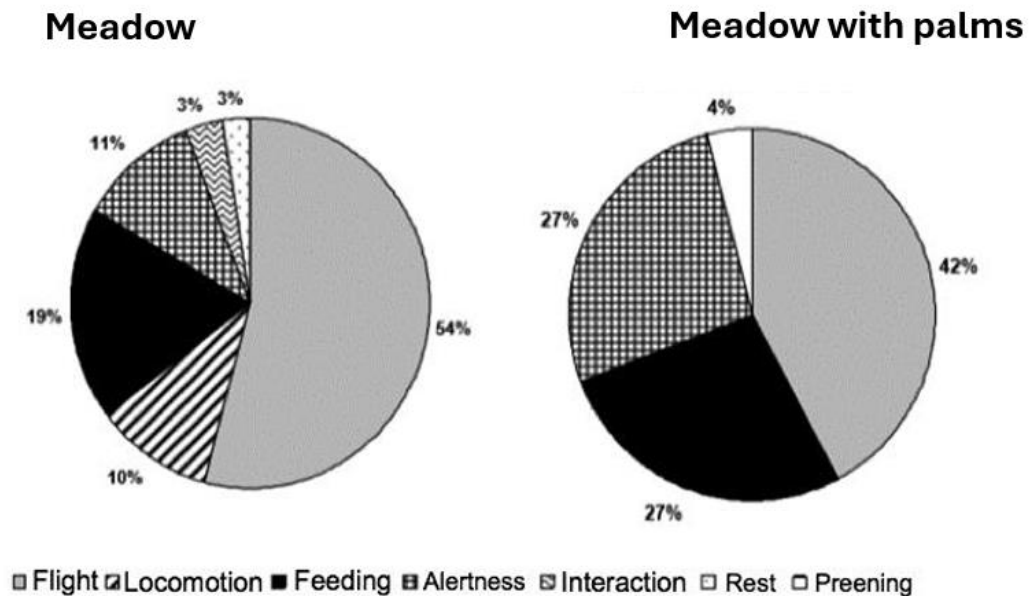


Fig. 6.7. Proportions of behavior observed in *Antigone canadensis nesiotes* in meadow and meadow with palms in 2010, the behavioral record was conducted in meadows and meadows with palms. Once again, alertness was much higher in meadows with palms (67%). All behaviors defined in the study for this species were recorded in the meadow, and feeding was higher than in the other habitat.

There were variations in the frequency of foraging and alert behaviors across different habitat types. The comparative analysis of these frequencies was statistically significant only in the combination of natural savanna-extensive beach and natural savanna-grassland, on Isla de la Juventud. Regarding Ciego de Ávila, the differences in the frequencies (average from 2008 to 2010) of foraging and behavior were statistically significant in the combination of grassland-grassland with palm trees (Table 6.7).

Area	Habitat combination	Fisher accurate probability	X ²	p
Isla de la Juventud	Natural savanna vs. Pinewood	0.48	0.86	0.35
	Natural savanna vs. Extensive beach	0.048	4.25	0.039
	Natural savanna vs. Grassland	0.019	6.91	0.008
	Pinewood vs. Extensive beach	1.00	0.12	0.73
	Pinewood vs. Grassland	0.33	1.63	0.20
	Extensive beach vs. Grassland	0.21	1.42	0.23
Ciego de Ávila	Meadow vs. Grasslandwith palms	0.0006	11.60	0.0007

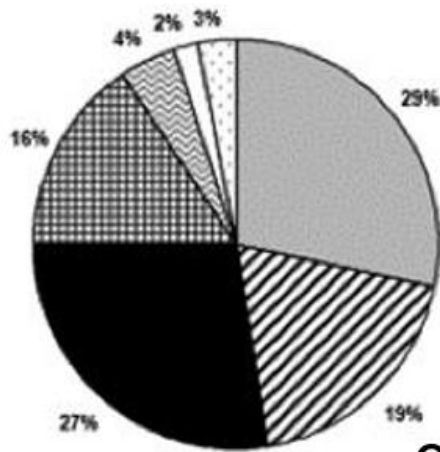
X² = Chi-square test

p = p-value

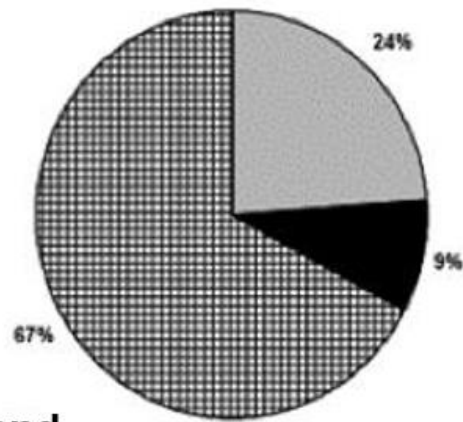
Table 6.7. Results of the statistical tests. Fisher and X² accurate probability for the comparison of foraging and alertness behavior frequencies in the different habitat types of the counting areas of *Antigone canadensis nesiotes*, from 2008 to 2010.

For the analysis of the flight directions for each study area and habitat type, we obtained a rose diagram (with an estimate of the length of the area used by this species). The overall results indicate that the cranes moved north and northeast (Figure 6.8), with no statistically significant differences between the study areas (Table 6.8).

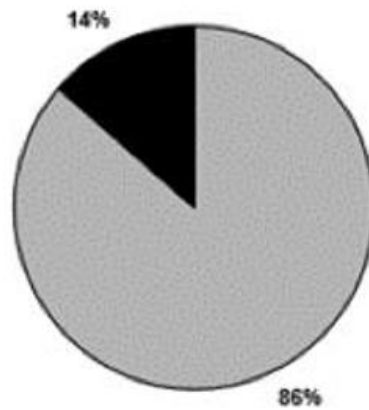
Meadow



Meadow with palms



Grassland



■ Flight ■ Locomotion ■ Feeding ■ Alertness
■ Interaction ■ Preening ■ Rest

Fig. 6.8. Proportions of the behavior of *Antigone canadensis nesiotes*, observed in three types of habitats during the simultaneous count carried out in 2010, Ciego de Ávila, Cuba.

Variables	Isla de la Juventud	Ciego de Ávila
Average vector (μ)	22.50°	29.28°
Average vector length (r)	0.13	0.04
Circular standard deviation	116.68°	147.72°
Significant standard error	52.06° *	83.79° *
Confidence interval 95% (-/+ per μ 124.56° * 193.53° *	280.44° *	225.02° *
Rayleigh uniformity test (p)	0.55	0.79

Table 6.8. Descriptive statistics of the flight direction of *Antigone canadensis nesiotes* on Isla de la Juventud and in Ciego de Ávila (*little concentration, uniform distribution).

The average flight directions in each habitat type were different in the two study areas; however, these differences were statistically significant only in pastureland habitat on Isla de la Juventud (Table 6.9). Figures 6.9 and 6.10 show the variability of flight directions by habitat in each study area.

Variables	Isla de la Juventud				Ciego de Ávila		
	Extensive Beach	Grassland	Pinewood	Savanna	Meadow	Meadow /palms	Grassland
Average vector (μ)	22.50°	122.24°	265.93°	348.30°	11.52°	204.73°	115.53
Average vector length (r)	0.46	0.80	0.17	0.18	0.07	0.27	0.23
Circular standard deviation	7121°	3827°	107.66°	106.02°	131.59°	92.44°	98.12°
Rayleigh test (p)	0.18	0.07	0.76	0.60	0.46	0.34	0.51

Table 6.9. Descriptive circular statistics of the flight direction for the towns on Isla de la Juventud and in the three years of sampling of Ciego de Ávila for each type of habitat.

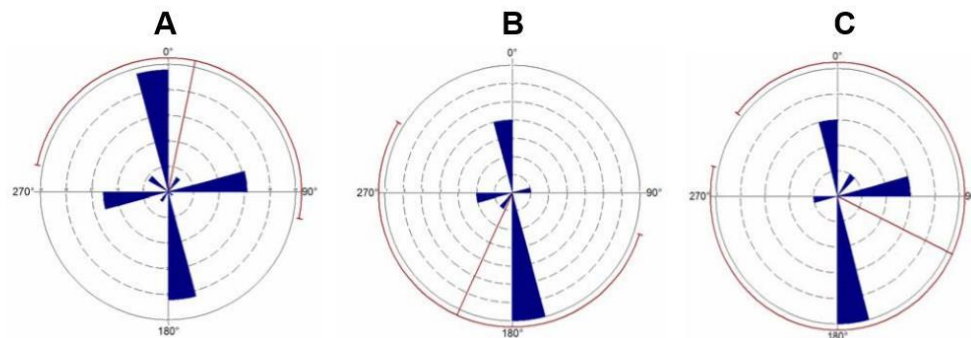


Fig. 6.9. Rose diagram of the average flight direction of *Antigone canadensis nesiotes* in the habitats defined for the study on Isla de la Juventud, Cuba, during 2008 (A. Extensive beach, B. Natural savanna, C. Pinewood / Natural savanna).

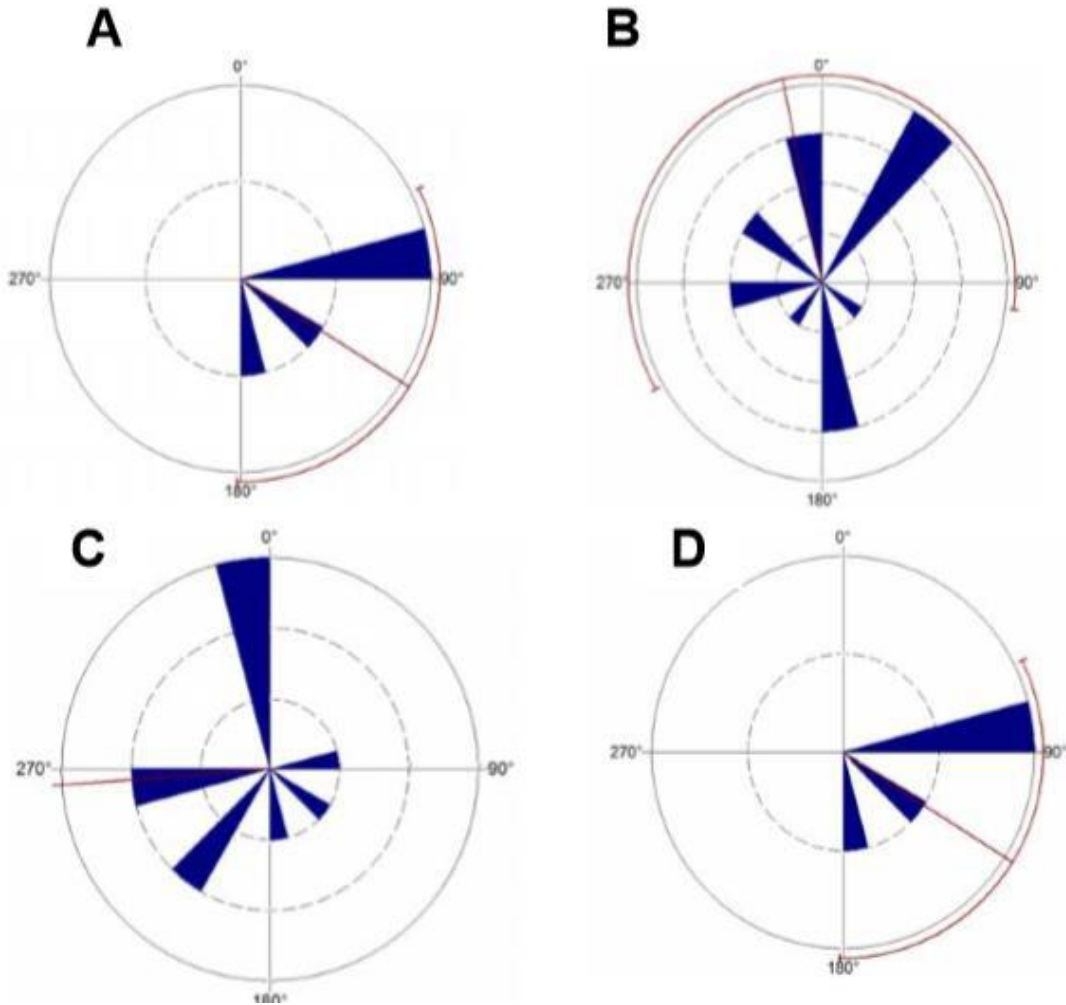


Fig. 6.10. Rose histogram of the average flight direction of *Antigone canadensis nesiototes* in the study areas (A: on Isla de la Juventud and B: Ciego de Ávila) during the years 2008-2010. The average vector is expressed on the red line. (A. Extensive beach, B. Natural savanna, C. Pinewood / Natural savanna, D. Pastureland).

By locating the flight direction of the cranes during the morning session on the thematic maps of Isla de la Juventud, we were able to observe different directions towards various sites within the habitats, mainly towards pastureland and crop areas. In the afternoon, there was more concentration of flight to mangroves and extensive beaches. In the study area of the northern region of Ciego de Ávila, the flight direction in the morning session is quite heterogeneous, while in the afternoon its movement was mainly towards marshes and meadows (Figure 6.11).

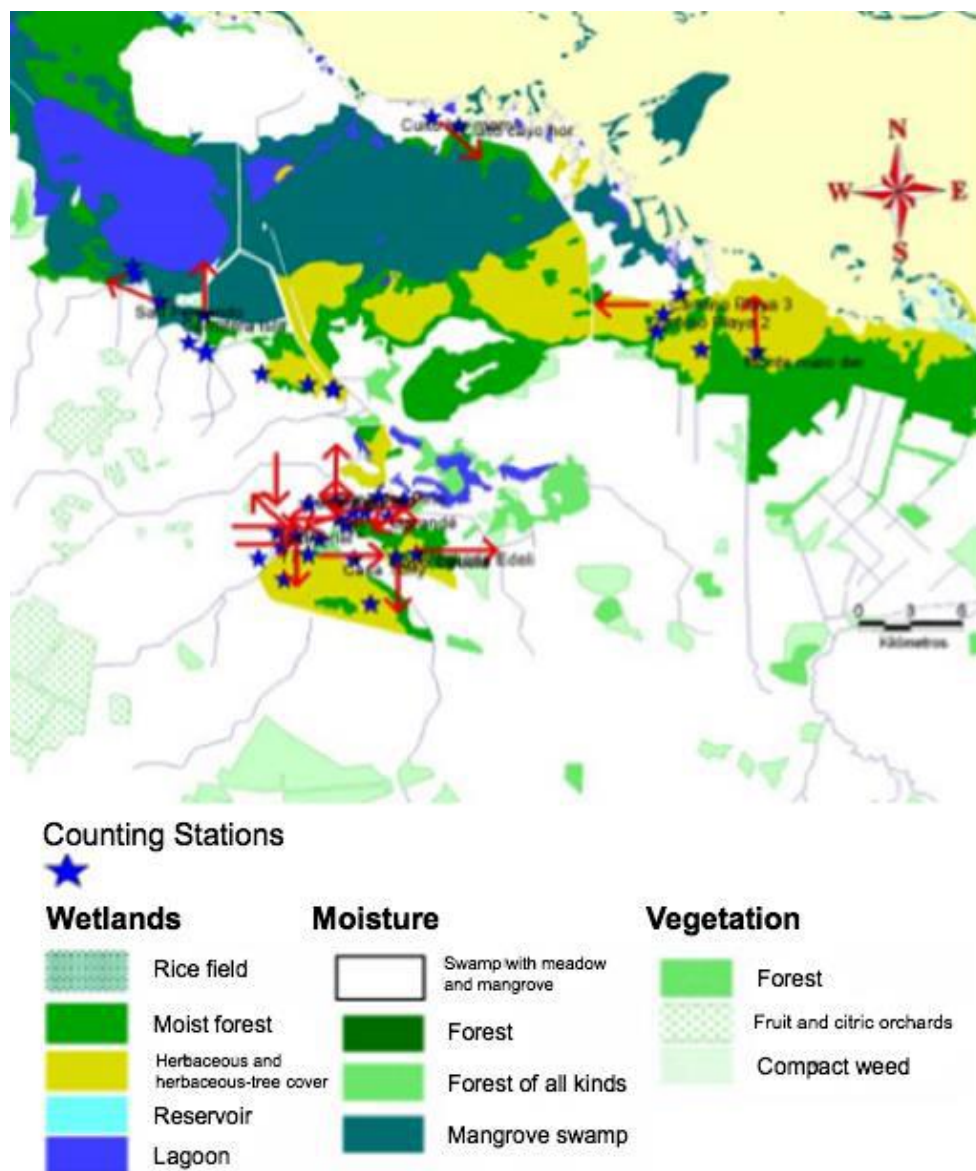


Fig. 6.11. Location map of the flight directions of *Antigone canadensis nesiotes* in the counting stations of Ciego de Ávila Cuba during the morning and afternoon sessions of the years 2008-2010.

6.6 Logistical regressions

The logistic regression model was statistically significant overall ($-2 \log. \text{Likelihood} = 29,142$, $gl = 12$, $p = 0.004$) and was appropriately fitted to the data (Hosmer-Lemeshow goodness of fit = 4.717; $gl = 5$; $p = 0.45$). The model we obtained indicated a statistically significant negative effect of the water

content in vegetation (expressed in the normalized rate of differences in water-NDWI) (RPC = 0.0; CI = 95% 0.0; 4.36) and of the normalized differences in vegetation (NDVI) (RPC = 0.0; 95% CI 0.0; 0.0) on the predicted probability of the presence of cranes (Table 6.10). The humidity rate of the variable and the vegetation/soil ratio (given by the spectral information of band 3) also had a negative effect on the prediction of the presence of cranes.

In general, the predictor variables of the model explain 70.1% of the variance of the probability of prediction of the model, given the predictive efficiency by reason of Naglekerke determination (Naglekerke R² = 0.707).

Variable	Estimated parameter	Standard Error (PE)	Wald X ²	p	Ratio of crossed products	Confidence limits 95% (RPC)	
Constant	-11.194	14.452	1.490	0.222	-	<95%	>95%
Greenness	-0.084	0.130	0.675	0.411	0.919	0.753	1.123
I moisture	-0.208	0.170	11.710	0.001	0.812	0.721	0.915
NDVI	-26.290	34.029	3.445	0.063	0.000	0.000	4.358
Dist roads	0.002	0.002	4.022	0.045	1.002	1.000	1.005
Dist rivers	-0.002	0.001	15.475	0.000	0.998	0.997	0.999
Dist creeks	0.001	0.001	11.110	0.001	1.001	1.001	1.002
Dist lagoons	0.000	0.001	0.059	0.808	1.000	0.999	1.001
Dist buildings	0.000	0.001	0.006	0.937	1.000	0.999	1.001
Band 5	0.106	0.079	6.589	0.010	1.112	1.025	1.206
Band 3	-0.289	0.145	7.987	0.005	0.749	0.613	0.915
ARVI	-9.485	10.390	2.446	0.118	0.000	0.000	11.040
NDWI	-39.910	43.356	6.170	0.013	0.000	0.000	0.000

p = p-value

Table 6.10. Results of the logistic regression of the presence of *Antigone canadensis nesiotas* according to the variables on the study sites PE estimated parameter RPC ratio of crossed products.

6.7 Discussion

During simultaneous counts of *Antigone canadensis nesiotas* in the central-western region of Isla de la Juventud and the northern region of Ciego de Ávila, there were more cranes in the morning than in the afternoon. In this counting session, the temperature is cool and the birds leave their common places to roost and spread out in the foraging areas. Therefore, it is feasible to carry out

the counts during these hours, thus facilitating the location of the birds, mainly when flying. As the day progresses, these birds have been obtaining the necessary energy for their daily activities and are heading to the shaded areas. In the afternoon, once again, they focus on smaller groups than during the morning, continuing with their eating and preening behaviors. The cranes practice locomotion in each habitat in search of food and move from one place to another, until sunset. When it gets dark, the cranes head to their places to roost, concentrating mainly on the extensive beaches (Gálvez Aguilera 2002).

The results of the crane population size on Isla de la Juventud (164 individuals) were relatively lower than what had been declared by Gálvez Aguilera (2002) for that same site (172 cranes). The small difference between these two time periods could have been a sign of the pressure that the expansion of sicklebrush (*Dichrostachys cinerea*) is exerting on some of the foraging areas of this population (pasturelands and part of natural savannas). In Ciego de Ávila, the population size had increased compared to the count made in 2002, when there were only 102 cranes (Gálvez Aguilera 2002). This increase is probably a response of the population to the management actions that were initiated in 2004 in these wetlands in the north of Ciego de Ávila. One of these strategies was the use of controlled fire to favor foraging habitats within the swampy grasslands. Fire contributes to the structural simplification of herbaceous vegetation and indirectly eliminates existing predators of chicks and eggs near forested areas (Bennett 1989b). Another action was to remove the cattle from the breeding and rearing areas of chicks, since livestock indirectly affected this subspecies during the breeding season. It is important to highlight that the measures have been effective for the populations, not only of the Cuban Sandhill Crane, but also of other species of fauna. Cranes are species with low reproductive potential; therefore, this increase in population over a period of seven years is remarkable, ensuring the survival of this species, since there are no genetic problems caused by kinship-related depression.

So far, the population of *Antigone canadensis nesiotis* on Isla de la Juventud is the largest in the Cuban archipelago (Gálvez Aguilera 2002). In all likelihood, the area used by cranes on Isla de la Juventud, although smaller than in Ciego de Ávila, has better conditions of use and availability of food, despite being a dry savanna. This gives rise to the contradiction in the literature (Taylor and Smith 2005), according to which the species benefits more from wetlands than in any other type of ecosystem. Regarding the average size of the groups, there are differences between Ciego de Ávila and Isla de la Juventud. The use of space varies in each territory (Alonso *et al.* 2004) and, given that the habitat used by cranes on Isla de la Juventud is smaller than that of Ciego de Ávila, the number of flocks must be greater, depending on the conditions provided by each particular area.

The high efficiency obtained in these counts gives us an idea of their approximation to the actual population of cranes and the habitats used by cranes during the non-breeding season. The high percentage of the concordance rate (72%) obtained in Ciego de Ávila during the count in 2009 indicates that the cranes were probably using the same foraging habitat and night roosting places on a daily basis. However, the other counts resulted in lower percentages, which may indicate that these birds were looking for diverse habitats that would allow them to obtain different food sources (Lovvorn and Kirkpatrick 1981). Something to note is the alarming situation of the pasturelands on Isla de la Juventud due to the invasion of exotic species. An example of the above is the proliferation of sicklebush (*Dichrostachys cinerea*) in a high percentage of pasturelands.

This has intensified as a result of the drought of recent years (2004-2010) contributing to the degradation of natural habitats. The loss of pasturelands, natural savannas, and marshy meadows, which are foraging and breeding grounds for *Antigone canadensis nesiotis*, will negatively impact crane populations. The population stability obtained from 1999 to 2008 will be reversed if immediate management actions are not taken to improve natural habitats. Askins *et al.* (2007) stated that the modification of crane habitat in North America is related to the expansion of agricultural intensification; these aspects were evaluated for savanna habitats. In Cuba, overgrazing of livestock plays a fundamental role in the fragmentation of the areas used by *Antigone canadensis nesiotis* (Gálvez Aguilera 2002).

In the study area of Isla de la Juventud there is more diversity of habitats used by cranes than in the Gran Humedal of Ciego de Ávila. In both areas, the natural landscapes (natural savannas, meadows, meadows with palm trees, extensive beaches, and pine forests) are the ones that concentrate the greatest number of individuals.

These habitats provide food sources for birds and allow good visibility before the arrival of predators and disturbances, in addition to having less human intervention. A large part of these habitats is under the protection regime provided by the national system of protected areas (Los Indios Ecological Reserve, Isla de la Juventud and Protected Area of Managed Resources, and Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila) and are nesting areas for this subspecies during the breeding season (Gálvez Aguilera 2002; Gálvez Aguilera *et al.* 2005).

In general, the highest concentration of cranes is found in the central-western area of the Itabo-La Majagua-Los Indios Basin on Isla de la Juventud. Something similar happens in the La Yana Basin in Ciego de Ávila, since the largest number of birds is found in the area of water concentration, where the channels and springs of the northern water partition in the province converge. In meadows with palm trees and in other habitats such as meadows and pine forests, only a few cranes were

observed. In all likelihood, the size of the fragments of these habitats is not large enough to support many individuals of this species. According to Gálvez Aguilera (2002) and Marrero (2003), in the anthropic habitats of Isla de la Juventud, invasive species such as sicklebush (*Dichrostachys cinerea*) have covered large areas of pastureland and, in some cases, have come to displace all the natural vegetation of the savanna region. The number of stations with positive counts was large (Isla de la Juventud), where 20 of the 24 counting stations were able to observe this subspecies on consecutive days. These birds were not observed only in El Guayabito and Escobar.

These areas are likely to have no food source and hardly disturb the cranes as they are close to the villages within the study area. During the afternoon counting session, we observed a variation in the number of cranes during the early afternoon hours and, as the day progressed, they arrived in small flocks. In the literature, they say that the first cranes to arrive are predominantly family groups and settle near the bare coast where they remain alert. Later, other, more confident cranes arrive, increasing the number of individuals in the area (Nesbitt and Williams 1990). When analyzing the behaviors of *A. c. nesiototes* by counting sessions in both Isla de la Juventud in 2008 and Ciego de Ávila in 2008, 2009, and 2010, these birds behaved similarly. If the behaviors are analyzed in a general way for each session, it is observed that, over the years of study, the highest percentage is the movement of these birds, mainly flight, followed by foraging. These proportions can vary depending on the counting hours, since, in the morning, the cranes left their roosting places and went in groups to the foraging areas. At that moment, it was easy to detect and hear their singing. In the afternoon, the cranes disperse and, as dusk approaches, they fly to different places to roost, facilitating their observation (Gálvez Aguilera 2002).

For its part, foraging is a mandatory behavior of all living beings, so it must be one of the most represented behaviors within the pattern of activity of any species. LaFever (2006) reported for *Grus grus* that foraging typically accounts for a greater proportion of the activity of this species, mainly in winter, because it is the time when cranes need to get more energy. In this way, the cranes prepare for reproduction and spend time on other behaviors which require less energy consumption. For *A. c. nesiototes*, the search for food is also very necessary for these large birds, especially when they have to increase their fat reserves as quickly as possible, preparing for their breeding season in February (Bennett and Bennett 1990; Ferrer Sánchez 2008). During the non-breeding season, foraging is a decisive factor for birds, and the way in which they obtain it could play a fundamental role in determining the use of space and time (Hutto 1985).

Alertness and singing are other activities that cranes choose; behaviors with different energy consumption obtained from food, so their low frequency must compensate for the loss of energy dedicated to the aforementioned activities (Goldstein 1990). Of the different morning behaviors,

flight had the highest percentage of energy consumption, while food scored the highest for afternoon activities. This is due to the arrival of individuals to their places to roost and the defense of their territories (LaFever 2006). These birds walk through the vegetation, transmitting warning signs to the other cranes of threats or communicating that they are safe to stay in the area. In Ciego de Ávila, in all aspects, the pattern of behavior was similar to that of Isla de la Juventud, although in 2008, some cranes were on alert when they arrived at their places to roost. This behavior primarily pointed to some nearby disturbance. Alonso *et al.* (2004) stated that *G. grus* spent a lot of time being alert but never noticed juveniles involved in any aggression; however, Mabie *et al.* (1989) stated that, when there is a low alert reaction, it indicates that cranes have become accustomed to the presence of disturbances, resulting in drastic consequences for the population.

The high frequency of behaviors such as locomotion are related to foraging for food (Alonso *et al.* 1987), flights from roosting sites to elsewhere, and the subsequent return to their roosting sites at dusk. Foraging sites are expected to have sufficient food to ensure the cranes will remain in those areas. Human intervention, as well as the adequate conditions in terms of vegetation structure, ensures cranes' ability to camouflage themselves and detect potential sources of disturbance. However, the areas with the highest percentage of foraging are mainly open pasturelands. Even though these habitats may have more sources of disturbance than the other less anthropogenic areas, cranes use them because these habitats provide good food sources during the non-breeding season of this subspecies. In 2009, in Ciego de Ávila, no cranes were observed in the pastures, but rather, in the swampy meadows. All of this influenced the distribution of the birds during this stage of study. The southern area of the swampy meadows of Ciego de Ávila is included in a protected area where human intervention is restricted. In this way, some of the threats which affect these species around the world are mitigated. The protected area concentrates the largest number of wetland cranes, as well as pastureland areas, and this is also related to the conditions of the water on the site, which guarantee the presence of this waterfowl (Ferrer Sánchez 2008). In the habitats used by the cranes as permanent resting sites or as territories of use, the behaviors related to these habitats were also measured, indicating the time spent by the cranes in each available environment. Therefore, following the habitats described by Gálvez Aguilera (2002) on Isla de la Juventud and where this species is studied, it was determined that it spends much of its time in pasturelands, using them mainly for food; however, in the natural savannas, they perform most of the behaviors recorded. Tacha *et al.* (1992) have described the habitat requirements for the different subspecies of *A. canadensis*. The presence of extensive undisturbed areas ensures their use by cranes for foraging and/or breeding, as well as for resting or roosting (Mirande and Harris 2019). On natural savannas, cranes can forage on plants which provide them with a lot of energy.

Taylor and Smith (2003, 2005) mentioned *Cyperus esculentus*, which provides the species *A. canadensis* up to 4.26 kcal/g, making it a good food for cranes, specifically for those living in wetlands. The extensive beach was the habitat where the greatest number of individuals were found. This may be due to the fact that there are many food resources there. Anderson *et al.* (2003) found that *Grus americana* used three types of estuary habitats to forage and reproduce, noting that habitats play an important role in this species. The highest percentage of the behaviors of these birds is still flight and foraging; however, many more cranes have been observed on alert in the natural savannas. Most likely, they felt threatened and calling was their means to warn each other to take cover and defend their territory (LaFever 2006). In this last stage, in 2010, the northern wetland of Ciego de Ávila was affected by drought, so some cranes were observed in some areas. Most likely in search of patches of vegetation with the necessary conditions to feed and protect themselves, the flight was made, one of the increased behavioral responses in the last year.

As for the population of the Mississippi Sandhill Crane (*Antigone canadensis pulla*), in winter, the cranes rest in the swamp and, to forage, they fly to small cornfields or pastures. Some birds fly to planted areas to forage, while others spend the day foraging in swamps and savannas within the breeding area. In spring, summer, and autumn, they forage in the hatcheries of savannas, pine forests, and swamps. As for migratory species, they have been observed in southeastern Arizona, resting on extensive swamp beaches, and spend the day in meadows and wetlands, foraging in planted fields, especially cornfields, and in those areas that have been harvested (Tacha *et al.* 1992). The difference between extensive beaches and pasturelands is that they are habitats where man can be present and this response variable ensures that the species, before any action that occurs in its territory, can act by alerting the other individuals to fly away. Behavioral studies make it possible to predict habitat selection and know the random mechanism of this behavior (Perea *et al.* 2005). The average directions of flight of cranes to a certain part of the wetland are related to their search for food in areas of pasturelands, meadows, and natural savannas. The afternoon flight paths also denote a search for places to roost, mainly in the areas of extensive beaches on the western coast of Isla de la Juventud and in inland lagoons in the north of Ciego de Ávila. By including the distribution of these species, according to the most frequently observed behavior (flight), in the map of each study area, we estimate that these birds go to different points of the study area both in the morning and afternoon sessions. In the morning, we could see cranes heading north-northeast (N-NE) toward their foraging habitats, such as areas with shrubs. In this case, cranes were found in natural savannas, pasturelands, and savannas with pines. Some individuals were observed leaving their roosting places; however, in some places some individuals can be found west (W) on the coast and in transition zones near wet areas as indicated in the literature (Nesbitt and Williams 1990). We infer that the cranes go to these points to protect themselves from the intensity of the

sun or to drink the available water. In the afternoon, they head to their roosting spots, which are located near the coast (mangroves). Their preference for habitats is due to the optimal conditions that these sites can provide, whether as shelters from the intense sun or as places to roost, forage, or nest. In addition, areas with fewer disturbances can also ensure visibility to detect any predators of their chicks during the breeding season.

These results coincide with those reported in the literature for the American *Grus* species, identifying common resting habitats (places to sleep) with proximity to wet sites with good visibility, allowing the occurrence of any disturbance to be seen (Shenk and Ringelman 1992). In Gálvez Aguilera (2002) on the use of habitat on Isla de la Juventud, this author identifies that recovering pasturelands provide better conditions for foraging and the normal activities of cranes; however, this study reported more birds in the natural savanna. In the province of Ciego de Ávila, the average movement of cranes within the wetland is very close to plantations, pastures, swamps, and meadows, some with palm trees. The latter habitat is the most used by cranes in the morning. Cranes spend most of the day foraging, 63-66% on average (LaFever 2006), and it can provide them with the greatest diversity of food (Johnson *et al.* 2005). In the swampy grasslands of the study area, cranes can be more confident because they are protected and disturbances are minimized. The selection of wetlands shows not only the richness in sources of food availability, but also that they are found at noon, used as drinking-water sites (Bishop 1992), or as sources of shade for rest and shelter. In the afternoon, the cranes head to areas near the lagoons and stay there to protect themselves overnight. Primarily, their selection depends on seasonal water levels. On average, resting sites are located about 24 m from forest vegetation, although the proximity of trees and shrubs does not seem to influence the selection of this habitat. Bennett (1988) and Valentine (1981) state that resting areas can be where cranes forage and reproduce during their breeding season. Some of these sites are marshes where Jamaican cladium is the main component of vegetation, coinciding with the typical vegetation of the Ciego de Ávila wetlands.

The importance of locating the areas used by *A. c. nesiotetes* indicates that a reduction in these habitats will have certain consequences, primarily in the breeding and non-breeding seasons, where open habitats and wetlands provide food sources and can be easily degraded (Nesbitt 1994). The logistic regression model indicated that this subspecies is not present randomly, hence the importance of the variables: distance to rivers, distance to streams, as well as humidity, have a predictive value for the presence of this subspecies in each site. The presence of these birds is favored by the existence of foraging sites near water sources (Nesbitt and Williams 1990), where there are buildings or other sources of disturbance near the area, the number of individuals decreases, indicating that the cranes prefer moisture and undisturbed foraging sites. This explains

why these birds have not been found in many areas of wetlands and, once again, the importance of the features needed in habitats to maximize the presence of these birds, as demonstrated (Iverson *et al.* 1985; Meine and Archibald 1996a). Alonso *et al.* (2004) states that *Grus grus* has little preference for areas subject to human disturbance, which also applies to *Grus americana*, where studies showed that the proximity of human activity can have adverse effects on the behavior of the species, causing a decrease in foraging time (LaFever 2006). In general, the counts made in the study areas are a very important source of information to evaluate the habitat conditions of the wetlands used by these birds through their behavioral frequencies. They are strategically important to regularly monitor the health of both bird populations and these ecosystems.

6.8 Conclusions

- The populations of cranes in Cuba are greater in the dry savannas (siliceous sand) of Isla de la Juventud than in the wetlands of Ciego de Ávila.
- The cranes use pasturelands and meadows with palm trees to forage, although they are sites with more human intervention. In areas of natural meadows and savannas, cranes remain more alert and perform more diverse behaviors. In general, pasturelands are a source of abundant food for cranes and these areas must be preserved and protected from the invasion of exotic species.
- The highest concentrations of cranes are distributed within the Itabo-La Majagua-Los Indios and La Yana watersheds, along with water sources. The presence of *Antigone canadensis nesiototes* in habitats is conditioned by the presence of nearby water sources, little vegetation cover, and moist soils.

6.9 Recommendations

- Continue to carry out distribution and abundance studies, as well as behavioral studies in other populations of cranes whose current condition is unknown.
- Include new variables in the logistic regression model which can predict the presence of cranes.
- Continue to carry out simultaneous annual counts of this species to obtain population trends over the long term.
- Conduct an analysis of the amount of natural habitats and pasturelands which have been lost in the last decade due to the invasion of exotic species.

MODELING OF THE ECOLOGICAL NICHE OF *ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES* (BIRDS: *GRUIDAE*) ON ISLA DE LA JUVENTUD AND IN THE GRAN HUMEDAL NORTH OF CIEGO DE ÁVILA, CUBA

Antigone canadensis nesiotes is an endangered endemic subspecies distributed in eleven populations throughout Cuba. The two populations on Isla de la Juventud are geographically isolated from the rest by a natural barrier. The mobility of individuals among subspecies populations in Cuba has not been demonstrated. Ecological modeling and remote sensing allow studies to be carried out in large areas, with fewer resources, less sampling effort, and in inaccessible areas. These are tools that are currently used to verify the differentiation in the ecological niche of a species.

Claudia Nuñez Peniche
Yarelys Ferrer Sánchez
Dennis Denis Ávila
Idael Ruiz Companioni

VII. MODELING OF THE ECOLOGICAL NICHE OF ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES (BIRDS: GRUIDAE) ON ISLA DE LA JUVENTUD AND IN THE GRAN HUMEDAL IN THE NORTH OF CIEGO DE ÁVILA, CUBA

Introduction

Antigone canadensis nesiotes is an endangered endemic subspecies distributed across 11 populations throughout Cuba. Of these, the population on Isla de la Juventud has a high degree of specialization, and its ecological niche could be different from the rest of the populations. This would imply an apparent contradiction with the “niche conservatism” theory.

According to the theory of niche conservatism (Peterson *et al.* 1999), the ecological niche of a species is conserved in time and space, depending on evolutionarily determined genetic factors. However, in the case of the population of *A. c. nesiotes* found on Isla de la Juventud, many of the environmental conditions and characteristics are different. This population is also located on an island separated from the territory of Cuba - where the remaining nine populations of this subspecies are located - geographically isolated by a natural barrier.

So far, the existence of individual mobility among the populations of this subspecies in Cuba has not been demonstrated. Therefore, the flow of individuals and the consequent genetic exchange is assumed to be practically nil. This has likely led to a high degree of specialization in the population of Isla de la Juventud, with the a priori observation that the ecological niche is different from the rest of the Cuban populations, so there is an apparent contradiction with the theory of niche conservation.

To verify the existence of a differentiation in the ecological niche of a species, tools such as ecological modeling and remote sensing are currently used, which allow studies to be carried out in large areas, with fewer resources, less sampling effort, and in inaccessible areas.

In the field of natural sciences, the use of methods including Geographic Information Systems (GIS) and spectral information from satellite images which is intimately linked to obtaining prediction models (García 2010) for biology, modeling the distribution of species (ecological niche), habitats, or other resources is of great importance, due to its potential scientific and practical application.

The selection of each technique to be applied is related to numerous decisions about data sampling, modeling, analysis scales, and validation (Johnson and Gillingham 2005). The importance of this work is based on the distribution of a threatened subspecies, the highlighted information

being of practical importance in management measures and, therefore, for the conservation of the subspecies. In addition, it has a methodological value since—where, for the first time—a set of combined spatial modeling tools was applied to Cuban birds, which can serve as an example for other studies of bird species.

7.1 Objective

Model the ecological niche of *Antigone canadensis nesiotes* in the Gran Humedal of Ciego de Ávila and on Isla de la Juventud. Compare the predictive value of the geographical and spectral variables used in the modeling to determine the presence of this species in both sites.

7.1.1. Area of Study

The study was carried out in two protected areas and their surroundings: the Ramsar Gran Humedal site in the north of Ciego de Ávila (GHNCA) from 2008 to 2012 and Los Indios Ecological Reserve (RE) from 1997 to 2008. These areas have different aesthetic values that show varying degrees of endemism.

GHNCA is located north of the central province of Ciego de Ávila, Cuba (22°09'30.55" N; 78°31'15.76" W). It is one of the largest wetlands in Cuba and extends over 226,875 ha. The main plant formations present are mangrove, swamp forest, semi-deciduous forest, secondary vegetation, and swampy grassland. In the wetland area, there are more than 20,000 specimens of birds with restricted distribution (and a lot of abundance in this area), such as the pink flamingo (*Phoenicopterus ruber*), the gray pelican (*Pelecanus occidentalis*), the double crested cormorant (*Phalacrocorax auritus*), the anhinga (*Anhinga anhinga*), the roseate spoonbill (*Platalea ajaja*) and the Cuban Sandhill Crane (*Antigone canadensis nesiotes*). Within the expanse of this wetland, there are seven minor protected areas of various protection categories, three of which are wildlife refuges, where endemic, migratory, and endangered birds live, either temporarily or permanently.

Los Indios Ecological Reserve (RE) is located in the central-western region of Isla de la Juventud (21°40'00.29" N; 82°57'27.94" W). The area is composed of natural silica sand savannas, pine forests, extensive beaches, and mangroves (Gálvez Aguilera 2002). The flora includes 556 species of higher plants and 13 species of ferns, with an endemism of approximately 105 species, three of which are exclusively found in the southern zone (EMPA 1994). Many birds live, reproduce, or pass through this area. The birds mentioned above, while present in other regions of Cuba, are very abundant here, because they find suitable nesting conditions, such as the Cuban parrot (*Amazona*

leucocephala), the Cuban Sandhill Crane (*Antigone canadensis nesiotis*) and the white-crowned pigeon (*Columba leucocephala*).

7.2. General methodology

7.2.1 Records

In total, we worked with 52 records of confirmed presence of the species obtained from the literature (Gálvez Aguilera 2002; Ferrer Sánchez *et al.* 2010) and taken in the field. Of these, 28 were taken in Los Indios and 24 in GHNCA, in the periods 1997-2008 and 2008-2012, respectively. The fieldwork data taken comes from the counting stations installed in the study areas (34 stations in GHNCA and 24 in Los Indios), in which the geographical coordinates of the sites where cranes were observed were recorded.

7.2.2. Ecological models

For the construction of ecological models, we use climatic, spectral, topographic, and spatial variables of the habitat. Climate data were obtained from WorldClim (<http://www.worldclim.org>; Hijmans *et al.* 2005), which is a database of global climate variables, in the form of raster files with spatial resolution of 1 km. WorldClim data was originally generated by interpolating monthly average data from more than 46,000 weather stations and is now widely used in species distribution and environmental modeling. Bioclimatic variables are derived from monthly temperature and precipitation values, generating variables which are biologically more significant and represent both seasonality (e.g., annual range of temperature and rainfall) and restrictive environmental factors (e.g., temperature in the coldest and hottest months, and rainfall in the wettest and driest four-month periods). All restrictive environmental factors presented high degrees of correlation between each other. We calculated the rates of correlation between each pair of variables according to the procedure established in the ENMTools v1.2 program, and only those variables that showed the lowest correlation values and are important in species ecology were extracted.

The climatic variables finally chosen were rainfall in the wettest quarter (mm) (Bio16) and rainfall in the hottest quarter (mm) (Bio18). In addition, we add the topological variable of ground height, which is derived from a digital elevation model (h_dem). The general scenario of the WorldClim variables was cut with a vector of the limits of the study areas, with an external buffer of 1 km and resampled at a spatial resolution of 30 m (linear interpolation of data). Although this change in spatial resolution entails a certain redundancy in the values of adjacent pixels, it is assumed that

this effect has little involvement in the modeling itself, since climate variables do not usually have very marked local changes on this scale. To obtain the habitat spectral information, two satellite images (one from each site) from the LandSat 7 satellite, obtained in October 2008, were used. These images, which were acquired with the satellite's Enhanced Thematic Mapper (ETM+) sensor, were downloaded from the United States Geographic Service (USGS) database (<http://glovis.usgs.org>), with orthorectification pre-processing and radiometric correction (L1 level).

7.3 Models of the ecological niche of the Cuban Sandhill Crane

A spatial resolution of 30 m and a radiometric resolution of 8 bytes were georeferenced in the UTM projection, zone 17, with datum WGS84.

The complete processing of the satellite images also included their calibration to reflectance values, their conversion to BIL (Band Interleave by Line) format, the correction of atmospheric effects (FLAASH) and the elimination of dark bodies (DOS). The original scenario of these images is 185 x 185 km, but it was cut in the same area as the climatic variables. The Landsat 7 satellite has had a scan corrector (slc-off) failure since 2003, causing the images to have empty lines (spaces). This gap was corrected by the double image algorithm, with local histogram matching (USGS 2004). All processing was performed in the ENVI v7.5 program.

Ten rates derived from various mathematical operations of the satellite image bands were used as spectral variables (Table 1). Spectral rates were derived from Tasseled Cap. The transformation is new bands obtained by linear recombination of the originals, brightness, greenness and soil moisture, and three general rates called fourth, fifth, and sixth. According to several authors (Bense 2007; Sanjay *et al.* 2005), this transformation only differs from a Principal Component Analysis in that the ratios are defined a priori.

For the modeling, an image was also used with the thematic classification of the vegetation obtained from the map prepared by Geocuba (2008), cut and resampled in the same way as the other predictor variables.

7.3.1 Data management

To model the distribution of *A. canadensis* in addition to the above data, we used the MaxEnt v.3.3.3k program (Phillips *et al.* 2006). To run the program, we used the default features: 500 iterations, elimination of duplicate records, convergence threshold = 0.00001, and the regulation parameter $\beta = 1$ (Phillips *et al.* 2006). The "do not duplicate records" option (a single record of each

species per grid) was selected to reduce the effects of concentration of sampling effort at certain sites (Pawar *et al.* 2007). MaxEnt makes it possible to establish different types of relationships between the predictor variables and the biological records to model the distribution of the maximum entropy. To measure the importance of each variable in the model, we selected the Jackknife option, and to validate the distribution models, the records were divided into a training sample (70%) and a test sample (30%). As a decision threshold, we select the Minimum Training Presence option, above which the resulting model is considered a presence prediction. The output format we chose was the logistical one, since it allows us to interpret the model in terms of the probability of occurrence of the ecological niche of the species, in accordance with the restrictions imposed by the environment (Phillips and Dudik 2008).

The response graphs of each variable to the models were represented. The graphs show how the magnitude of their values affects MaxEnt's logistics predictions. These changes are evaluated through variations in the contribution of each predictor variable to the model as its values change, but keeping all other variables constant, at their mean value, thus eliminating their effect (Phillips 2010). Higher values on the Y-axis mean more influence of the variable on the model.

Modeling was performed 50 times for each site, with a cross-validation algorithm. The ten best models were selected for each site, using as selection criteria those models that have the most area under the curve (AUC) value, which is a measure of model performance, regardless of the threshold used. These ten models were added to obtain a final model by area of study, which was evaluated with the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve. These curves plot the relationship between sensitivity and complement specificity (1- specificity). Sensitivity is a measure of the rate of true positives and indicates errors of omission, while specificity measures the fraction of negatives classified as presences and represents errors of omission.

The comparison of the modeled niches at both sites was made through the values of the quantitative predictor variables (spectral rates and environmental variables) at 20 random points within the area with the highest probability of presence (defined with a 70% probability of presence level curve). These values were represented in a multidimensional space using a non-metric scale and compared using Monte Carlo tests with 10,000 randomizations. The mean weights provided by all models to the predictor variables were also plotted to analyze the variables that contribute most to each model. These statistical analyses were performed with the Pop Tools v 3 and Past v1.17 programs (Table 7.1).

Variables	Codes
Rainfall in the hottest four-month period	Bio16
Rainfall in the rainiest four-month period	Bio18
Brightness rate	Brightness
Fourth	Fourth
Fifth	Fifth
Height	H-deem
Greenness rate	Greenness
Plant formation on the Isla de la Juventud	Islafv
Plant formation in the Great Wetland in Northern Ciego de Ávila	Ciegofv
Standardized rate of difference in vegetation	NDVI
Standardized rate of differences in water in leaves	NDWI
Rate of vegetation adjusted to optimized soil	OSAVI
Shrub density rate	SHRUB
Sixth	Sixth
Soil moisture rate	Wetness

Table 7.1. Variables used as predictors in modeling the ecological niche of *Antigone canadensis nesiotes* on Isla de la Juventud and in the Gran Humedal in Northern Ciego de Ávila.

7.4. Results

7.5 Potential distribution models

The potential distribution models of *A. canadensis nesiotes* on Isla de la Juventud performed satisfactorily in relation to error rates (Figure 7.1). As shown, the average skipping rates we observed remain very close to those predicted, for all cumulative threshold values, although variability (standard deviation) was high in the individual models.

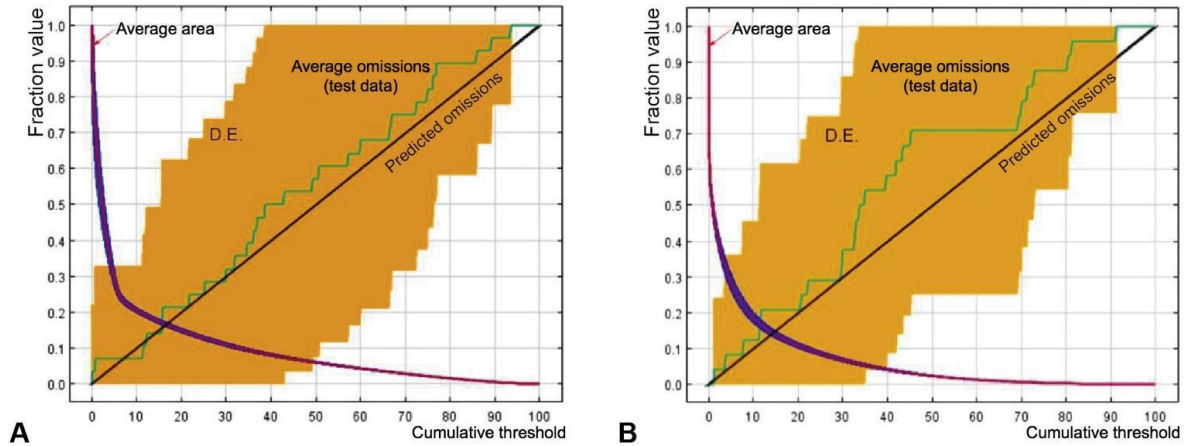


Fig. 7.1. Default error rates in the prediction models of the ecological niche of *Antigone canadensis nesiotas* on Isla de la Juventud (A) and the Gran Humedal of Ciego de Ávila (B). Island of Cuba, standard deviation.

Population of Isla de la Juventud. The ten best predictive models of the potential distribution of *A. canadensis nesiotas*, selected from the 50 models developed in the Isla de la Juventud area, reached, with the training data, area under the curve (AUC) values ranging from 0.93 to 0.95 while, with respect to the validation data, their values ranged from 0.40 to 0.99 (Figure 7.2). Of these ten models, the one that performed best with the training data had a value of this indicator of 0.95. However, when evaluated with validation data, it dropped to 0.40 (Figure 7.3).

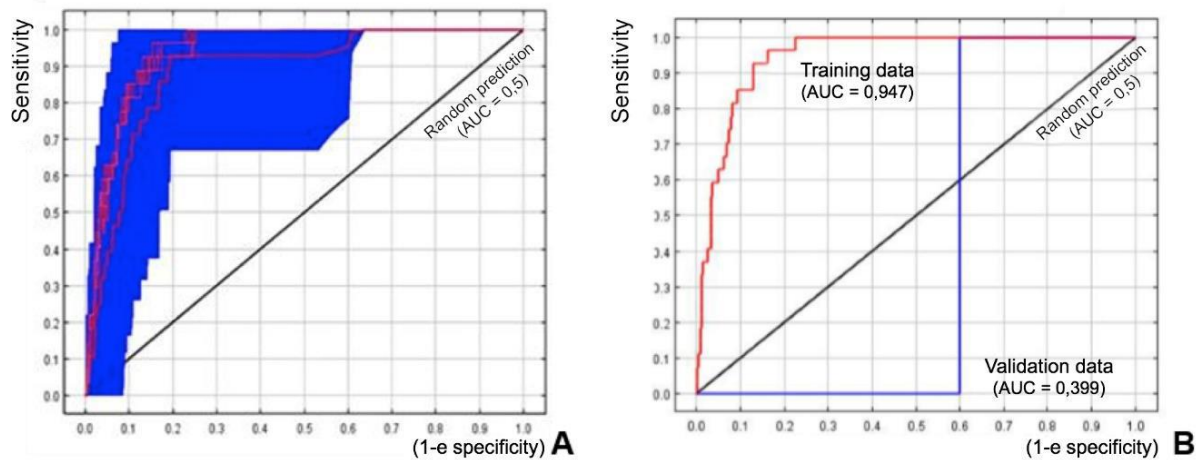


Fig. 7.2. Operational response curve of the potential distribution models of *Antigone canadensis nesiotes* obtained for Isla de la Juventud. A- representation of the ten best models. B- best mode (blue: AUC for validation data, red: AUC for training data).

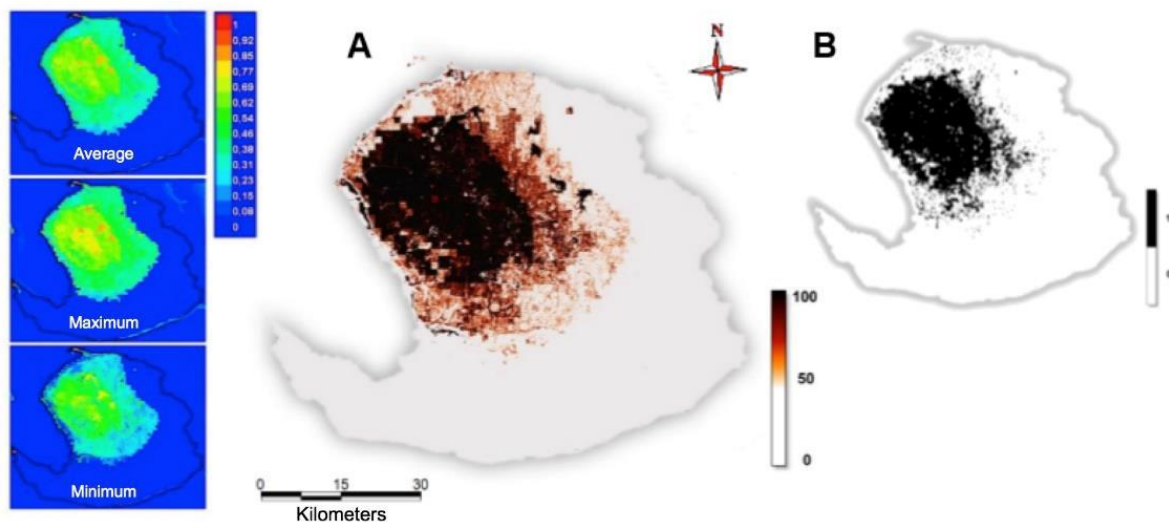


Fig. 7.3. The potential presence probability map of *Antigone canadensis nesiotes* obtained by modeling the ecological niche in this area shows a maximum presence probability towards the northwest region gradually decreasing towards the east and towards the south.

These results indicate regular sensitivity and specificity, as they are not able to discriminate.

This probabilistic model was converted into a presence prediction map, by applying the 70% cut-off line, which resulted in a binary map (Figure 7.4), where we can see that *A. c. nesiot*es is potentially distributed towards the northwest of Isla de la Juventud, while, in the south and east, there are no specific combinations of variables that predict the presence of this subspecies.

7.6 Predominant plant formations

In the most likely potential distribution area of *A. c. nesiot*es defined for Isla de la Juventud, we can see that the predominant plant formations are undifferentiated bushes and pine forests on white sand. To a lesser extent, there are also other plant formations (Figure 7.4.a). This region is also characterized by abundant waterways, lagoons, and ponds (Figure 7.4.d). Most of the area contains semi-natural habitats and pine plantations, with the addition of many crops (Figure 7.4.c). In the case of Isla de la Juventud, where only a small part has been included in some category of legal protection of the National System of Protected Areas, the extent of maximum probability of presence of this species includes the area of Los Indios Ecological Reserve (Figure 7.4.b).

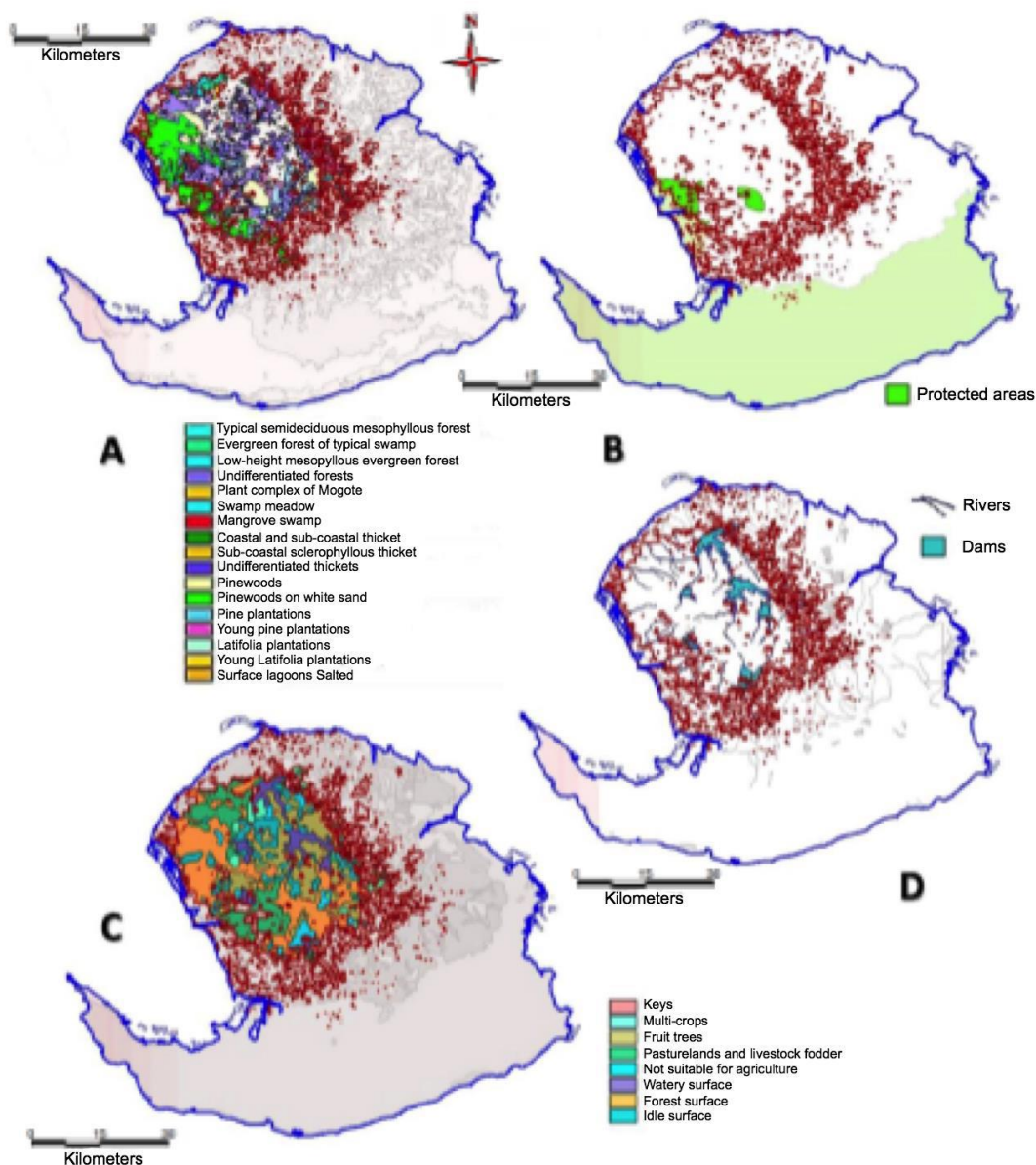


Fig. 7.4. Plant formations (A), Protected Areas (B), land uses (C) and water processes (D) within the potential distribution area of *Antigone canadensis nesiotis*, given by localities with probabilities of presence greater than 70%, on Isla de la Juventud, Cuba.

In general, the variables which contributed the most to the elaboration of these models were the climatic variables: precipitation ($\text{bio16} = 1.29$ and $\text{bio18} = 0.99$) and plant formations with 0.47 (Figure 7.5). The sixth and fifth rates ($\text{sixth} = 0.011$; $\text{fifth} = 0.1$) were the variables which contributed the least to the models, followed by the fourth (fourth = 0.16).

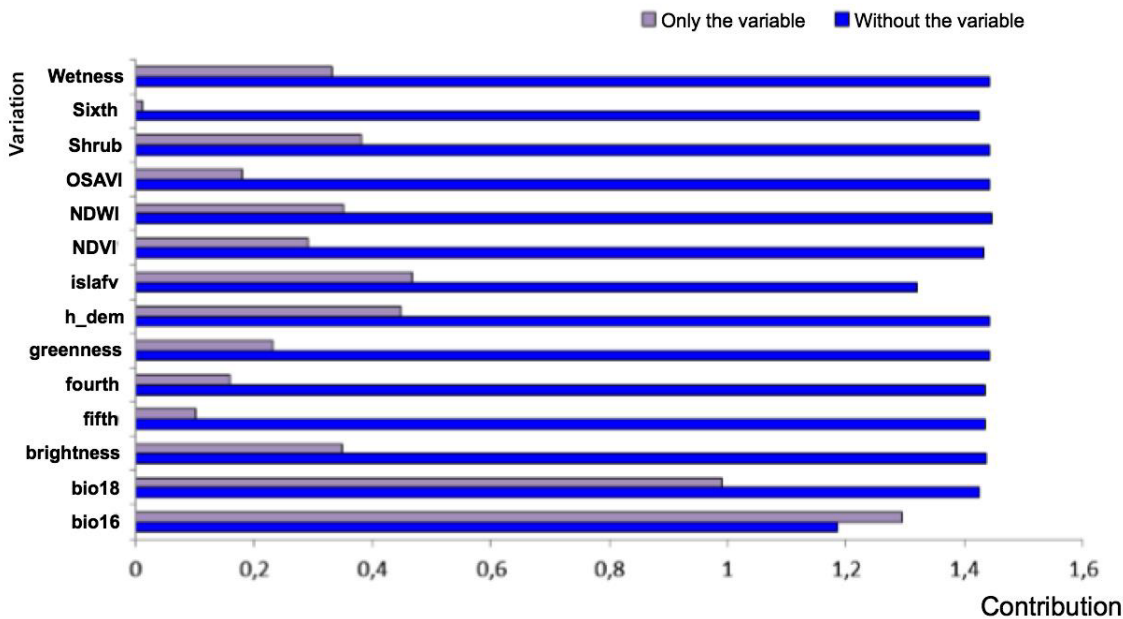


Fig. 7.5. Results of the Jackknife developed to evaluate the predictive importance of each variable in the modeling of the ecological niche of *Antigone canadensis nesiotas* (with training data) on Isla de la Juventud. See the meaning of the codes in the table.

Although they have a globally important magnitude in modeling, continuous predictor variables can be analyzed based on the changes they cause when predicting the algorithm over the range of values they take (Figure 7.6). These changes, being evaluated based on the variations in each predictor variable, keeping all other variables as constant in their average value, allows us to eliminate the effect of interactions. The contribution of each variable to the model was different; for example, the soil moisture rate showed a parabola-curve shape of behavior, where only rate values ranging from -42.2 to 38.5 resulted in significant increases in MaxEnt prediction. On the opposite side are the brightness rate, the height rate, and the shrub density rate, variables in which the contribution amounted to zero in practically all of its values, so they did not influence the ecological niche model.

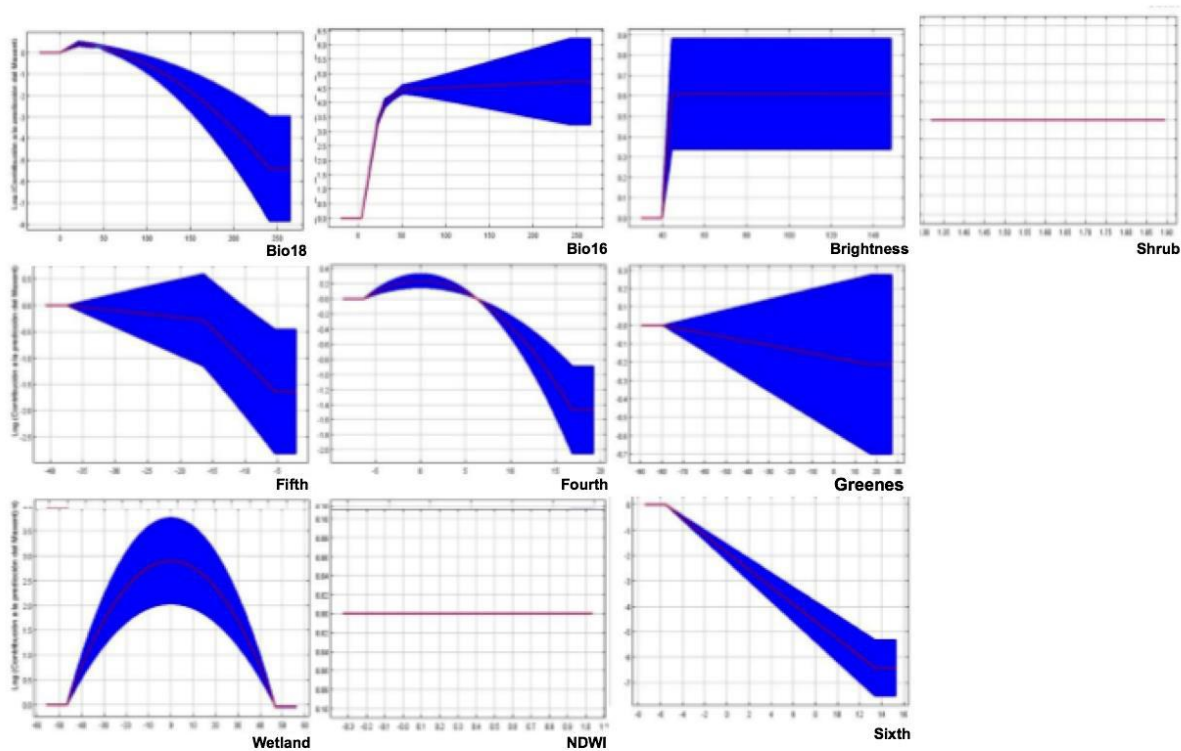


Fig. 7.6. Behavior of the predictive variables used in the modeling of the ecological niche of *Antigone canadensis nesiototes* in the localities of Isla de la Juventud. Standard deviation of behavior in blue in all models, average behavior in red. See the meaning of the codes in the table.

A similar pattern is present when analyzing, through resampling, the importance of predictor variables (Figure 7.7): the precipitation variables (bio16 and bio18) had the highest values (62.56 ± 4.7 and 25.4 ± 5.56). In the spectral variables (greenness, NDWI) and height, this value amounted to zero.

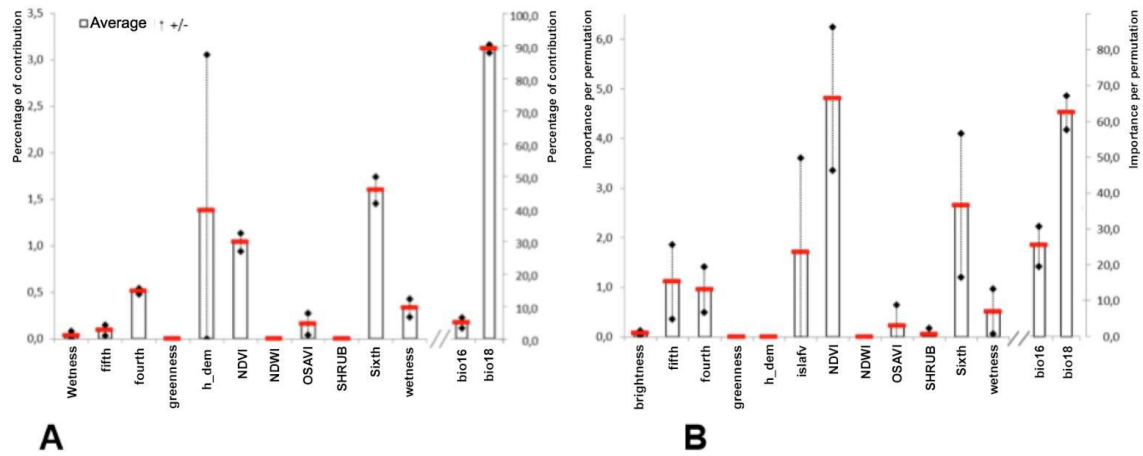


Fig. 7.7. Contribution in the percentage (A) and importance value (B) of the predictor variables of the 10 best ecological niche models of *Antigone canadensis nesiototes* in the locales of Isla de la Juventud. See the meaning of the codes in table 7.1.

7.3.2 Population in El Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila

The ten best models obtained in the Gran Humedal of Ciego de Ávila had AUC values for the training data ranging from 0.95 to 0.96 and, for the validation data, from 0.53 to 0.94 (Figure 7.8.a). The best model (with an AUC value of 0.96 for training data and 0.94 for validation data) was able to discriminate a presence or absence for values greater than 0.05 (Figure 7.8.b).

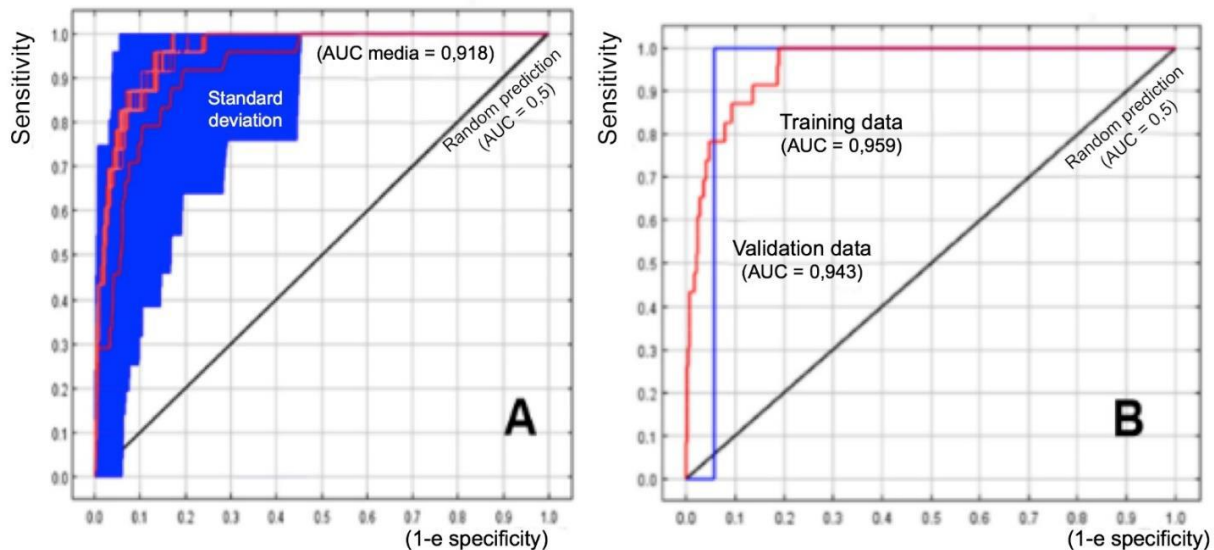


Fig. 7.8.a. and 7.8.b. Operational response curves of *Antigone canadensis nesiotetes* potential contribution models obtained for the Gran Humedal of Ciego de Ávila. Island of Cuba. A- representation of the ten best models. B- Best model (blue: AUC for validation data, red: for follow-up data).

Areas with potential presence of this subspecies represent a high percentage of the surface of the Gran Humedal of Ciego de Ávila. It is more likely to be found towards the central region and towards the area near the north coast in the eastern study area. In more than half of the wetland's territory, the probability of presence is very low, even reaching zero. These areas where the presence of this subspecies is likely were maintained in all maps obtained as a result of all models (minimum, maximum, and average) (Figure 7.9).

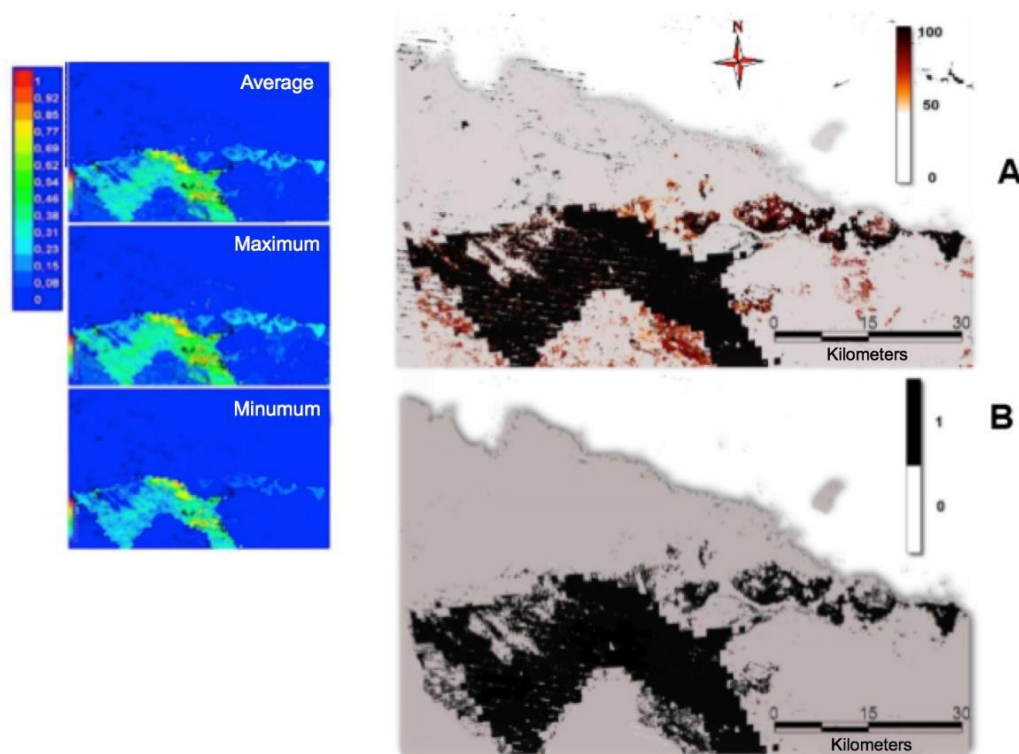


Fig. 7.9. Potential presence probability map (A) and potential distribution area (B) of *Antigone canadensis nesioti*, resulting from the modeling of the ecological niche in the Gran Humedal of Ciego de Ávila, Cuba. The average, minimum and maximum MaxEnt models are also represented.

This subspecies is potentially distributed in the central area of GHNCA and in small patches of vegetation on the northeast coast. In this area there are abundant rivers and channels, sugar cane plantations, some rice plantations, and multiple crops (Figure 7.10). There are also a lot of meadows, fragments of semi-deciduous mesophilic forests with fluctuating humidity, and undifferentiated forests. In that potential distribution area of *A. c. nesioti* is most of the surface area of the El Venero Wildlife Refuge, which is one of the three protected areas declared within the GHNCA and whose main conservation objective is precisely this species. The other protected areas, Loma de Cunagua and Laguna de la Leche, also protect small sections of the distribution area planned for the crane but, for the most part, focus on other types of habitats unsuitable for this species (forests and water surfaces).

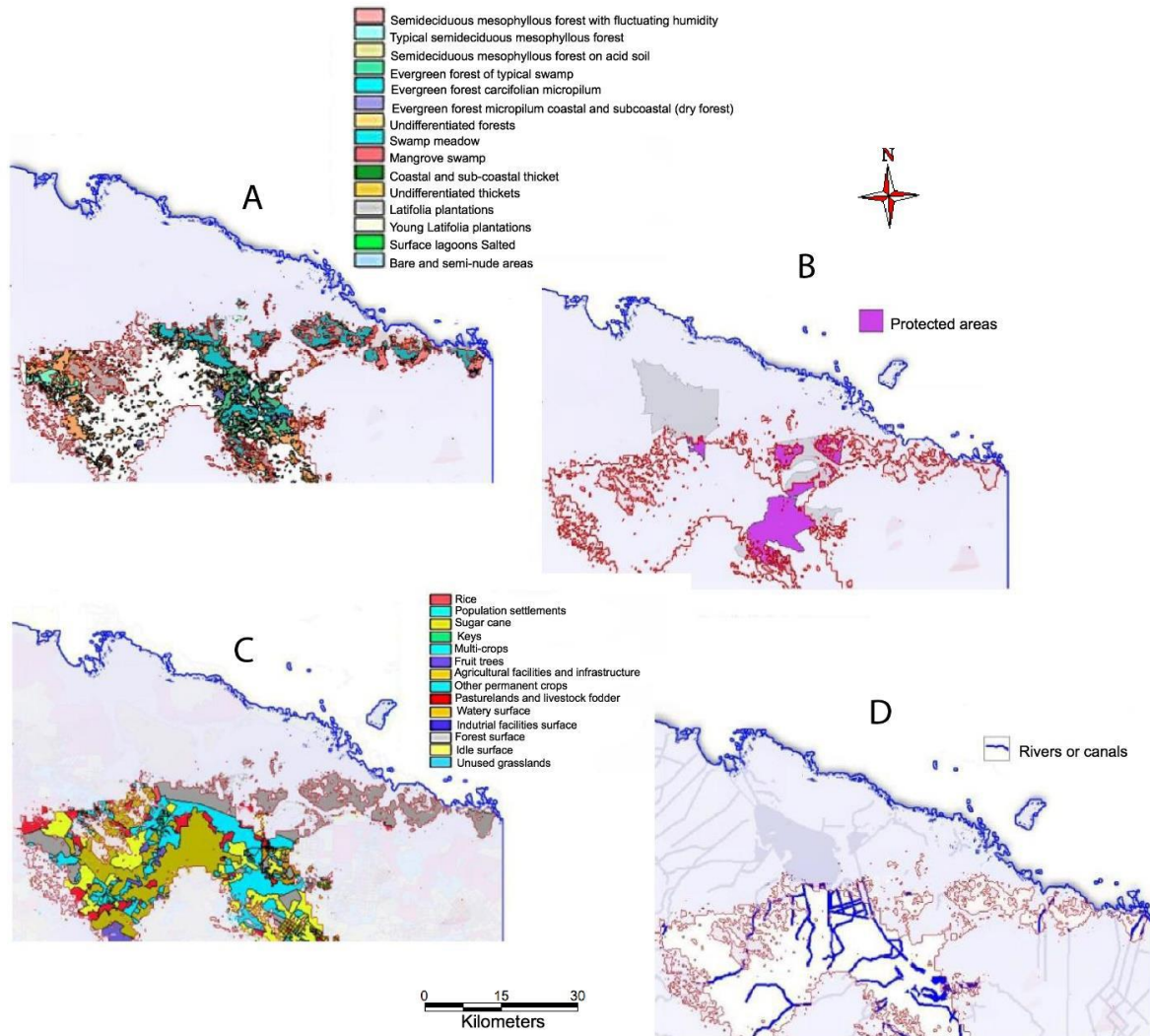


Fig. 7.10. Plant formations (A), protected areas (B), land uses (C) and water processes (D) within the potential distribution area with the highest probability of presence of *Antigone canadensis nesiotes* in the Gran Humedal of Ciego de Ávila, Cuba.

The variables which contributed the most to the best models in GHNCA were rainfall in the wettest quarter, with a value of 1.2, and plant formation with 0.86 (Fig. 7.11). The variable soil brightness rate and shrub density rate contributed the least to the models, both with a value of 0.02.

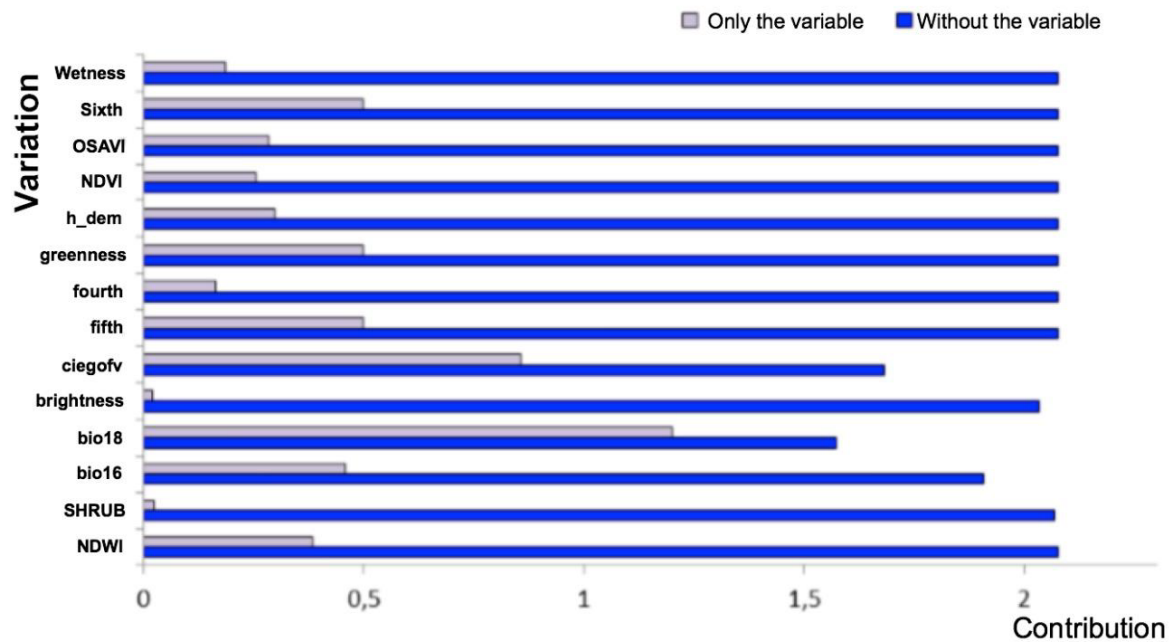


Fig. 7.11. Results of the Jackknife developed to evaluate the predictive importance of each variable in the modeling of the ecological niche of *Antigone canadensis nesiotas* (with training data) in the savannas of the Gran Humedal of Ciego de Ávila, Island of Cuba. See Table 7.1 for the meaning of the codes.

The graphs on the contribution of each variable, according to their values, show only how, in GHNCA, the predictor variables were radically different from those of the island, since there was not a single pattern consistent with those shown above for the previous site (Figure 7.12).

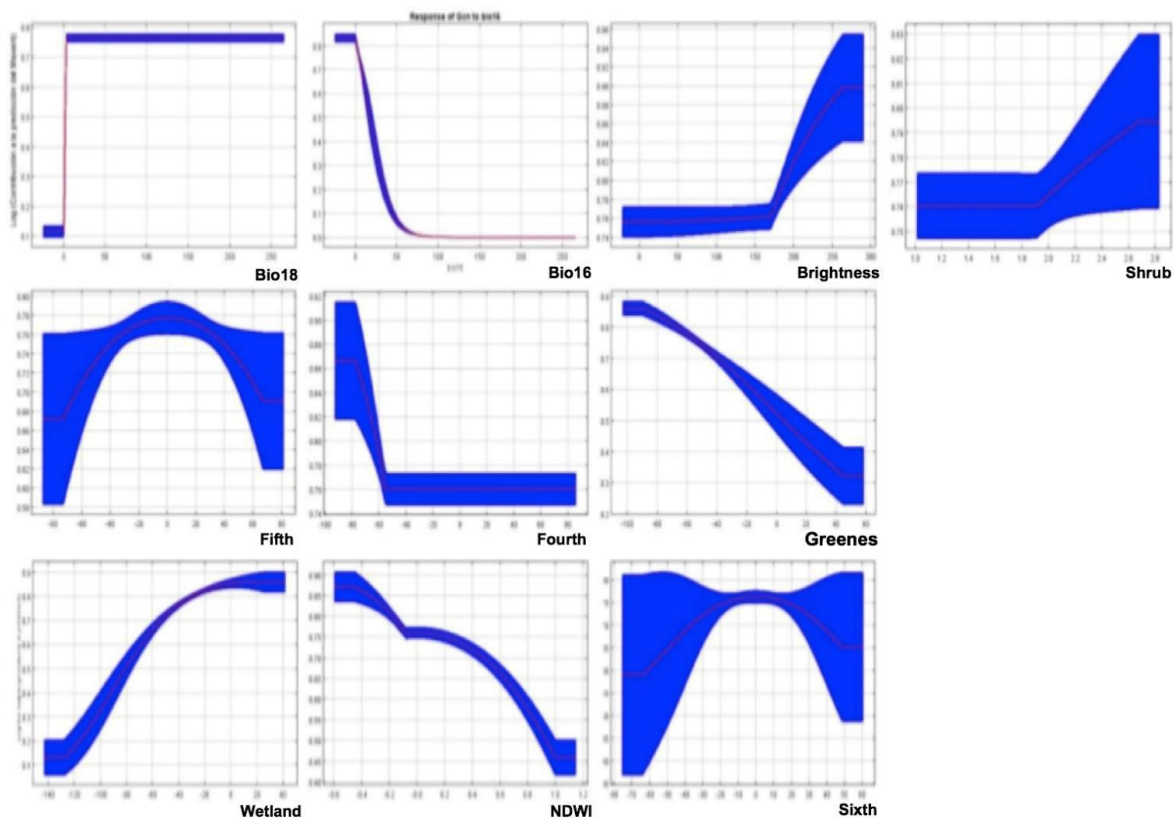


Fig. 7.12. Behavior of the predictive variables used in the modeling of the ecological niche of *Antigone canadensis nesiototes* in the Gran Humedal in the towns of Ciego de Ávila, Island of Cuba. Standard deviation of behavior in blue in all models, average behavior in red. See the meaning of the codes in Table 7.1.

The contribution averages (in %) of the variables to the top 10 models for GHNCA (Figure 7.13) ranged from zero (NDVI, OSAVI) to 52.1 (bio18). The highest standard deviations were for bio18 (10.98) and bio16 (9.77). A similar pattern is present in the importance of the resampling of predictor variables (Figure 7.13) based on the 10 best models of Isla de la Juventud. "Precipitation in the hottest quarter" had the highest value of importance by resampling (52.9 ± 1.53), while for OSAVI, NDVI and altitude, this value was zero.

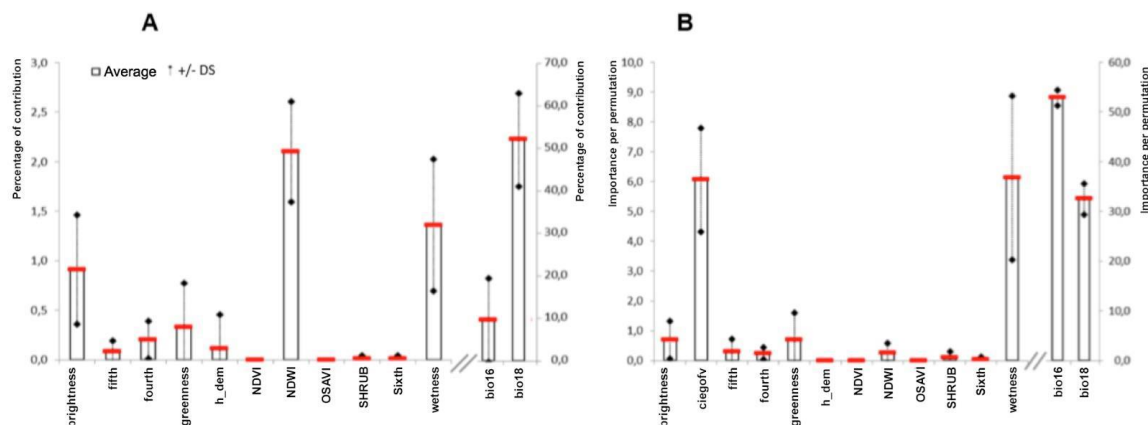


Fig. 7.13. Contribution in the percentage (A) and value of importance (B) of the predictor variables from the 10 best models of ecological niche of *Antigone canadensis nesiotis* in the localities of Isla de la Juventud. Meaning of codes in table 7.1.

Theoretically, the niche conservation hypothesis should have its strongest empirical foundation in the similarity of response of organisms to environmental factors, regardless of geographic location. Therefore, direct comparison of niche variables may be the most direct analysis approach. In this sense, the non-metric multidimensional arrangement showed a clear separation in environmental conditions between the points on Isla de la Juventud and in GHNCA, which, in turn, were grouped (Figure 7.14).

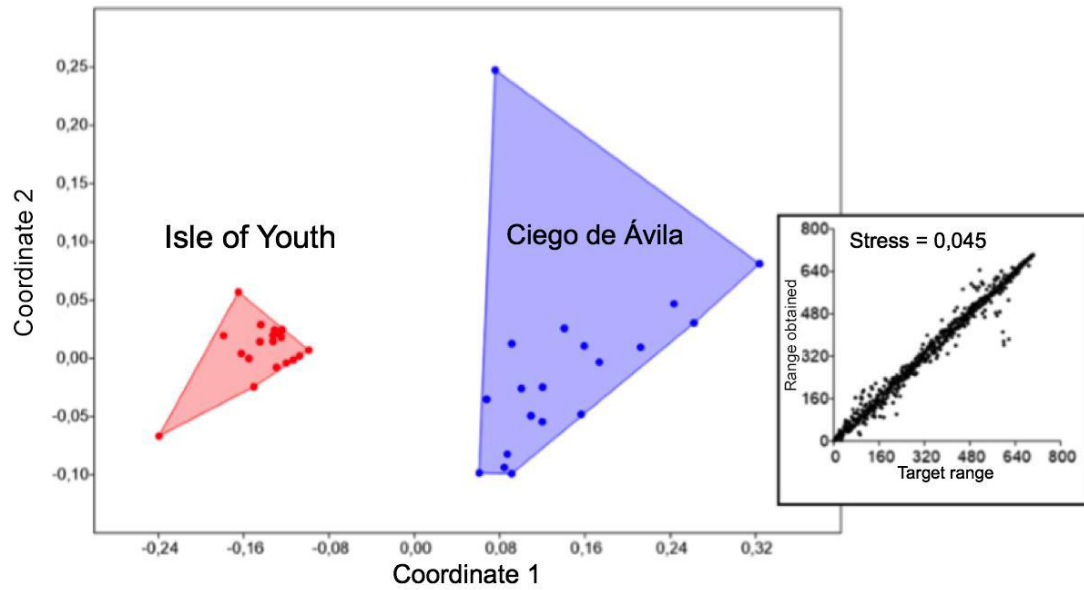


Fig. 7.14. Non-metric multidimensional scaling of climatic, topographic, spectral, and vegetation variables at 20 points within the area of greatest probability of presence of *Antigone canadensis nesiotes* in the Gran Humedal of Ciego de Ávila Norte on the island of Cuba (blue) and on Isla de la Juventud (red).

Half of the continuous variables analyzed presented significant differences between both sites (Figure 7.15), which cannot be attributed to random sampling. The biggest differences were in soil-adjusted vegetation rates (OSAVI), brightness rates, greenness rates, and humidity rates. There were also very significant differences in precipitation.

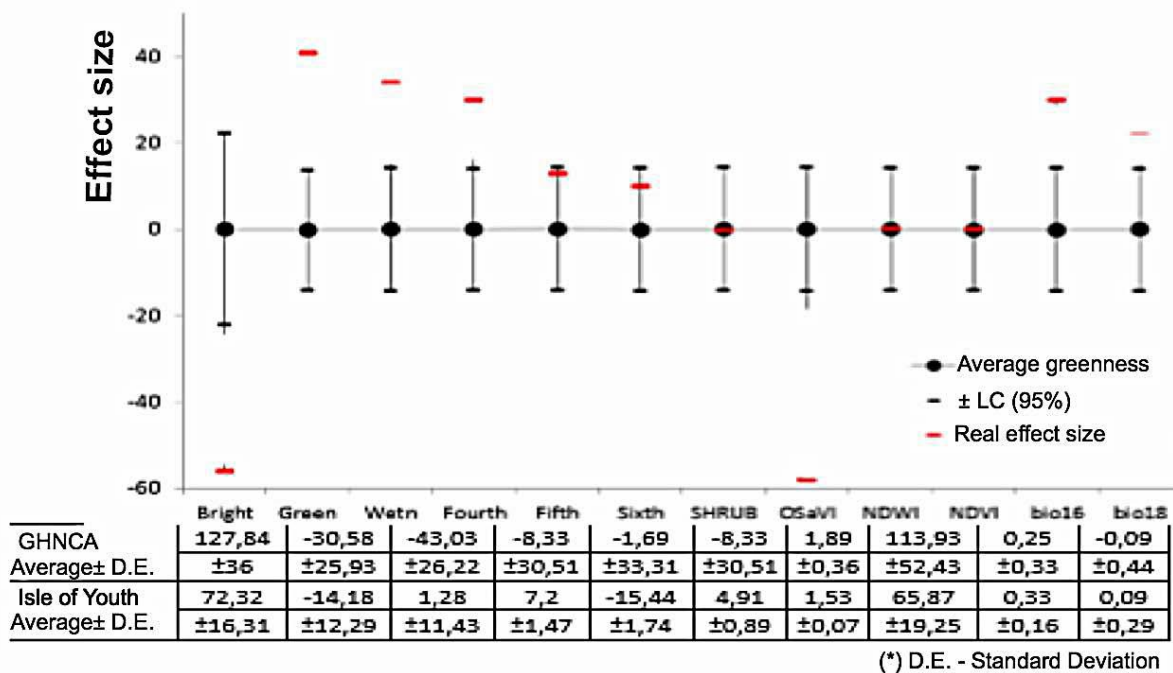


Fig. 7.15. Differences between environmental variables in the potential distribution areas most likely to have *Antigone canadensis nesiotes* on Isla de la Juventud and the Gran Humedal of Ciego de Ávila, Island of Cuba. Size of the actual effect and its relationship with the distribution of possible random differences, under the null statistical hypothesis.

In addition, descriptive statistics are provided. Meaning of codes are in Table 7.1.

7.7 Discussion

Predictive modeling of areas with the potential presence of a species can significantly contribute to focusing conservation efforts in the areas mentioned. In the case of a crane population as restricted as that of *Antigone canadensis nesiotes*, these tools can become important instruments. The potential distribution models presented provide these possibilities. Its ability to discriminate presences and absences, in the case of the model developed for the Gran Humedal of the North of Ciego de Ávila, is probably related to the types of habitat related to cranes; in this case, only meadows and swampy pastures. This implies that the presence data are grouped in certain areas where the characteristics of the habitat are similar and, at the same time, completely different from the rest of the area, so the model is very accurate in determining the presence of this subspecies. In the case of Isla de la Juventud, the situation is not similar, as they describe (Gálvez Aguilera *et al.* 2005). The population present in that site uses more diversity of habitat types (open, semi-closed

savannas, recovering pastures, open and closed pine forests, beaches, etc.), which explains the low sensitivity and specificity of the distribution model for this site.

In the models of the potential niche of *A. c. nesiotēs* obtained for both sites, the variables related to precipitation ("rain in the hottest quarter" and "rain in the wettest quarter") and height of the terrain were very important but, when analyzing the maps that include them, it is detected that this contribution is significant only from a mathematical point of view and is not as significant from a biological point of view. This is explained by the fact that, in the case of these variables, in the studied sites there are only sufficient variations to differentiate marine from terrestrial areas, so from the mathematical point of view, they make a great contribution to the model by separating regions in all models, but, since they do not have significant differences in the extension of terrain, they do not serve to discern potential areas.

The little influence of height on the potential distribution model of *A. c. nesiotēs* was expected at these sites, since these zones are mainly composed of flat areas with low elevations. The most notable elevations, such as the Cordillera de Cunagua in Ciego de Ávila or Turiguanó Island, have forest plant formations or surface characteristics unsuitable for this species. The small variation on land of the variables related to rainfall may be due to the fact that, as Cuba is an elongated tropical island, the climatic conditions do not present abrupt variations, so the climatic conditions are quite homogeneous in the nearby areas and the differences are too small to be detected. In addition, the weather station information used in the climate variables and the models does not have sufficient spatial resolution to model small areas.

The structure of the vegetation was one of the variables with strong biological significance that contributed most to the model in both sites, because cranes are birds that depend a lot on the habitat where they are found, mainly on the physiognomy of the plant formations present in the habitat (Gálvez Aguilera 2002; Ferrer Sánchez 2008). Cranes use different types of habitats for foraging, such as pasturelands, savannas, swamps, and open pine forests, with which they relate mainly during the season in which they raise their chicks (Valentine 1981).

Gálvez Aguilera *et al.* (2005) reported that the population of *A. c. nesiotēs* on Isla de la Juventud during the breeding season is mainly related to open natural savannas, beaches, pine forests, savannas with palm trees and recovering pasturelands. Ferrer Sánchez *et al.* (2010) stated that the population of this subspecies in the Gran Humedal of Ciego de Ávila uses only marshy meadows to build their nests. The vegetation surrounding the site selected by *A. c. nesiotēs*, to build their nest, must protect the cranes from predators and prevent them from being visible to other pairs (Littlefield 2001). In addition, with regard to the populations of *A. c. tabida* and *A. c. rowanii* in the

north-central continent, this dependence on vegetation has been reported, because they spend most of their time during the breeding season in sites with high vegetation typical of grasslands with few plants (Krapu *et al.* 1984; McIvor and Conover 1994). Currently, of the seven species of cranes included in the IUCN endangered species list, the loss and degradation of their habitats is the most important cause of population declines (Archibald 1981a, 1981b; Harris 1994).

In areas with a higher probability of presence of *A. c. nesiotas*, the abundance of water bodies is very important, because, in environments with abundant water, cranes are able to obtain more food, helping them to find the energy they need (Taylor and Smith 2005). Also more likely to be present are marshy meadows, savannas with pines and palm trees, natural siliceous sand savannas, and pine forests on white sand as the predominant plant formations. It has been described for other non-migratory subspecies such as the Florida Sandhill Crane (Williams 1978; Nesbitt and Williams 1990), which uses shallow freshwater wetlands, wet grasslands, and savannas, although it has also been adapted to live in the grasslands, which currently cover part of their territories. These areas are more likely to have *A. c. nesiotas*. The notes obtained for GHNCA and Isla de la Juventud are different. This agrees with what was described by Gálvez Aguilera *et al.* (1999) that the population of this subspecies on Isla de la Juventud lives in a unique ecosystem which is different from the other grasslands found in the Cuban archipelago. In these areas, there are differences (Torres 2010), due, among other reasons, to the invasion of exotic species such as sicklebrush (*Dichrostachys cinerea*) (Gálvez Aguilera 2002; Marrero 2003), which in the period from 2004 to 2010, was intensified by drought. The overgrazing caused by livestock also plays a fundamental role in the fragmentation of the areas used by this subspecies in this site (Gálvez Aguilera 2002). In the case of GHNCA, almost half of the area with the highest probability of the presence of *A. c. nesiotas* is located within El Venero Wildlife Refuge. Since 2004, management actions have been initiated at this site to protect the habitat of this subspecies in this area. Some of these actions are the use of controlled fire to favor appropriate crane foraging habitats in the swampy grasslands and the removal of livestock from breeding and chick rearing sites. Livestock indirectly affected this subspecies during the breeding season, with the natural habitat on Isla de la Juventud becoming more degraded (Torres 2010).

VIII. PROPOSED CONSERVATION MEASURES FOR THE CUBAN SANDHILL CRANE AND SUGGESTED PRIORITIES FOR FUTURE RESEARCH

The status of the subpopulations of Sandhill Cranes in the Cuban archipelago is discussed broadly, as are measures proposed and recently applied for the conservation of the eleven subpopulations considering global climate change, habitat loss, collisions with power lines, hunting, and pesticides, among others. Priorities for future research are suggested.

Xiomara Gálvez Aguilera

VIII. PROPOSED MEASURES FOR THE CONSERVATION OF THE CUBAN SANDHILL CRANE AND SUGGESTED PRIORITIES FOR FUTURE RESEARCH

8.1 Conservation and general state of the population

Introduction

For migratory species, the population of Sandhill Cranes likely exceeds 1.44 million individuals (Caven 2023; Seamans 2024). The three non-migratory populations have a restricted distribution and a much smaller collective population estimate of about 6,240 or so individuals including ~5,400 Florida Sandhill Cranes, 140 Mississippi Sandhill Cranes, and just under 700 Cuban Sandhill Cranes (USFWS 2018; Cox *et al.* 2020; Hereford and Dedrickson 2022; Caven 2023). Jones *et al.* (2005a) and Johnson *et al.* (2005) hypothesize that the reproductive ranges of migratory and non-migratory Sandhill Cranes were almost always contiguous, so it can be assumed that the reductions in the number and distribution of cranes in the last two centuries caused the populations to fragment into discrete ranges.

As of December 2017, according to the data collected, the Cuban Sandhill Crane population likely increased by >141 individuals during a recent fifteen-year period from 2002 to 2017. The estimate is based on the monitoring carried out in only two of the 11 existing subpopulations. The current estimate is **at least 696 cranes** for the country. This figure will probably increase as soon as a new census is carried out in the rest of the subpopulations which exist in the other provinces of the island of Cuba, such as:

In Sancti Spiritus, Noelia Pujol Luna (2012) considered the population size to have increased in at least part of the total area occupied by the species within the Caguanes National Park. Individuals have recently been observed in the provinces of Matanzas (Ciénaga de Zapata) and Camagüey (Meseta de San Felipe). Those populations are under protection, but are not monitored, so the current numbers are not known, either.

Although the Cuban population has increased due to some actions carried out in at least two of its populations and despite the fact that 58.3% of them are in protected areas, the populations are fragmented into small isolated flocks, and with possible genetic isolation most likely for those that live separately on the two largest islands in the Cuban archipelago, the large island of Cuba and Isla de la Juventud.

They are vulnerable to stochastic events such as hurricanes which are progressively increasing in intensity and frequency. Disproportionate fires occur, since controlled fire is not used periodically in the savannas, and there are no other spaces to fly because the reduction of the current spaces caused by invasive plants persists. The hydrological balance has been modified in many of Cuba's wetlands. Salinization of some coastal wetlands has begun. This situation will be aggravated, due to the climate changes expected for low-lying areas on the country's coasts.

It must be said that such conditions generally remain the same as were considered by Meine and Archibald (1996a) to be included in the Endangered Species Act of 1973. At least in Cuba, Gálvez Aguilera (2002), Gálvez Aguilera and Chávez Ramírez (2010) and Gálvez Aguilera and Ferrer Sánchez (2012) considered *Antigone canadensis nesiotis* an endangered subspecies, and today, we confirm this.

8.2 Measures proposed and adopted

8.2.1 Global climate change

Coastal and marine wetlands are declining rapidly. More than 64 percent have disappeared since 1900. In Cuba, 30 percent of protected areas are wetlands (CITMA 2014). These places include a wide variety of habitat types and maintain numerous species of flora and fauna, some of which are rare or endangered.

There are six Ramsar sites in Cuba: 1) Buenavista, located in the central region of Cuba, between the provinces of Villa Clara and Sancti Spíritus and including the protected area of the Caguanes National Park; 2) La Ciénaga de Zapata, a Biosphere Reserve, located in the south of the province of Matanzas; 3) The Gran Humedal of Ciego de Ávila, covering almost its entire maritime area and the wetland of temporarily flooded savannas; 4) Mouth of the Máximo River located in the north of the province of Camagüey and 5) the Cauto Delta, in the south of the Oriental province, and 6) La Ciénaga de Lanier and Sur, located on Isla de la Juventud. Four of the Cuban Sandhill Crane subpopulations are included in the Ramsar sites. Two new proposals for Cuba are currently in process, for the Guanahacabibes Peninsula and the South Wetland of Los Palacios, both in the province of Pinar del Río (CITMA 2014).

The second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change of Cuba, Havana, Republic of Cuba (2015), closed a cycle which began in 2008, ratifying the high priority and international commitment of the Cuban State to the problem of climate change. The results of the research carried out within the framework of the project "Scenarios of danger

and vulnerability of the Cuban coastal zone, associated with the rise of the mean sea level for the years 2050 and 2100" were used. Based on the above, it is possible to state that Cuba's island shelf and the way the adjacent seas relate to the ocean will undergo significant changes, including:

- Significant reduction in the low areas of the island of Cuba, in the group of cays and in the Ciénaga de Zapata, along with the disappearance of numerous cays with elevations less than 0.5 m.
- Increased tidal fluctuations and non-periodic variations in sea level.
- Receding coastlines, reaching a maximum of 7 km.
- Increased speed of ocean currents.
- Increasing the depth of Cuba's island shelf.
- Increased exchange between the ocean and adjacent seas.
- Changes in the spatial distribution of sediments along the coast.

This coastal marine scenario, combined with decreased rainfall, will reinforce the potential freshwater deficit, due to the impact of seawater intrusion on coastal aquifers. Such a situation would lead to a significant reduction in groundwater supply, and in slower coastal aquifers, it could represent the permanent salinity of their reserves. The water resources sector will be one of the most affected, which will have important implications for other resources and sectors.

In the future, the competition between water availability and growing human demand will widen. The loss of biodiversity, mainly in coastal areas, will also have a negative effect. Among the coastal areas predicted with the greatest impacts of this event are five Ramsar Sites and several internationally recognized wetlands for bird conservation (IBA), where populations of 14 endangered species are located on a national and global scale which, due to their limited distribution in Cuban territory, are considered priorities for conservation, according to Raffaele *et al.* (1998), Gálvez Aguilera (2002), Garrido and Kirkconnell (2011), and González *et al.* (2012) in the 5th NATIONAL REPORT TO THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY REPUBLIC OF CUBA 2014. Among these 14 priority species, for the first time, the Cuban Sandhill Crane is included along with others, such as parrots and flamingos, which share habitat with several subpopulations of the Sandhill Crane (Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change of Cuba, Havana 2015).

In the country, a Climate Change Strategy is being developed for the Protected Areas system, which currently allows the introduction of important adaptation and mitigation measures to help tackle climate change, including:

An important group of national sectoral programs, such as: National Forestry Program, Rational Use and Water Saving Program, Soil Improvement and Conservation Program, Desertification and Drought Combating Program (based on Sustainable Land Management), Disease Transmitter Control Program, which includes invasive alien species, among others. In the environmental field, a set of projects with international financing are being developed, including: Bases for local food sustainability – (SDC, UNDP, European Union); Sabana Camagüey Ecosystem (GEF, UNDP); Sustainable Land Management (GEF, UNDP, FAO, UNEP); Prevention, Management and Control of Alien Species (GEF, UNDP); Conservation of Threatened Mountain Ecosystems (GEF, UNDP), to comply with the legal bases that will eliminate or mitigate the harmful effects of change (Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change of Cuba, Havana 2015).

If these general measures are indeed implemented in the near future, cranes and their habitats can also benefit considerably.

8.2.2 Habitat loss

All Sandhill Crane populations and subspecies are vulnerable to habitat loss. In the breeding and foraging areas, changes in agricultural production or the total loss of agricultural land, caused by global climate change, mineral extraction, and urbanization, are potential long-term risks for crane populations (Archibald and Mirande 2010; Krapu *et al.* 2011).

Cuban Sandhill Cranes, both in the breeding and foraging areas, have undergone changes, due to reduction or total loss of habitat caused by agricultural production. In the distribution map of the partially flooded original savannas of the island of Cuba (Table 1.1 Chapter I), it can be seen that the populations of cranes which exist today are isolated within the fragments that remained of these large extensions of savannas occupied today by agricultural crops. The original savannas have been converted mainly into tobacco (29,600 ha), sugar cane (1,720,791 ha) and rice (600,000 ha) plantations in EcuRed (2010), which together with extensive livestock farming are added to other disturbances, such as peat extraction, overgrazing of livestock, and the introduction of fast-growing plants which enclose open spaces. These particular problems for each subpopulation were discussed in Chapter II.

The water policy meant to increase water reserves in the country for different purposes, with comprehensive development plans, including food production, faced the complex dilemma of having to share water resources between society and nature. The construction of large water works (reservoirs, drainage systems, and wells), road infrastructure, and greater exploitation of

aquifers have led to serious changes in the functions of wetlands. Different wetlands are giving way to both exotic and native vegetative species which are displaying invasive behavior associated with inadequate forestry management.

The occurrence of alternating droughts with hurricanes is one of the most worrying problems in all the country's wetlands, not only because of its direct effects on the different components of the ecosystems, but also because of its close relationship with the occurrence of large-magnitude fires in the forest. When fires occur naturally or are properly controlled by humans, they play a positive role in ecosystem healing. However, statistics show that the current fire regimes in Cuba have moved away from acceptable parameters, creating new threats to biodiversity: sudden mortality of the animal population, destruction of natural scenic value, loss of nutrients, alteration of the water cycle and effects on water and air quality, as consequences (Reyes and Volpedo 2013).

The human population that lives near wetlands has socioeconomic factors which lead to a poor use of the potential benefit to the local population and, consequently, encourage practices that are not friendly to the environment. The paradoxical characteristic of being in an area where nature brings together ample natural resources and a population with a low level of material and social well-being creates a favorable framework for the appearance of harmful activities, such as poaching and unsustainable fishing, illegal logging of forests, and fires which, together with other impacts, contribute to the degradation of the surrounding habitat (Reyes and Volpedo 2013).

8.2.3 Measures proposed and taken for each province

Pinar del Río (Tres Canas) was proposed in 2002: The extraction of cattle and pigs for extensive breeding. The request was fulfilled in the 2000s, but today, the status of this group of cranes is unknown, because this species is not being monitored.

Isla de la Juventud: Expand the current limits of the Los Indios protected area by 670 hectares; perform manual cleaning of specific areas that have been closed by the invasion of marabou or sicklebush (*Dichrostachys cinerea*); restrict the transfer and management of livestock during the breeding season, as well as apply the prescribed use of fire and request the electricity company to signal the high-voltage cable between the Pueblo La Victoria and the Hotel Colony, which crosses two nesting areas of the cranes on the savanna of Sigüanea, were the measures proposed in 2002. The extraction of sicklebush began in 2005, but due to economic problems the activity stopped for many years, and it was not until 2016 that this activity was moderately resumed. The cattle that entered the reserve were confined, the use of fire was not authorized by the forestry law, nor were the new limits of the reserve officially approved, although the proposed area of 670 hectares

remains protected locally. The signage of the high voltage line was discarded in 1996, due to lack of economic resources. The populations continue to be guarded and monitored, and it is known that their number has increased.

Sancti Spiritus: Extraction of sicklebush and water buffalo (*Bubalus bubalis*), as well as the confirmation of the nesting site of cranes, were the measures proposed in the 1990s, and some of them have been carried out. The sicklebush has been reduced, but is still present on a moderate scale in the area. The buffalo were not removed, and the nesting site within the Ciénaga las Guayaberas, known as Cayo Bomba, was found and verified, but there was no monitoring of the nests after that date. Cranes are being monitored only in the foraging area. The Ciénaga de las Guayaberas was included in the Caguanes National Park, declared a Ramsar site. Noelia Pujol Luna (2012) proposed that the plan of measures be reformulated and supervised by the Caguanes National Park by intensifying the elimination of invasive plants, extracting livestock, placing traps for feral cats and dogs, and making a selective plan for catfish. To date, this proposal has not been carried out, either.

Ciego de Ávila: In the 1990s, El Venero was proposed as a Protected Area at the provincial level (later, it was included in the national network, thanks to the work with the cranes), a biological micro-station was built, and population monitoring and site protection began in 1994 with the support of the International Crane Foundation. It was also proposed, in the Directorate of Flora and Fauna of that province, to extract the marabou or sicklebush (*Dichrostachys cinerea*), the casuarina (*Casuarina equisetifolia*), the water buffalo (*Bubalus bubalis*), as well as to suspend the legal hunting of birds in a hunting reserve which lies in places neighboring the area where the cranes forage, within the wetland itself. There was also a suggestion to reach agreements with the Ciego de Ávila Hydraulic Services Company (EAH CA), to regulate the excessive dumping of water into the artificial channels that lead to the large wetland (Gálvez Aguilera 2002). Buffalo were mostly taken out of El Venero in 2002-2003; the favorable change in the dumping of the channels occurred until 2002, with the closure and disappearance of the sugar mills. Casuarina and sicklebush continue to enclose pasturelands and wetlands. However, measures such as the protection of the area since 1994; educational campaigns supported by the International Crane Foundation in communities near the wetland; the plan for population monitoring and management activities, such as: the use of a controlled and systematized fire regime; the extraction of livestock (buffalo) from the nesting area, as well as the gradual recovery of the hydrological regime of the wetland, have allowed the population of this area to increase 2.2 times more than on Isla de la Juventud in the last 14 years.

Ciénaga de Zapata: It was proposed to the Directors of the Ciénaga de Zapata Park to eliminate the broad-leaved paperbark (*Malaleuca quinquenervia*) before starting the use of fire management

in the savanna of San Lázaro. Manufacture of corrals for intensive livestock management (*Bos taurus*), a sterilization campaign for dogs in the community of Santo Tomás (they are frequently abandoned and become feral), and a negotiation was initiated with the electricity company to mark the two sections of high-voltage cables that divide the foraging area of the cranes, which did not happen. The measures recommended have not been implemented so far. However, in general measures which promise to be taken for the country, Zapata was included for actions included in the proposals (CITMA 2014) and there is interest on the part of some biologists to start monitoring the population again.

Camagüey, Meseta de San Felipe: The proposal was submitted to the Council of Ministers in the 1990s, to be declared a floral reserve, which would help conserve this area and the cranes, but it is still in the process of approval, which is difficult, because the area constitutes an important nickel reserve with the possibility of being exploited in the future and endangering the cranes.

8.2.4 General measures

In the National Report, which complies with the provisions of the Convention on Biological Diversity, Resolution 65/161 of the United Nations General Assembly for the period 2011-2020, in the implementation of the Strategic Plan for Biological Diversity, among many important actions, Cuba considers:

The list of invasive plant species present in the Ciénaga de Zapata was supplemented and updated. We identified eight invasive plant species with high incidence and aggressiveness in the territory's ecosystems: *Melaleuca quinquenerva* (the broad-leaved paperbark), *Dichrostachys cinerea* (sicklebush), *Acacia farnesiana* (sweet acacia), *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Mimosa pigra* (giant sensitive tree), *Myriophyllum pinnatum* (cutleaf water-milfoil), (cut-leaf orchid) and *Oetaceocla maculada*; as well as the plant communities that are receiving the highest incidence of them, as an important tool to support conservation-targeting management.

In 2011, the implementation of a GEF/UNDP Project began, whose objective is to improve the prevention, control, and management of invasive alien species in vulnerable ecosystems in Cuba. This project covers the entire national territory, has seven intervention areas and about 50 work sites planned, including the Zapata Swamp, the white sand savannas on Isla de la Juventud, Ciego de Ávila, and Sancti Spiritus (northern wetlands).

The country report includes cranes and their habitat as a priority among 14 bird species for wetlands of national importance. Considering that the Sandhill Crane shares habitats in most sites with other species on the list, such as the Cuban parrot and flamingo, this measure will reinforce

attention at the national level, with actions to mitigate the effects reported for most species in areas where there are subpopulations of cranes and their protection is imperative. Still, these projects have been cut short, and not yet carried out.

8.2.5 Collisions with power lines

For decades, mortality of Sandhill Cranes as a result of collisions with high-voltage transmission lines has been documented. Ten *A. c. canadensis* individuals died near a line south of the North Platte River in Nebraska, in 1945 (Walkinshaw 1956); 22 *A. c. tabida* in the Central Valley of California in the mid-1980s (Schlorff 2005), and 52 near Mound Lake in 1978 (Tacha *et al.* 1979). More recent studies suggest that collisions are much more common than previously indicated by below powerline carcass searches as many birds are initially injured in the collision but still able to move away from the site (Murphy *et al.* 2016).

Overall, mortality resulting from collisions with power lines was associated with inclement weather (e.g., high winds, fog, dust storms, blizzards), but collisions can also occur at night if resting sites are disturbed by predators, or unnaturally by waterfowl hunters arriving near resting sites in the pre-dawn hours (Daniel Gerber 2015). Orange aviation balls were placed on problematic lines at the National Wildlife Refuges in Oregon and California, where *A. c. tabida* lives. In Nebraska, yellow aviation balls reduced collisions by 54% (Morkill and Anderson 1991). Recent research demonstrates that ultraviolet avian collision avoidance systems can actually reduce collisions by >88% (Baasch *et al.* 2022).

Mitigation measures to reduce collisions with power lines in the United States include:

Habitat management to reduce bird flights through power line corridors; human disturbance management to reduce escape flights through power line corridors; placing lines near tall trees or landscape features to encourage birds to fly over the lines; and increasing visibility of power lines with different types of power line markers (Brown and Drewien 1995; Baasch *et al.* 2022).

Collisions with transmission lines are a major cause of death especially in small populations; in the case of *A. c. nesiotas*, it is aggravated by the difficulty of finding bird carcasses when conducting systematic searches in large areas surrounding the fatal transmission line, and by the possibility that injured birds continue to fly a certain distance after hitting the cables, dying far from the collision area. The number of deaths due to this reason is probably underestimated in Cuba.

Sandhill Cranes in Cuba are usually found in places far removed from urban development and power lines, with the exception of Isla de la Juventud and Ciénaga de Zapata.

Outside the Los Indios Protected Area and Isla de la Juventud, there are foraging and resting areas for cranes and some nests as well; a road bordered by power lines which supply electricity to the Hotel Colony divides this extension. Two collisions were reported, one in 1990 and one in 2001. This situation was analyzed with the electricity company of Isla de la Juventud, and marking with orange spheres was proposed, which, due to economic problems, has not yet been accomplished. It was also suggested during the environmental education festival in Ciénaga de Zapata in the late nineties, but, for the same reason, it was never put into practice.

8.2.6 Hunting

Concerned about the possible extinction of Sandhill Cranes in the early 20th century, the United States and Canada established a general closure of hunting in 1916 under the Migratory Bird Treaty Act. After 44 years (1916 to 1959) without legal hunting seasons, hunting resumed in 1959 in Saskatchewan (Drewien *et al.* 1975). All migratory populations are currently subject to hunting, with specific rules and regulations for each population. Migratory secondary species are now hunted in two Canadian provinces (Saskatchewan and Manitoba), 14 U.S. states, and Mexico.

In the case of non-migratory populations, neither the Florida population nor the Mississippi population is legally hunted.

The Cuban Sandhill Crane population is legally protected as well.

According to Fernandez Montaner (1968) and Garcia Montana (1987) in Daniel Gerber (2015), people hunt them for food. While it is true that in the past, cranes were consumed in several provinces of the country, this situation has changed since the mid-1990s, due to the advertising campaigns which have been carried out in favor of cranes and the surveillance systems implemented by different agencies which manage the areas where they live. Today, this occurs only in isolated situations such as poaching, which has not yet been completely eradicated.

Another present effect associated with hunting is the proximity of some subpopulations of cranes close to legal hunting grounds—regulated for managed birds—creating disturbances and possibly a potential threat of death by accident, although we do not know of any cases.

8.2.7 Consumption of metals and other objects

An *A. c. tabida* individual killed by avian cholera at Monte Vista National Wildlife Refuge, Colorado, in March 1984, was also suffering from lead poisoning. Lead poisoning was diagnosed for a dying *A. c. canadensis* individual found near Grand Island, Nebraska, in April 1984. Caven and Wiese (2025)

documented acute lead poisoning in seven Sandhill Cranes in Nebraska that accessed remnant lead shot that was exposed by a wetland restoration during spring migration.

For Cuba there has been no reports of this, but it is not common to find crane carcasses in protected areas, because only authorized personnel have access and there is no intensive and systematic monitoring of all subpopulations.

However, the likelihood of lead ingestion may be high in populations near hunting areas. The frequency of tropical storms and hurricanes in the country causes the bottom of wetlands to become turbulent and brings ammunition to the surface. Rains associated with storms overflow wetlands. In the Yucatan, Schmitz *et al.* (1990) investigated 100 corpses of flamingos which had perished from lead poisoning, found in wetlands and aquatic grasses in Celestun after Hurricane Gilbert in 1988. Presumably, the cranes in Cuba may accidentally consume lead after floods and frequent hurricanes that strike the country.

Cranes have been found in Florida with a variety of foreign objects in their gizzards, such as:

A plastic wad of a shotgun cartridge, a toy tractor wheel, the core of a golf ball, a rubber gasket, a rubber ball, and most commonly, pieces of plastic mulch used in long rows of vegetable crops to conserve moisture and reduce weed growth (Folk *et al.* 2001).

The threat exists for some Cuban subpopulations, although it has not been documented, for example, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, and Ciénaga de Zapata, which have nearby human settlements and towns, it is possible to find remains of garbage, plastics, and metals on the edge of the wetland, which are dispersed during frequent storms and torrential rains.

8.2.8 Pesticides

Daniel Gerber (2015) cites Lewis (1974) who reported that cranes collected in South Texas had high residues of heptachlor epoxide, perhaps accumulated in areas treated for ant control. High levels of heptachlor epoxide were also found in manure soils for growing vegetables; Mullins *et al.* (1979) reported *A. c. tabida* eggs collected at Malheur National Wildlife Refuge, in Oregon, and Bear Lake and Grays Lake National Wildlife Refuge, in Idaho, all contained lead, mercury, and DDE. DDT was present in the 35 eggs that were evaluated, except one from Grays Lake and three from Bear Lake. Another pesticide which occurs less frequently is benzene hexachloride (BHC). Pesticide management has not been described specifically for Sandhill Cranes. Presumably, measures designed to protect ecological systems in general will be sufficient to protect cranes in the US (Daniel Gerber 2015).

In Cuba, no studies have been carried out in this regard, but sugarcane, rice, and tobacco crops which occupy large areas of land involve the use of pesticides which affect wetlands and savannas near the habitat of cranes in many subpopulations.

Reyes and Volpedo (2013) provide an overview of the preliminary results of the project, "Integrated Environmental Assessment of Priority Cuban Wetlands: Current and Potential Threats," within the framework of the program, "Restoration of Degraded Ecosystems".

8.2.9 Pressures

The regulation of the cycles and biophysical processes of the wetland has been affected, due to the collection of surface and groundwater for agricultural, industrial, and urban use and the anthropogenic contribution of large amounts of agrochemicals from the areas of agricultural, industrial, and domestic use.

However, the Ramsar National Report for COP12 (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente 2015) states: "For integrated watershed management, 11 work programs are being implemented in the main wetlands of the country. These programs allow planning, executing, and controlling the actions carried out in the river basins, with the purpose of increasing the integral management of water resources, allocating investments to reduce pollution, minimizing erosion, and expanding environmental education and culture".

This is under the supervision of the national program for the conservation of biodiversity and, presumably, the measures designed to protect the ecological control systems established for the country in general would be sufficient to protect the Cuban Sandhill Crane, if indeed applied.

8.2.10 Stress

Corticosterone is the major adrenal steroid in the blood plasma of avian species. Corticosterone is often used as an indicator of stress in birds and is suspected of affecting their overall health (Hadley 1996). *A. c. canadensis* of the central continental population wintering in Mexico have higher levels of corticosterone when occupying small, ephemeral wetlands compared to cranes occupying larger, permanent bodies of water (Barcelo Llanes 2012).

On both the island of Cuba and Isla de la Juventud, subpopulations of cranes which inhabit large wetlands, such as those found in small spaces, suffer frequent human alterations, both in their foraging and nesting areas (see Chapter II). This factor should be the subject of future studies to corroborate the level of stress.

8.3 Priorities for future research

Perhaps the most important avenue for future research on the Sandhill Crane species is the continued application of modern genetic tools (e.g., Phymer *et al.* 2001; Petersen *et al.* 2001; Glenn *et al.* 2002; Petersen *et al.* 2003; Jones *et al.* 2005a, 2005b, 2005c; Henkel 2009), to answer questions about the relationship between populations and subspecies (Daniel Gerber 2015).

For *Antigone canadensis nesiotis*, there is an information gap related to the size of the populations located between 1995-2002, which increases until 2017. The trend and conservation status of Cuban Sandhill Cranes may not be fully known until we can determine whether the numbers increase or decrease over time (Gálvez Aguilera and Chávez Ramírez 2010). Although several studies have been carried out on the ecology of the species, they are still not enough.

8.3.1 Habitat and population size, for the Cuban Sandhill Crane

Management measures should act as an adaptive process which balances risks and benefits and adjusts management prescriptions, according to the advancement in specific scientific knowledge of small populations that are trying to resettle within their original distribution range (Dietzman and Swengel 1994).

For the critically endangered Cuban Sandhill Crane, the available habitat was reduced and fragmented, making the subpopulations small and divided. Mitigation measures to conserve and improve the remains of natural savannas on which they depend will be particularly important in the creation of short-, medium- and long-term conservation actions as management strategies.

8.3.2 Information to locate other possible populations of cranes in the Cuban archipelago

In Chapter II, the existing pressures on cranes and habitats of each subpopulation were discussed. Available information on the current size of the subpopulations is incomplete, except in the four populations where counting was performed prior to 2002. In the last decade, the census has been updated in only two of these four populations.

Knowledge of the real size of the population of *A. c. nesiotis* in the country is necessary to be able to predict the subpopulations which face the greatest risks in the short and medium term and establish actions for their permanence and recovery.

All localities where small populations of cranes were detected in the 1990s should be reviewed and it should be corroborated that they are under protection. If not, the provincial environmental

authorities must be notified for inclusion, under Decree Law No. 300, of 20 September 2012, (Resolution 122/2010, of the Ministry of Science, Technology and Environment). This decree establishes in the 2009-2013 Strategic Plan of the National System of Protected Areas, to identify all the natural spaces of the national territory (with interest for *in situ* conservation) and that recognizes a certain level of legal approval until they are declared protected areas. This assessment is a priority.

Given the situation in the distribution and population status of *Antigone canadensis nesiotis*, we will list by province, the localities in which there were small flocks of the species, and others where there may be a probability of finding them according to the system of surveys and reviews applied in the 2000s:

Pinar del Río, in the north: confirm in the municipality of Mantua (popular council of Macurije), in the farms Tres Canas and Las Menudas, the current situation of the remains of crane populations found before 2002.

It would be advisable to also review the coastal wetland remains between Arroyo de Mantua, the coastal area of the municipality of Matahambre to the coastal part across from the municipality of Viñales (including Cayo Jutias). There are unconfirmed reports of interviews conducted by Gálvez Aguilera and José Rivera in the 1990s.

In the southern part of this province, in the municipality of Los Palacios, they corroborate the report by Rodríguez Gomez and Alonso (1999) for San Diego de Los Baños.

In the north of Matanzas - Ciénaga de Majaguillar: There was a confirmed presence of cranes at the end of the nineties, but it is necessary to know the current state of this population.

In the south of Matanzas: Check the fragments of wetlands in the Aguada de Pasajeros Municipality, with small spaces in the sugarcane and rice crops, where perhaps the cranes of the Ciénaga de Zapata can forage due to their proximity. Examine Cayo Diego Pérez and confirm—or refute—Barbour's account (1943).

Sancti Spiritus Sur: Check the municipality of La Sierpe, the coastal wetlands in the popular councils - Las Nuevas and Hato del Jibaro, near the cattle ranches where the cowboys who were interviewed reported seeing cranes near the rice crops. We visited three dairies and did not see them, but we never checked along the coastal wetland where the rice fields themselves are located.

Southern Ciego de Ávila: There is a historical record in Júcaro, in the south of this province. In November 1994, we were able to corroborate it and saw six cranes in pasturelands adjacent to the

road, which connects the city of Venezuela with the town of Júcaro. The coastal wetland south of Júcaro and its partially flooded savannas extend to the province of Camagüey, and this area should be visited to find the nesting area and estimate the size of the population.

Camagüey Sur: In 2001, while we were reviewing the prospecting reports, for the San Felipe Plateau and Cayo Romano, we visited the part of the coasts of the wetlands of this province, adjacent to the south of Júcaro. Very close to the first fort, where the historic Júcaro-Morón trail begins, according to respondents, they see cranes from time to time. Due to damage caused by a tropical storm, we were not able to enter to verify it.

Camagüey Norte: The other site which should be reviewed would be Cayo Romano. Three respondents reported that cranes were found in the hard-to-reach natural savannas which existed in the center of the cay. One respondent said he saw 16 cranes near the place where wild horses run. This needs to be verified, but financial resources will be needed to prepare for a difficult dog tooth crossing and to spend the night in adverse conditions with an extreme mosquito infestation.

Province of Granma: We consider the probability of the existence of cranes to be extremely low, or practically nil, in the Biramas Swamp, as explained in Chapter II. Meanwhile, in the municipality of Yara, in this same province of Granma, there is a new report from 2016 to be confirmed.

Only two populations of these four continue to be systematically monitored. In both protected areas, management measures have been carried out by some people who made up the technical team since the beginning of the project, and positive results have been obtained.

Isla de la Juventud, systematic monitoring has been maintained from the Los Indios Protected Area. The results of the last 10 years are shown in (Table 8.1), according to the annual monitoring carried out by Fidel Quiala and José Osorio (personal communication). The number has increased from 115 individuals, according to the 1998 census, to 189 individuals in 2017, for an increase of at least 74 more cranes, over the course of 19 years. Due to lack of transportation and resources, this census is carried out only within the protected area and in part of the Itabo-Siguanea-Los Indios basin. Some cranes also eventually move to the towns of La Fe and La Demajagua. Therefore, this figure may be slightly underestimated.

Year	No. nests	No. eggs	No. chicks	Juveniles	Adults	TOTAL
2006	16	24	16			
2007	14	22	14			
2008	19	27	20			
2009	15	26	19			
2010	22	29	24			
2001	21	36	19	30	142	172
2012	26	40	27	38	151	189
2013	26	45	33	43	161	204
2014	20	34	27	38	160	198
2015	18	31	24	28	170	198
2016	19	34	29	43	146	189

Table 8.1. Monitoring of *Antigone canadensis nesiotas* between (2006-2016) in the Los Indios protected area, Isla de la Juventud.

In Ciego de Ávila, two simultaneous population counts were conducted in 1997 and 2002. Cranes were more concentrated in 2002, but the total population estimate was virtually identical (102 and 101 individuals, respectively) indicating that the population remained stable during the five-year interval (Gálvez Aguilera 2002). Other simultaneous counts were conducted in 2008, 2009, and 2010. Ferrer Sánchez *et al.* (2016) estimated a figure of 168 individuals for 2010. The result indicates a population growth in eight years (2002-2010) of 67 cranes, which is explained by the measures adopted and the recovery of the hydrological balance of the wetland in the last decade. This population was systematically followed up on until 2015. It is necessary to resume this monitoring in the second most important subpopulation of the country as soon as possible.

In Sancti Spiritus, the population lives in the Caguanes National Park. According to the monitoring carried out by Jobo Rosado, the Protected Area (ENPFF), only in the foraging area, increased from 12 individuals in 1994 to 44 individuals in 2012 (Pujol Luna 2012), which suggests that the total population may have grown. However, monthly monitoring should be extended to Cayo Bomba (nesting area) because, at least in Ciego de Ávila and Isla de la Juventud, cranes can also forage in these breeding areas. However, the nests have not been located nor the number documented, and this is very important. We also recommend using the same field form format used on Isla de la Juventud and Ciego de Ávila to document the number of chicks, juveniles, and adults observed at each monthly monitoring.

Ciénaga de Zapata National Park. In this area, cranes are present, as demonstrated by observations reported by tour guides and birdwatchers, which are shown in Table 2.1 of Chapter II. In all likelihood, with the general measures being taken in all the important wetlands of the country, the habitat of this species in this locale will be improved. However, since the census and environmental education campaign in 1999, the population has not been monitored. It would be important to locate and document the nests and follow the flocks monthly as in the other populations, but this is unlikely to be achieved at present. Due to its great natural and aesthetic value, this park is frequently visited by ecotourists, and the biologists who work there play the role of specialized guides. These functions make it difficult for them to work in the field, and to monitor the cranes. They have at least been encouraged to organize a new count to compare the population size after 20 years, and they were expected to do so in 2021.

We thank the biologist Ernesto Reyes, a bird guide in Cuba, for having provided us with the crane records for this locale from recent years, and for sending us a photo of a pair of cranes in 2018. In addition, in March 2019, nature photographer and bird guide Aíslan Ibrahim Castellón sent us a photo of a crane in the Sabana de Santo Tomas, in the Ciénaga de Zapata, and the photograph of a nest with two eggs was published by Silverio Machado on 25 May 2019.

8.4 General ecology

The lack of knowledge of the status and size of the different subpopulations, together with the fact that each subpopulation and its habitat suffer particular pressures, makes it difficult to plan a national conservation strategy. However, direct actions can be taken in the short term to improve the populations known today, to ensure their survival, such as expanding or improving the nesting habitat, implementing prescribed fire programs, and eliminating and managing invasive woody plants. Limiting the expansion of agricultural and tree plantations in protected areas where cranes are present could also help expand or improve nesting habitats. Controlling potential domestic and introduced predators is another action which could be taken in areas where predators pose a problem.

To carry out a process of updating the population size of *A. c. nesiotas*, the data currently available in the country must be integrated again, under a National Program for this species. Today, the information collected has been acquired directly from various specialists and technicians throughout the country.

In Cuba, there is an administrative structure in the protected areas of both the Enterprise of Flora and Fauna and the Ministry of the Environment and a close collaboration with the country's

universities, primarily the University of Havana. In addition, there is a need for a large force of young biologists with knowledge and interest in carrying out the necessary actions and studies that we have proposed, but the subpopulations of *A. c. nesiotas* in the Cuban archipelago are mainly found in places which are very difficult to access. This means having adequate vehicles, instruments, clothing, and supplies for expeditions and fieldwork.

In the 1990s, the national program relied on government funding for field technician salaries and support from the International Crane Foundation to support expeditions, vehicles, and equipment for field technicians. At present, it would be necessary to design a financing request proposal, capable of covering these requirements and adding them to the budgets of the relevant Cuban institutions.

We hope that this information collected on *A. c. nesiotas* can serve as a basis for raising state and international funds to implement actions and as a guide to continue and expand the studies necessary to conserve this critically endangered subspecies.

8.5 Suggested priorities for future research

- An important gap for the Cuban population includes estimates of the current size of the total population in the country (with the exception of the Isla de la Juventud and Ciego de Ávila), because there is no accurate data past 2002.
- The updated estimate of at least 696 cranes for the country does not include possible populations that must be located and confirmed at least at the sites indicated in Section 8.3.2.
- The subpopulations that have a tendency to disappear in the short, medium, and long term have not been and must be defined.
- Studies on reproductive ecology, habitat use, and behavioral patterns have been conducted on only two subpopulations; there is no information on the remainder.

Given the dissimilar habitat characteristics utilized by the subpopulations on the Isle of Youth and in the rest of Cuba, the results of the ecological studies conducted by Ferrer Sánchez et al. (2017a) may be effectively applied to other populations within the country—such as those in the Ciénaga de Zapata and northern Sancti Spíritus—where cranes inhabit similar wetlands, population sizes are comparable, and management falls under the same authority (ENPFF).

No age structure studies have been conducted in any of the populations, which is of great importance.

Behavioral studies have only been studied in Ciego de Ávila. Similar studies should be carried out in Isla de la Juventud, Ciénaga de Zapata and Sancti Spíritus, to learn more about this aspect of the three most numerous populations.

More specific studies on behavioral ecology are needed, such as the variation in the size of flocks over time: What are the costs and benefits for an animal which lives in a group in the different populations? How do ecological factors influence them? Many case studies in Krause and Ruxton (2002), as well as survival of non-breeding or cranes during non-breeding seasons, as in Dwyer *et al.* (2012), which would help answer many questions.

To better understand population dynamics—structure, range, and the possible exchange of specimens at least between nearby populations—it is essential to mark a percentage of individuals in different subpopulations and systematically track and later read these bands in all areas. The ideal method would be to place radio or cellular transmitters; this was already used on Isla de la Juventud. As a result of the above, there are several technicians and biologists with experience in the successful capture and marking of cranes; however, it is an expensive method. Eleven cranes were marked with color-coded bands, in the Los Indios Reserve (seven adults, three sub-adults, and one immature). Seven of them continue to be seen in the Protected Area to date, although the colors have faded, and it is difficult to distinguish them for this reason (Fidel Quiala and José Osorio, personal communication). Five cranes (four adult and one juvenile) were marked in Ciego de Ávila between 2005 and 2006. The one marked with yellow bands nests about 300 meters from the No 1 Observation Tower, every year. The crane identified with blue bands nested in front of Tower 3, between Cayo Chichín and Cayo la Rosa, also until 2015, when the monitoring was carried out. The juvenile with red and white bands was watched for two years afterwards, then he was not seen again (Idael Ruiz, personal communication).

We suggest placing plastic bands (good quality, yellow with four-digit alphanumeric code, in black) which can be read with a remote optical instrument. An example of the effectiveness of this method has been tested in the flamingo population of Yucatan, Mexico. Although it is a migratory species, individuals marked in the Yucatan have been detected in other countries, 14 of them in Cuba. With the sightings obtained, it was possible to prove the exchange of this metapopulation (Gálvez Aguilera *et al.* 2016).

It is recommended to extend the modeling studies and the comparative analysis of niche conservation to other populations of the island of Cuba, to verify if the differentiation detected on Isla de la Juventud and in Ciego de Ávila is also present in some way in the rest of the subpopulations.

It would be very necessary for the results of spatial modeling to be used to increase the accuracy of management plans for protected areas and for those areas to be included.

It is also necessary to include new variables in the logistical regression model, which can be predictors of the presence of cranes, especially in those areas which are difficult to access.

It would be very important to carry out the analysis of the size of natural habitats in wetlands and pasturelands, which, due to the invasion of exotic species, land use change, sea level rise, or other factors, have disappeared in recent decades in all areas where cranes live.

In 2001, a study on the DNA of the cranes of Isla de la Juventud was carried out by Jones *et al.* (2005a). The data showed that Cuban Sandhill Cranes are genetically more similar to the Sandhill Crane population within the Eastern Flyway. The University of Havana has experience in these types of studies (using bird feathers) to confirm or refute the isolation of Cuban subpopulations. Frias-Soler *et al.* (2014) showed that flamingos from Cuba and those from the Galapagos Islands did not share alleles, despite both being *Phoenicopterus ruber*; the Galapagos population does not migrate, and is genetically isolated.

It is necessary to know how isolated the subpopulation of Isla de la Juventud is from the rest of Cuba. We will not know until we conduct new genetic studies. It would be desirable to prioritize the comparison between subpopulations such as Ciénaga de Zapata and Isla de la Juventud or as Sancti Spiritus and Norte de Ciego de Ávila (relatively close).

In the long term, and once a comprehensive database on wild populations exists, captive breeding could be considered. It would be useful to provide supplemental feeding for the small populations mentioned above. The method has been successful in other species of cranes in the United States. Its limitation, due to the pressure on habitat or on the species, has been previously controlled by the application of *in situ* measures.

Acknowledgements

I wish to express my deepest gratitude to **Dr. George Archibald** who has been my inspiration and mentor throughout this work. His wisdom, generosity, and unwavering trust guided every step of this journey and made its completion possible. Through the **International Crane Foundation** organization he founded, I received invaluable academic and financial support which allowed me to achieve goals that once seemed beyond my reach. More than a mentor and colleague, he is a beloved member of my extended family, someone whose presence and example will continue to inspire me always.

I wish to express my deepest gratitude to my family, especially to my son **Michel Magraner**, for his love and support while I pursued my dreams. For many years, he endured my long absences in the field with patience and understanding—a sacrifice far greater than any family should have to bear. There are no words sufficient to express my appreciation for his unconditional love.

Many people and institutions made this effort possible—to find, study, and protect the small populations of *Antigone canadensis nesiotis* that still survive in the Cuban archipelago.

My heartfelt thanks go to **Dr. Vicente Berovides Álvarez**, a dear colleague and lifelong friend, for his contributions to fieldwork, for sharing his insights, and for assisting in the review of the first versions of this manuscript. I also extend my gratitude to **Dr. Felipe Chávez Ramírez**, the project coordinator representing the **International Crane Foundation (ICF)**, for his support in managing resources, acquiring equipment and materials, and securing additional funding through the **Earthwatch Institute** teams.

I am also deeply thankful to **Dr. Dennis Denis Ávila**, who continued the work on cranes in Cuba, mentoring students conducting theses on the species and supporting the project's technical team.

My thanks extend as well to my “second family” — the group of specialists and field technicians who accompanied me throughout this journey — and to the current team at the ICF, especially **Andrew Caven, Sara Gomez-Maier**, and others, for their thoughtful review and contributions. I would like to extend a special thank you to **Steve Herrick** for his exceptional translation assistance. Thank you all for your steadfast support, trust, and friendship over the years.

I would also like to acknowledge the many individuals who contributed their time and effort during different stages of the project, including **Felipe Chávez Ramírez, Miguel Magraner Fernández, José Rivera Rosales, Fidel Quiala Góngora, José Osorio, Leandro Torrella, Duniel Marrero, Vladimir P. Fleites, José R. Rodríguez, Daniel Reit, Jorge Jerez, Arnar Pérez, Pavel Martínez**

Arredondo, Loreley Pantoja, Korie M. Klink, Yarelys Ferrer Sánchez, Idael Ruiz, Raúl Iguanzo, Odey Martínez, Noelia Pujol Luna, and Frank Moreira.

My sincere thanks also go to **Fernanda Linage**, for her invaluable help in adapting images, and to **Claudia Mas**, for her unwavering and generous support.

Institutional gratitude is extended to the **National Enterprise for the Protection of Flora and Fauna**, the **territorial delegations of the Ministry of Agriculture of Cuba**, the provincial delegations of the **Ministry of Science, Technology and Environment (CITMA)**, and the **National Forest Rangers Corps of Cuba**, for their cooperation and assistance.

Finally, I wish to express my deepest appreciation to the **International Crane Foundation**, whose financial and human support made this project possible. My heartfelt thanks to all its staff—past and present—for their kindness, hospitality, encouragement, and faith. Without them, this dream could never have come true. I will be forever grateful.

Prefacio

Cuba no es la excepción entre los países que han perdido parte de su biodiversidad y recursos naturales debido a procesos socioeconómicos antiguos y recientes que han dejado huellas de deterioro en el territorio nacional y particularmente en las sábanas donde vive la Grulla Cubana, especie no migratoria y con graves problemas de conservación en sus pequeñas y fragmentadas poblaciones.

Este libro recoge la investigación realizada a través de estudios de tesis de pregrado y posgrado de diferentes autores y también contiene una recopilación de la bibliografía publicada de todos los autores que han trabajado con la especie hasta 2017 en todo el país.

Realizamos la primera encuesta a nivel nacional entre 1994 y 2002 para examinar la distribución, abundancia y estado de conservación de las poblaciones de la grulla gris (*Antigone canadensis nesiotés*) en toda Cuba. Se llevaron a cabo estudios terrestres o aéreos, o ambos, en todas las áreas previamente identificadas y ubicaciones potenciales informadas en la literatura. Definimos la distribución actual como 11 localidades confirmadas y separadas en seis provincias y hasta 2017 se contabilizó un total de al menos 696 ejemplares para el país. Dos poblaciones de las reportadas en la literatura no estaban presentes y se descubrieron dos localidades no reportadas previamente. No se pudo evaluar el número real de grullas en tres ubicaciones debido a su complejidad para llegar al sitio. Hoy en día solo cuatro áreas, como Isla de la Juventud, Matanzas, Ciego de Ávila y Sancti Spíritus soportan más de 70 grullas cada una, las ubicaciones restantes tienen menos de 25 individuos. Las amenazas generales identificadas para las poblaciones incluyen la modificación del hábitat como los impactos en el régimen hidrológico de humedales, invasión de plantas leñosas, expansión agrícola y mal uso del fuego, contaminación por metales, efectos ya evidentes provocados por el cambio climático que agravan lo anterior y la presencia de algunos depredadores como los jabalíes (*Sus scrofa*), los perros (*Canis lupus familiaris*), cocodrilos (*Crocodylus acutus* y *Caiman sclerops*) los halcones de cola roja (*Buteo jamaicensis*) y la persistencia de la caza furtiva, aún presente en algunas zonas.

Los estudios realizados definieron:

El tamaño y distribución de la población; aspectos de la biología de *Antigone canadensis nesiotés*; problemas de conservación en cada una de las once poblaciones; estado y conservación de las cuatro poblaciones de especial interés para las grullas; y la metodología y éxito del programa de

educación ambiental enfocado fundamentalmente en los niños y el intercambio con escolares en América del Norte. En base a toda esta investigación, se brinda información para retomar la búsqueda y confirmación con el fin de actualizar el estado de las pequeñas poblaciones. También se sugieren temas para abrir nuevas investigaciones que puedan responder muchas de las preguntas que quedan.

Esperamos que este libro sea un aporte al mejor manejo de la grulla cubana (*Antigone canadensis nesiotis*) en todo el archipiélago cubano y los hábitats donde ella vive compartiendo espacio con otras especies endémicas con necesidad de conservación, como el Flamenco Americano (*Phoenicopterus ruber*), la Cotorra Cubana (*Amazona leucocephala*) y numerosos representantes de la flora endémica del país; aspiramos a que sea también una motivación para las nuevas generaciones de investigadores y estudiantes. Parafraseando al Dr. George Archibald y su trabajo en la ICF, este empeño demostró una vez más, que “el amor por las Grullas puede unir a pueblos y países”, independientemente de su cultura, tipo de gobiernos, o religión.

GÉNERO *ANTIGONE* Y LA ESPECIE *ANTIGONE CANADENSIS*

Importancia de la distribución, ecología y conservación de *Antigone canadensis*. La historia de los festivales de grullas 1995-2015.

Xiomara Gálvez Aguilera

Korie M. Klink

Dennis Denis Ávila

Andrew J. Caven

I. EL GÉNERO *ANTIGONE* Y LA ESPECIE *ANTIGONE CANADENSIS*

1.1 Importancia de la distribución, ecológica y de conservación de *Antigone canadensis* y las subespecies que lo componen

Introducción

Las grullas canadienses (*Antigone canadensis*) representan las especies de grullas más numerosas del mundo, con un tamaño de población total de aproximadamente $1.450.230 \pm 230.000$ aves compuestas por nueve poblaciones distintas migratorias y no migratorias, incluidas seis subespecies aparentes (Caven 2023; Caven *et al.* 2020; Caven *et al.* 2023; Seamans 2024). Tres de estas subespecies, la menor (*A. c. canadensis*), la mayor (*A. c. tabida*) y *A. c. rowanii*, migran a través de América del Norte y se organizan en seis poblaciones ocasionalmente integradas por propósitos de manejo que se extienden colectivamente desde Siberia hasta México y desde las costas del Atlántico hasta las del Pacífico. Sin embargo, la validez de *A. c. rowanii* como subespecie distinta se disputa sobre una base genética (Jones *et al.* 2005a). Las otras tres subespecies no migran y tienen una distribución más sureña, incluyendo la del Mississippi (*A. c. pulla*), la de Florida (*A. c. pratensis*), y la grulla cubana (*A. c. nesiotis*; que se consideraba dentro del género *Grus* y actualmente se incluye en el género *Antigone*) (Walkinshaw 1973; Lewis 1977; Tacha *et al.* 1985; Meine y Archibald 1996a). Caven (2023) encuentra que la mayoría de las poblaciones y subespecies migratorias de grullas están aumentando (media $\approx 3\%$) mientras que las subespecies no migratorias muestran una tendencia de crecimiento estable (media $\approx 0\%$). Las poblaciones migratorias comprenden alrededor del 99,6% de las grullas canadienses del mundo (Caven 2023). Todas las subespecies no migratorias se consideran taxones de interés a nivel estatal, nacional o internacional (USFWS 1973; USFWS 1976; *Gaceta Oficial de la República de Cuba* 2011, FFWC 2016).

Población del Este (EP). En todo el rango de la ruta migratoria de la población oriental, las estimaciones regionales y estatales indican que la población ha crecido sustancialmente en los últimos 50 años. La estimación de la población en 1973 fue de entre 8.000 y 10.000 (Lewis *et al.* 1977), mientras que el recuento realizado por el Eastern Sandhill Crane Committee (2010) fue de 87.796. Caven (2023) estimó la estimación mínima de población en 97.800 y la tasa de crecimiento anual en 4,2% anual utilizando datos de Seamans (2021). Seamans (2024) informó un crecimiento continuo en esta población con un recuento de otoño de 2023 de aproximadamente 110.650 y indicó que la tasa de crecimiento anual actual de la población puede estar más cerca del 4,4%.

Población del Medio Continente (MCP). Esta población incluye *A. c. canadensis*, *A. c. rowanii* y *A. c. tabida*. Sin embargo, el estado de *A. c. rowanii* como una subespecie válida se disputa en base a análisis genéticos y la subespecie intermedia a menudo se incluye taxonómicamente con la grulla canadiense mayor (*A. c. tabida*; Jones *et al.* 2005b). La población del medio continente es monitoreada por múltiples esfuerzos de recuentos de primavera en los valles de los ríos North Platte y Central Platte de Nebraska. La encuesta coordinada por el USFWS se ha llevado a cabo anualmente desde 1974 (Seamans 2024), Crane Trust ha realizado encuestas semanales durante la migración desde 1998 (Davis 2003) y se han realizado varios esfuerzos temporales para inspeccionar áreas más amplias del estado (Varner *et al.* 2019), así como el uso de tecnologías avanzadas como imágenes infrarrojas/térmicas (Kinzel *et al.* 2006; Luz-Ricca *et al.* 2023). La mayoría de esta población se encuentra generalmente en Nebraska entre mediados y finales de marzo de cada año antes de dirigirse al norte a los rangos de reproducción que se expanden desde el noroeste de Minnesota hasta Siberia (Krapu *et al.* 2014). Caven *et al.* (2020) dieron una estimación de población mínima para la población del medio continente en 1.270.000 y la tasa de crecimiento anual en 3,7%. Liddick (2023) estimó 1.259.000 grullas canadienses a lo largo del río Platte el 22 de marzo de 2023 y 1.284.500 en la población considerando los esfuerzos de recuentos concurrentes en otros estados del Central Flyway (por ejemplo, Kansas, Texas, Oklahoma y Wyoming). La población del medio continente comprende alrededor del 87,6% de todas las grullas canadienses del mundo (Caven 2023).

Población de las Montañas Rocosas (RMP). Esta población de *A. c. tabida* fue recontada originalmente en sus puntos de reagrupación de primavera en el Valle de San Luis de Colorado de 1984 a 1996 (Johnson *et al.* 2001). Sin embargo, los métodos actuales se mejoraron y se pusieron en funcionamiento a mediados de la década de 1990 para incluir un recuento previo a la migración de cinco estados de >60 sitios de reagrupación de principios de otoño en septiembre (Caven 2023; Seamans 2024). Esta población se estimó históricamente en solo 400-600 grullas (Walkinshaw 1949). Caven (2023) estimó la población mínima en >25.600 y la tasa de crecimiento anual de la población en poco menos del 1% utilizando datos de Thorpe *et al.* (2020) y Seamans (2021). Seamans (2024) reportó 27.267 grullas canadienses en esta población según esfuerzos coordinados de recuento en 2023.

Población del Bajo Valle del Río Colorado (LCRVP). Esta población de *A. c. tabida* es la más pequeña de las poblaciones migratorias de grullas canadienses. Caven (2023) sugirió que la estimación de la población mínima era >5.900 y que la tasa de crecimiento anual era de

aproximadamente el 2,1% utilizando datos de Seamans (2021). Los recientes recuentos de invierno reportados por Seamans (2024) no han superado esta estimación mínima. Los nuevos datos y análisis distributivos indican que esta población puede estar integrada con las poblaciones de las Montañas Rocosas y el Valle Central hasta cierto punto (Collins *et al.* 2016; Grisham *et al.* 2018).

Población del Valle Central (CVP). Esta población de *A. c. tabida* se estimó en 13.940 en el otoño de 2000 (West Coast Crane Working Group; WCCWG 2000). Sin embargo, esta población es simpátrica con la población de la costa del Pacífico (PCP) de grullas canadienses menores en sus zonas de invernada, y esta estimación de abundancia se determinó utilizando un factor de corrección basado en la proporción derivado de una amplia variedad de observadores, incluidos voluntarios. Caven (2023) estimó el PVC en >8.600 considerando los resultados del recuento de grullas canadienses de todo el estado (Skalos y Weaver 2020; Olson 2021), así como las proporciones de abundancia de subespecies derivadas de Ivey *et al.* (2014). Daniel Gerber *et al.* (2020) indicaron que el PVC fue de alrededor de 8.000 individuos a mediados de la década de 1990. Si las estimaciones de Daniel Gerber *et al.* (2020) y Caven (2023) son precisas, es probable que esta población se haya mantenido estable en las últimas décadas. Sin embargo, existe una certeza relativamente baja sobre la abundancia general de esta población y las tendencias en la misma.

Población de la Costa del Pacífico (PCP). El Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California ha realizado estudios aéreos a mediados de invierno desde 1955 para contar las aves acuáticas (Skalos y Weaver 2020; Olson 2021). Las encuestas incluyen a las grullas canadienses como especie focal; sin embargo, todas las subespecies y poblaciones (PCP y PVC) se combinan para fines de conteo, ya que las poblaciones respectivas son simpátricas en sus zonas de invernada (Skalos y Weaver 2020; Olson 2021). Las estimaciones de abundancia más altas registradas para los terrenos de invernada de California fueron de aproximadamente 44.700 en 2018 y 41.800 en 2019 (Skalos y Weaver 2020; Olson 2021). Basándose en las proporciones de *Greater and Lesser Sandhill Cranes* publicadas por Ivey *et al.* (2014), Caven (2023) estimó el PCP en >36.100 individuos con una tasa de crecimiento anual estimado de aproximadamente 5,6%. Sin embargo, es probable que esto represente un tamaño mínimo de población, ya que algunas grullas canadienses de la PCP pasan el invierno fuera de California (Pacific Flyway Council 2020).

Grulla canadiense de Florida (*A. c. pratensis*, FSC). El FSC vive en pantanos de agua dulce asociados con praderas secas, y también utiliza áreas de humedales abiertos con solo unos pocos árboles, humedales pantanosos emergentes, pastizales y áreas de transición entre bosques y

pastizales (Nesbitt y Williams 1990; Tacha *et al.* 1994). Las tierras de cultivo se utilizan mucho durante el invierno y principios de la primavera (Tacha *et al.* 1994). Dada la distribución difusa de esta subespecie no hay un esfuerzo regular para estimar su abundancia total. Sin embargo, se han utilizado múltiples fuentes de datos para determinar las estimaciones de población y las tendencias temporales. Nesbitt y Hatchitt (2008) estimaron una disminución en la subespecie de >7.100 individuos a aproximadamente 4.600 individuos de 1974 a 2003 utilizando cambios en la disponibilidad del hábitat (~36% de disminución). Sin embargo, en un análisis más reciente de los datos del Recuento de Aves Reproductoras de América del Norte, Cox *et al.* (2020) encontraron que la población de grullas canadiense de Florida se mantuvo estable y aumentó de 1966 a 2016. Claramente, sigue habiendo una incertidumbre significativa con respecto a las tendencias de abundancia a largo plazo para esta subespecie. Usando datos del USFWS (2018) y Cox *et al.* (2020), Caven (2023) consideró la subespecie "estable" y estimó que su población mínima era >5.400 individuos con "baja certeza".

Grulla de Mississippi (*A. c. pulla*; MSS). La grulla de Mississippi (MSS) fue catalogada como una subespecie en peligro de extinción en 1973 en una de las primeras enmiendas a la Ley de Especies en Peligro de Extinción de los Estados Unidos de 1973 (USFWS 1973) y estaría disminuyendo sin la suplementación anual de individuos criados en cautiverio y el manejo activo del hábitat (Hereford y Dedrickson 2022; Caven 2023). El Refugio Nacional de Vida Silvestre Mississippi Sandhill Crane de 7.810 hectáreas se fundó en 1975 para proteger y recuperar esta subespecie única. Las MSS no son migratorias y su hábitat incluye sábanas de pino semiabiertas y húmedas, pantanos y plantaciones de pino cerca de pastizales (Wilson 1987). Las grullas anidan en áreas húmedas de sábanas abiertas y a lo largo de los bordes de los humedales en plantaciones de pinos y bosques. En primavera, verano y otoño, se alimentan en varios sitios donde crían a sus polluelos (Nesbitt 1994). El uso del hábitat dentro de su rango anual puede cambiar estacionalmente. A finales del otoño e invierno, las grullas se encuentran principalmente en las marismas y regresan a pequeños campos de maíz o pastizales para alimentarse. Hay alrededor de 140 MSS que viven en la naturaleza (Hereford y Dedrickson 2022). El crecimiento de la población ha sido relativamente plano desde la década de 1990, pero ha comenzado a mejorar en la última década (Hereford y Dedrickson 2022; Caven 2023).

Grulla cubana (*A. c. nesiotis*; CSC). Se distribuye en el archipiélago cubano en dos islas y un cayo, en 11 metapoblaciones (Gálvez Aguilera 2002). La población más numerosa y aislada vive en las sábanas de arena silíceas de la Isla de la Juventud (Gálvez Aguilera y Perera 1995; Gálvez Aguilera y Perera 2002). Otras poblaciones se encuentran en humedales y pantanos en varias provincias de la

isla de Cuba, como Pinar del Río (Guane), Matanzas (Ciénaga de Zapata y Ciénaga de Majaguillar), Sancti Spiritus (Ciénaga de Las Guayaberas), Ciego de Ávila (humedales en el norte y en el sur de Júcaro) y Camagüey (Sábanas de Lezca y Cayo Romano). La población más oriental del país no ha sido confirmada y puede encontrarse en la provincia de Granma y potencialmente en Ciénaga de Biramas (Gálvez Aguilera y Chávez Ramírez 2010). Las grullas están en peligro según la resolución 140 de Cuba y también están incluidas en la Ley de Especies en Peligro de Extinción de los Estados Unidos, que incorpora especies de interés internacional (USFWS 1976, *Gaceta Oficial de la República de Cuba* 2011). Gálvez Aguilera *et al.* (2026); este volumen) estima que había cerca de 700 grullas de arena cubanas en 11 localidades de Cuba hasta 2017, pero las tendencias desde este momento son inciertas. Caven (2023) estimó que la población cubana de Sandhill Crane probablemente se mantuvo estable en las últimas décadas con poca certeza considerando los mismos datos. La población sigue siendo pequeña, aislada y vulnerable a los cambios en el uso de la tierra, la diversidad genética y los huracanes.

1.2 Conservación de *Antigone canadensis nesiotis*

La subespecie *Antigone canadensis nesiotis* (Gundlach 1875), es el ave más grande de Cuba y las islas del Caribe y se considera una subespecie endémica en peligro de extinción (Buide *et al.* 1974; García 1987; Meine y Archibald 1996b; Gálvez Aguilera 2002; Gálvez y Ferrer Sánchez 2012).

La presencia de grullas grises se ha documentado a lo largo del tiempo en diferentes regiones de Cuba. Sin embargo, solo unos pocos autores han realizado estimaciones cuantitativas de su abundancia. La única población documentada ha sido la de la Isla de la Juventud a principios de 1950, por Lawrence Walkinshaw y este estudio es una documentación preliminar de la ecología de las grullas y su descripción morfológica.

El estado de las grullas grises en Cuba al comienzo de nuestro trabajo de campo no era bien conocido y se habían presentado algunas estimaciones diferentes del número de grullas, que oscilan entre 300 (Meine y Archibald 1996a, 1996b, 1996c) y 526 individuos (Mirande y Harris 2019).

Se considera que las grullas cubanas disminuyeron, desde el momento en que Gundlach (1875) hizo sus observaciones y se creía que las grullas eran "abundantes" (Walkinshaw 1953). Las grullas se consideraron más comunes a mediados de la década de 1980 que antes (Garrido 1985), lo que sugiere que su número aumentó desde la década de 1950 hasta la de 1980. Sin embargo, Walkinshaw (1953) sugirió que, durante la década de 1950, las grullas grises casi habían

desaparecido de la Cuba continental. Los números reportados de grullas grises cubanas han fluctuado de 200 en 1953 (Walkinshaw 1953) a 120 en 1975 (Garrido y García 1975) a más de 200 individuos a principios de la década de 1990 (observaciones de campo hechas por Gálvez). La mayoría de los informes que mencionan el número de grullas se basaron únicamente en estimaciones.

En Cuba, un programa nacional para estudiar y preservar la subespecie *A. c. nesiotés* se desarrolló desde 1994 hasta 2010, aunque el componente de educación ambiental se extendió hasta el año 20014, en algunas provincias. La Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (ENPFF) dirigió este programa, con el apoyo financiero y la colaboración técnica de International Crane Foundation (ICF) con sede en Baraboo, Wisconsin, Estados Unidos. En 1994, el Dr. George Archibald y la Dra. Xiomara Gálvez Aguilera de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna se reunieron por primera vez en México y, a partir de entonces, el procedimiento comenzó a establecer una colaboración oficial entre ambas instituciones para ayudar a la investigación. En el marco del programa de conservación, se realizaron estudios sobre la distribución y abundancia de esta especie en todo el país (Berovides y Gálvez Aguilera 1995; Gálvez Aguilera y Perera 1995; Gálvez Aguilera 1997; Gálvez Aguilera y Rivera 1999; Gálvez Aguilera *et al.* 2001a; Gálvez Aguilera 2002; Gálvez Aguilera y Chavez Ramirez 2005; Gálvez Aguilera y Chávez Ramírez 2010; Gálvez Aguilera y Ferrer Sánchez 2012).

En el país se desarrollaron diversas actividades para la recuperación de esta subespecie en algunas de las áreas donde habita, las principales acciones de estudio y protección se han realizado en la Isla de la Juventud antes del 2002. Como referencia, esta población es la más numerosa del país y vive en un ecosistema único y diferente a las demás praderas que podemos encontrar en el archipiélago cubano (Gálvez Aguilera 2002; Gálvez Aguilera *et al.* 1999), centrado en la ecología reproductiva de las aves. El uso del hábitat y la descripción de las áreas de alimentación y reproducción (Gálvez Aguilera 2002; Marrero 2003; Gálvez Aguilera *et al.* 1999, 2001, 2003, 2005). Con estos resultados, se pudo establecer estrategias de manejo para la conservación de las áreas de reproducción y mitigación de algunas de sus amenazas en algunas poblaciones. Debido a la necesidad de iniciar estudios de las poblaciones distribuidas en humedales cenagosos; Se planificó una investigación en los humedales del norte de Ciego de Ávila y actualmente conocemos la ecología reproductiva en este tipo de hábitat, los patrones para elegir el sitio de anidación y la descripción del patrón de actividad de esta subespecie (Ferrer Sánchez 2008; Ferrer Sánchez y Ruiz 2009; Ferrer Sánchez *et al.* 2010, 2010a, 2016, 2017). Sin embargo, el conocimiento de la ecología de

A. c. nesiototes aún es incipiente, por lo que es necesario continuar con el estudio de esta subespecie para determinar sus patrones de distribución y el comportamiento del tamaño de sus poblaciones a lo largo del tiempo. La investigación debe extenderse a cada región en la que aparecen poblaciones de esta subespecie para definir estrategias de manejo de acuerdo con el problema específico.

Mientras se trabajaba para documentar comportamientos como la anidación y el uso del hábitat, los patrones reproductivos y la dinámica de la población, los residentes locales participaron en las actividades del programa. La energía creativa resultó en un plan estratégico para educadores, profesionales y personas de todas las edades que se convirtieron en socios cruciales para lograr el enfoque de conservación del proyecto para la grulla cubana. Los esfuerzos coordinados de la ENPFF, la ICF y los educadores cubanos se convirtieron en un factor decisivo para el éxito de la conservación de las grullas y sus ecosistemas.

1.3 Historia y descripción de los festivales de grullas 1995-2015 “Los niños son la esperanza del mundo.” -- José Martí

La educación es una parte fundamental de cualquier esfuerzo de conservación para tener éxito. Todo plan de conservación debe involucrar a la población local en cada etapa del plan de manejo siempre que sea posible. De manera muy significativa, la participación ciudadana que abarcó todas las edades ha sido un elemento importante en las áreas de investigación y educación ambiental de la estrategia de conservación de la Grulla Cubana. La International Crane Foundation (ICF) comenzó a colaborar con científicos cubanos a mediados de la década de 1990. A medida que se intensificaron los esfuerzos y se procesaron más datos sobre el estado de las aves, las poblaciones humanas locales, así como la comunidad científica mundial, se convirtieron en un público objetivo para recibir información.

Los educadores profesionales se convirtieron en socios cruciales para lograr el enfoque de conservación del proyecto de la Grulla Cubana. Al trabajar hacia la meta concreta, la Dr. Gálvez dirigió esfuerzos, incluidos los apoyados por los asociados de la ICF, para ofrecer oportunidades multidisciplinarias, interactivas y participativas para que los educadores y estudiantes de todas las edades e intereses se conviertan en participantes activos en la lucha por salvar la Grulla y sus hábitats. Con este fin, se iniciaron y desarrollaron varios programas para involucrar al público cubano en estrategias de conservación. Debido a la ubicación y misión de la ICF, también se materializó un esfuerzo único de colaboración internacional. Además del apoyo financiero, la ICF

también allanó un camino importante para que los educadores, científicos y profesionales estadounidenses asumieran un papel activo en la ampliación de la conciencia sobre la difícil situación de la grulla de arena cubana y otras especies en peligro de extinción (Klink 2012).

El medio principal de conectarse con la comunidad en general se convirtió en la implementación de Festivales de las Grullas en comunidades de cada región. Celebrados por primera vez en la Isla de la Juventud en 1995, los festivales anuales tenían como objetivo reunir a los miembros de la comunidad y ofrecerles información sobre la importancia de las grullas, el papel de los humedales y los ecosistemas de pastizales / sábanas y su valor para los seres humanos, y crear un sentido positivo de propiedad sobre estos recursos. Se utilizaron todos los medios de comunicación en la provincia anfitriona, y a nivel nacional, prensa escrita, radio y televisión, se difundió material informativo sobre la especie, su importancia y se convocó a la ciudadanía local a participar en las actividades.

Los Festivales: Desde 1995, los Festivales de Grullas y Humedales anuales, de una semana de duración, han rotado entre áreas importantes de grullas en la mitad oriental de Cuba y la vecina Isla de la Juventud.

Estos eventos son una vía importante para conectar comunidades, escuelas y locales gobiernos con educadores y biólogos patrocinados por la ICF y celebrar la presencia de grullas y otra fauna cubana rara. Si bien el alcance del festival es provincial, cada festival tiene una comunidad "en un pueblo de la región" designado para albergar la ceremonia de apertura y clausura

Bajo el lema: Las Grullas, aves de la paz, que conectan pueblos y países, se llevó a cabo un intercambio internacional de arte. El intercambio de arte Cuba / Estados Unidos ha sido un punto focal y un elemento clave de nuestra programación educativa tanto en los Estados Unidos como en Cuba. Desde mediados de la década de 1990, el intercambio de arte de la ICF con niños y educadores en áreas clave de grullas en Cuba ha crecido hasta incluir escuelas K-12 de casi 10 estados de los 50 (Klink 2012).

El intercambio de arte entre estudiantes estadounidenses y cubanos no solo se ha centrado en "mensajes" ilustrados. Se crearon medios como el arte escénico, la literatura, la danza, el teatro, la música, la escultura en arcilla y arte con material reciclado. Los mensajes cubanos y estadounidenses se mostraron de manera destacada en eventos y festivales comunitarios, exhibiciones escolares, eventos del distrito, desarrollo de planes de estudio y exhibiciones

itinerantes. La señalización interpretativa se desarrolló para acompañar las exhibiciones, y muchas de ellas aparecieron en periódicos locales, sitios web y boletines escolares / distritales (Klink 2012). La especialista norteamericana Korie M. Klink coordinó esfuerzos para desarrollar un proyecto de educación ambiental centrado en la grulla cubana, que dio a luz al grupo *Children Are The Hope* (CATH) en 2010. El proyecto involucra a cientos de niños de Estados Unidos y Cuba en un programa de intercambio de dibujos y cartas, además de brindar apoyo logístico y capacitación a educadores y profesores de ambos países. El proyecto formó parte de la tesis de maestría de su director (Klink 2012), y recibió su nombre de la frase del héroe nacional cubano, José Martí, que indica que los niños son la esperanza del mundo. *Children Are The Hope* se ha asociado al proyecto de hermanamiento entre las ciudades de Madison-Camagüey y ha trabajado en conjunto con las Universidades de Wisconsin-Stevens Point, La Habana, y la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y Fauna, liderada por Yarelys Ferrer Sánchez y el Dr. Dennis Denis Ávila, respectivamente.



Durante muchos años, se ha recopiló información considerable sobre la distribución de las grullas en el país, su número en diferentes poblaciones, el uso del hábitat, ecología de anidación, productividad y amenazas potenciales para cada una de las diferentes poblaciones. Esta información se utilizó para instruir a los participantes del intercambio que diseñaron planes de estudio, juegos, actividades, manualidades y herramientas de aprendizaje basadas en la investigación para compartir durante las visitas al festival.

Las asociaciones entre la ENPFF y la ICF proporcionaron patrocinios para la coordinación de los festivales, pero otras organizaciones de conservación también han tenido un apoyo clave, entre

2010-2014, como la Fundación Christopher Reynolds, The Platte River Whooping Crane Maintenance Trust (PRWCMT) ubicado en Wood River, Nebraska. En Cuba se han realizado diez Festivales que incluyen un Censo de Grullas: En la isla de la Juventud en diciembre de 1995, noviembre de 1998, y una década después en 2010, y en 2011. En Ciego de Ávila, en febrero de 1997, febrero de 2002 y 9 años después, 2011. En Sancti Spiritus, Pantano de Guayaberas, febrero de 1998 en La Ciénaga de Zapata, en febrero de 1999, y en Camagüey, Altiplano San Felipe, en 2004, y uno (sin conteo) en Ciudad de La Habana (2004) en Denis Ávila (2011).

Se invitó a grupos de 1-13 educadores, biólogos, ecologistas de incendios, especialistas en GIS, veterinarios y fotógrafos estadounidenses a participar en intercambios profesionales únicos patrocinados por la ICF, que viajaron a Cuba para intercambiar información y experiencias, y lo que es más importante, para celebrar a las grullas con el pueblo cubano.

1.4 Censo simultáneo realizado en diferentes poblaciones

Dentro de la fiesta de la grulla y los humedales, una vez al año, se organizaba el recuento de las grullas en una provincia determinada.

Los métodos utilizados para los conteos fueron los desarrollados por la International Crane Foundation y utilizados en Wisconsin (Meine y Archibald 1996a) y Mississippi (Hereford *et al.* 2001) para otras subespecies de grullas canadienses, con algunas adaptaciones a las condiciones de Cuba (Gálvez Aguilera *et al.* 1999; Gálvez Aguilera 2002).

Metodología para el censo:

- Un mes antes se determinó en cada provincia toda la superficie disponible con características adecuadas para la especie.
- Se realizó una revisión exhaustiva del hábitat potencial que puede utilizar la especie (utilizando las hojas cartográficas del mapa 1:10.000 de Cuba). Vea el ejemplo de Figura 1.1 para establecer el área de posible presencia, para contar.

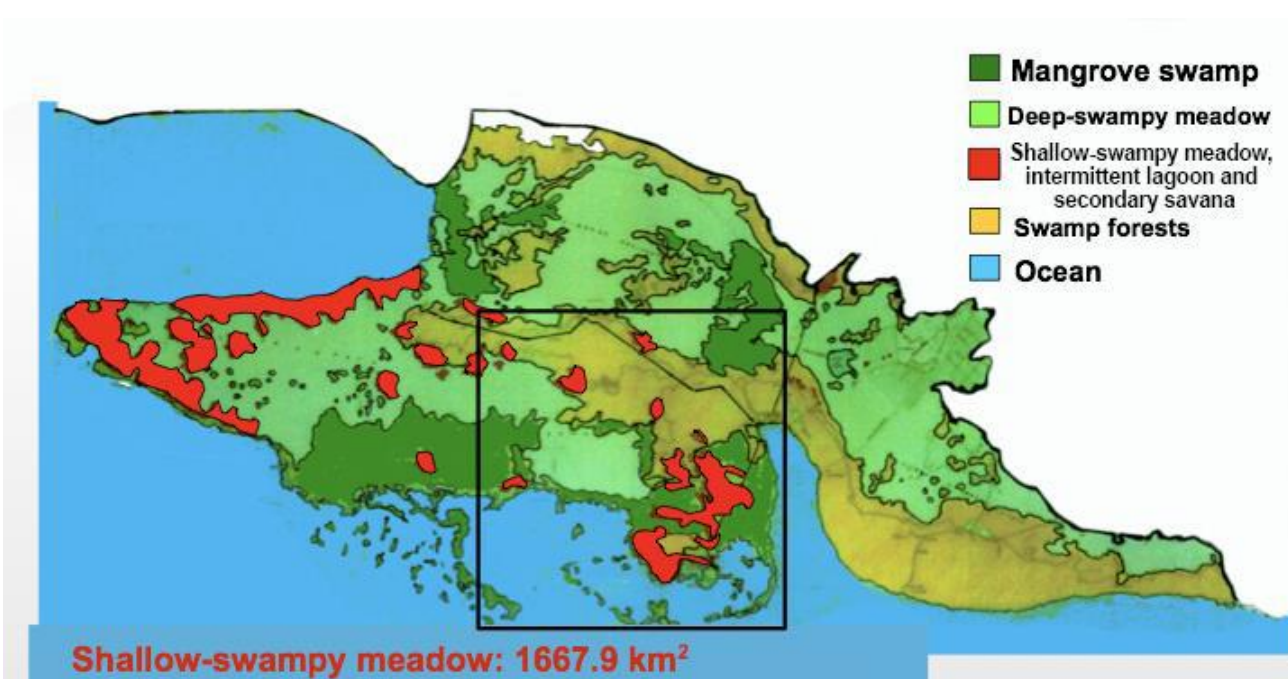


Fig. 1.1. Toda el área disponible y presumiblemente con características adecuadas para la especie. Se muestran manglares (*mangrove swamp*), praderas pantanosas profundas (*deep-swampy meadows*), praderas pantanosas poco profundas, lagunas intermitentes y sábanas secundarias (*shallow-swampy meadow, intermittent lagoon, and secondary savanna*), bosques pantanosos (*swamp forests*) y oceano (*ocean*).

- Se cubrió toda la extensión de presencia, colocando estaciones de conteo fijas, separadas entre 1½ - 2 km y georreferenciadas. El número de estaciones dependía del tamaño del humedal y de las sábanas de cada provincia. Ejemplo gráfico, Fig. 1.2.

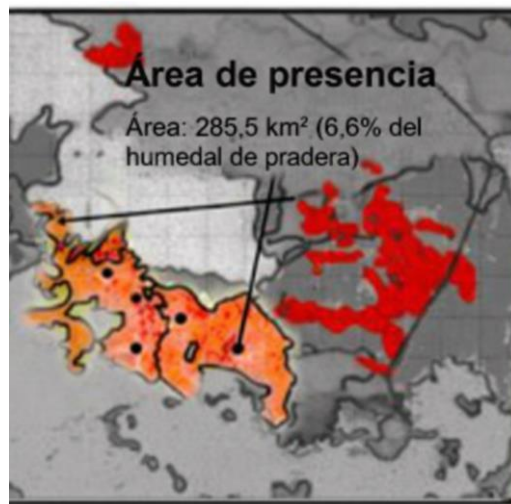


Fig. 1.2. Se recorrió toda la extensión de presencia, colocando estaciones de conteo fijas, separadas entre 1½ - 2 km y georreferenciadas.

- Se estableció realizar los censos siempre, entre los meses de noviembre y febrero y necesariamente en sábado y domingo, para garantizar la participación de empleados y estudiantes.
- La llegada a cada estación fue dos o tres horas antes del inicio del conteo, para esperar en silencio y escondidos a que se acercaran las grullas.
- El conteo de la mañana fue desde el amanecer – 06:00 - 10:00 horas y en la tarde de 16:00 - 20:00 horas. Esto implicó un plan logístico previamente perfectamente desarrollado, de manera que los vehículos colectivos (que llevaban a los observadores a las diferentes estaciones, salieran a tiempo, en relación a la distancia entre el punto de concentración y la estación que pertenecía a cada contador) y en función de la distancia, los vehículos y las personas tenían horarios diferentes. Se acordó un día antes con cada uno de los conductores del vehículo y los contadores, para garantizar la llegada a cada estación a tiempo.
- Durante ese tiempo en Cuba no todos tenían reloj, pero al menos se garantizó un reloj en cada estación, que programaba la hora para salir al campo, escuchando la radio nacional, "Radio Reloj", que informa la hora exacta cada minuto. A partir de la medianoche del día anterior, la estación de radio anunció, cada minuto, que el conteo de grullas comenzaba al amanecer.
- En cada estación había tres o cuatro contadores:

- Un experto (un biólogo, un guardaparque o un lugareño que conociera a las grullas) que fue el responsable de la identificación del ave.
- Un alumno de secundaria o bachillerato (a veces de ambos niveles de educación) era quien escribía la información en el formulario de campo -después de haber sido capacitado en talleres previos-
- Un alumno de primaria (entre seis y diez años) se encargaba de la disciplina en la estación de conteo, para que nadie se moviera, fumara ni hablara.
- Durante la capacitación, los voluntarios formaron sus equipos en grupos de cuatro miembros, según la proximidad a los puntos de conteo. La lista de equipos que incluía nombres y direcciones de los integrantes fue entregada al coordinador de cada zona una semana antes del evento, con el fin de negociar con las autoridades locales y privadas sobre el uso de vehículos necesarios para mover los equipos y poder brindar a ellos el combustible necesario por parte del comité organizador del festival.
- Captura de información: Se tradujo al español la hoja de datos utilizada por la International Crane Foundation y se agregó otra con las instrucciones del censo. Este último tenía una brújula pintada y debía estar orientado hacia el norte cuando los contadores llegaban a su estación, para establecer la dirección de vuelo de la grulla observadas.

Desde el censo de 2008, en Isla de la Juventud, confirmamos que dos conteos en la misma estación (uno por la mañana y otro por la tarde) aumentan la probabilidad de detección. Esto no constituye réplicas, porque solo se toma para análisis el mayor valor observado en cada estación luego de eliminar los individuos repetidos. Las aves cuyo canto se había escuchado no fueron consideradas para el análisis. Sin embargo, posteriormente, para obtener la estimación total de la población del país, si se incluyeron los registros auditivos.

El domingo, cuando llegaba el vehículo con los últimos participantes del censo, se recopilaba la información de las fichas técnicas de cada coordinador y, en una ceremonia formal de 10 minutos, antes de que comenzara la fiesta popular, se informaba al público sobre el número aproximado de grullas en su provincia, sobre los problemas locales de conservación y cómo contribuir a disminuirlas. Se premiaban a artistas locales, se reconocían los dibujos ganadores de los escolares, el trabajo de las instituciones locales, nacionales y extranjeras y culminaba con una gran celebración popular, con música y bailes, donde visitantes, especialistas nacionales y extranjeros, se mezclaban con la gente local.

LAS POBLACIONES DE GRULLAS EN EL ARCHIPIELAGO CUBANO

La distribución y abundancia de las grullas en el archipiélago cubano fue determinada por una revisión de la literatura que reveló 23 registros históricos; se mapeó la ubicación y extensión de las sábanas cubanas originales; se realizaron revisiones de hábitat aéreos entre 1995 y 1996; se llevó a cabo la evaluación de campo en todos los registros históricos; y se entrevistaron a 340 personas que viven y trabajan en las áreas cercanas a los lugares históricos. Las evaluaciones de campo se llevaron a cabo en aquellos sitios potenciales identificados para las grullas para confirmar la presencia o ausencia de la especie. Cuando se confirmó la presencia, se identificaron problemas específicos de conservación del hábitat y se estimó el número de individuos por localidad (en algunos durante varios años). También se realizaron censos en las cuatro poblaciones que ocupaban las áreas más extensas de la especie.

Xiomara Gálvez Aguilera
José Rivera Rosales
Vicente Berovides Álvarez

II. POBLACIONES DE GRULLAS EN CUBA

Introducción

Como resultado de la actividad humana, estamos viviendo en un momento crítico, los ecosistemas se degradan cada vez más, muchas especies se están extinguiendo y las supervivientes se ven dañadas por la disminución de sus poblaciones y por la pérdida de variabilidad genética, los efectos del cambio climático son ya observables, ya no son algo del futuro. La mayoría de las extinciones se han producido en los últimos 150 años (Primack 2000), principalmente en islas oceánicas y archipiélagos donde se registró el 75% de las extinciones. 113 especies de aves se han extinguido desde 1660 (Whittaker y Fernández Palacios 2007).

Entre el 25 y el 50% de las especies de América y el Caribe son endémicas (Fundación MacArthur 2011), por lo que son más propensas a los efectos del cambio climático ya que, por sus características fisiológicas y fenológicas específicas, se adaptan a nichos ecológicos estrechos. La intrusión de aguas saladas a los humedales tropicales debido al aumento del nivel del mar también afecta a las aves acuáticas. Los patos, gansos, aves zancudas, cigüeñas, garzas y grullas que habitan estos humedales, muchas veces rodeados de áreas agrícolas y asentamientos humanos, no encuentran espacio para migrar (Ramírez-Bastida *et al.* 2008; Uribe Botero 2015).

En 2019, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) actualizó su Lista Roja de especies en peligro de extinción. De las 100.000 especies evaluadas, el 27% se encuentra en peligro de extinción y determinó que más de 28.000 especies se encuentran en esa categoría. Esta cifra aumenta el número de especies en peligro de extinción en 2.141 en comparación con el año pasado, lo que "muestra claramente la cantidad de seres humanos en todo el mundo sobreexplotando la vida silvestre", dijo Grethel Aguilar, directora general de la UICN. Muchas de las 15 especies de la familia *Gruidae* están catalogadas como vulnerables o en peligro de extinción (Carrere 2019).

Teniendo en cuenta la importancia científica, ecológica y cultural de nuestra subespecie endémica de *Antigone canadensis nesiotis* para el país, así como el enorme desconocimiento sobre esta ave amenazada, nos planteamos los siguientes objetivos.

- Establecer la distribución actual de esta subespecie en el archipiélago cubano y detectar los principales problemas de conservación que inciden en su supervivencia a nivel de país y para cada población.
- Estimar el número de individuos en las principales poblaciones y conocer el tamaño poblacional estimado para el archipiélago cubano.

Las siguientes tareas conseguirán los objetivos antes mencionados:

- Se realizará una revisión bibliográfica. En base a eso, se recopilarán todos los sitios del país donde se había mencionado la existencia de grullas desde el siglo XIX.
- Establecer un sistema de encuestas a través de los departamentos de la Empresa Nacional de Protección de la Flora y Fauna (Ministerio de Agricultura) en todo el país, para realizar consultas sobre posibles ubicaciones donde se han observado grullas.
- A modo de reconocimiento aéreo, chequear los humedales al norte y sur de todas las provincias donde las encuestas señalaron que las grullas habían sido observadas en los últimos años.
- Verificar en campo todos los registros históricos y los obtenidos con el primer sistema de encuestas y determinar el estado de conservación del área y las posibles amenazas a corto y mediano plazo en las localizaciones con grullas.
- Aplicar la metodología de la ICF y adaptarla a las condiciones de Cuba para realizar el censo de las poblaciones que eran ubicadas.

2.1 Registros históricos de presencia de las grullas cubanas

Los primeros registros de la distribución de la grulla en Cuba son los de (Poey 1851-1855) y (Gundlach 1875-1876). Estos últimos observaron grullas en algunas sábanas extensas como las de la Ciénaga de Zapata, en bosques de pinos naturales abiertos, que, por la naturaleza de su suelo, se convierten en sábanas con pinos en el occidente de Cuba (Viñales y Guane), en la provincia de Pinar del Río. En las sábanas al oriente del pueblo de Guamutas en Colón (provincia de Matanzas), y en la Isla de Pinos, posteriormente, Isla de la Juventud. Barbour (1943) las observó en el sur de Matanzas, cerca de Alacranes y en Unión de Reyes al norte de Aguada de Pasajeros y Cayo Diego Pérez en Matanzas. En cuanto a Isla de Pinos, (Bangs y Zappey 1905, Read 1913, Walkinshaw y Baker 1946) restringieron su distribución a las áreas planas y abiertas al norte de la Ciénaga de Lanier dentro del triángulo conformado por Santa Bárbara, Los Indios y Santa Fe. Posteriormente,

(Walkinshaw 1953) definió la distribución en la Isla de la Juventud cubriendo la región al norte de Ciénaga de Lanier, al este desde Pasadita y hasta Sigüanea al oeste y se extienden hasta Sábana Grande en la Isla de la Juventud durante el invierno. García (1987) resumió el estado de las subespecies endémicas en Cuba y consideró las grullas eran raras en todas las regiones donde antes se consideraban abundantes, como Guane, Mendoza y Viñales. García (1987) enfatizó la necesidad de proteger a las grullas donde aún estaban presentes. Se preparó un mapa de hábitats potenciales para realizar recorridos aéreos y terrestres y verificar los registros históricos (Fig. 2.1).

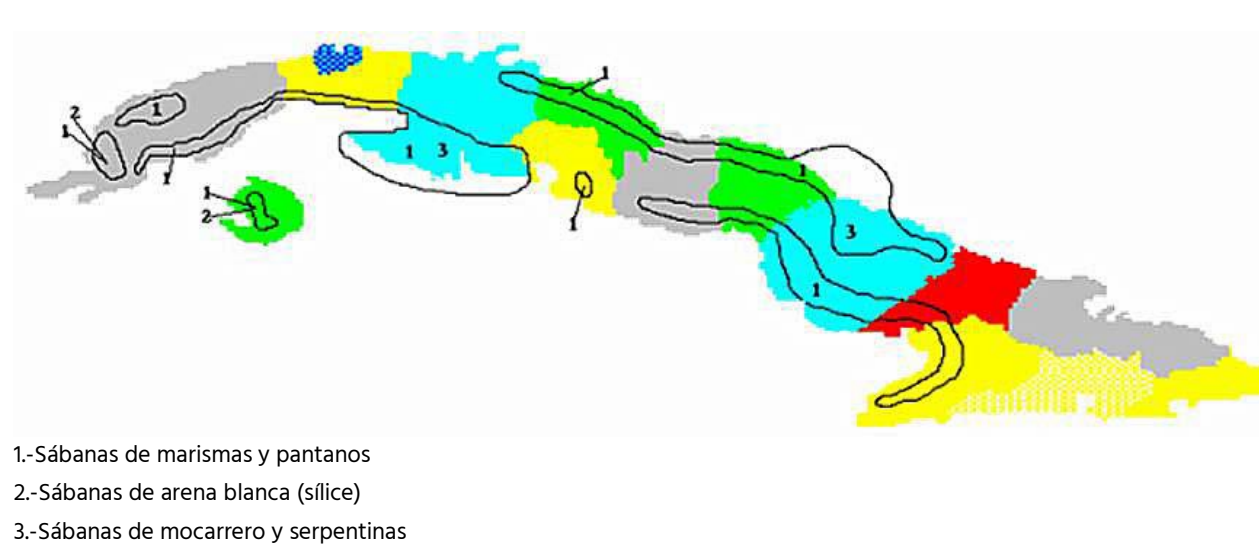


Fig. 2.1. Mapa de hábitats potenciales (sábanas originales en Cuba) para realizar recorridos aéreos y terrestres y confirmar registros históricos.

Como segunda fase, se visitó cada provincia para realizar un sistema de relevamiento (de 10 a 20 por sitio) dirigido a trabajadores de la Empresa Nacional de Protección de Flora y Fauna (ENPFF) y a residentes locales en áreas adyacentes a los tramos de sábanas inundadas, existente en ambas costas. Al recibir información sobre posible presencia en los últimos años, se inspeccionó minuciosamente el área. En cada uno de los sitios donde se detectaron grullas, se estimó su abundancia y se evaluaron los principales problemas de conservación que afectan a sus poblaciones.

2.2 Ubicación y estado de las poblaciones de *Antigone canadensis nesiotis* en las provincias del archipiélago cubano, en los períodos (1994-2006) (2007-2017)

Pinar Del Río: En esta provincia, Gundlach (1875-1878) consideró abundante esta especie y García (1987) concluyó que eran raras en todas las regiones donde antes se consideraban abundantes, como Guane, Mendoza y Viñales.

Antes de 1940, el municipio de Guane cubría un área mayor que la actual y la subdivisión del municipio cambió. En los alrededores del macizo de Guaniguanico, existían extensas llanuras, especialmente en su parte sur, donde el cultivo del tabaco se extendió y aumentó gradualmente a lo largo de los años. Hoy es el recurso económico más importante de la provincia (Figura 2.1, sábanas originales de Cuba).

En 1994 se visitó el actual Municipio de Guane, en algunos tramos de las sábanas de arena blanca que quedaban, en la comunidad de Sábalo, y no se observó grullas a pesar de que los encuestados afirmaron haberlas visto en ocasiones. Según los encuestados los cultivos y plantaciones de pino caribe (*Pinus caribaea*) hicieron que las grullas abandonaran la zona que antiguamente se extendía hasta cerca de Sandino e Isabel Rubio.

En 1995, esta provincia fue revisada nuevamente, tres de los entrevistados declararon que siempre ha habido grullas en el municipio de Mantua, a unos 48 km del municipio de Minas de Matahambre, colindante con los humedales costeros del municipio de Viñales. El municipio de Mantua comprende los siguientes ayuntamientos o localidades populares: Pino Gordo, Los Arroyos, Santa Isabel, San Ramón y Dimas. Todos comparten la misma frontera norte, los tramos de las sábanas onduladas originales y los humedales costeros.

En 1996, en el municipio de Mantua, se confirmó la presencia de grullas y el 27 de agosto de 1998 se observó una bandada de ocho individuos en la finca Tres Cañas. Además, se escucharon dos cantos o llamadas.

En diciembre de 2001 y enero de 2002 se volvió a visitar el circuito de Macurije (91.903,2 hectáreas) y se entrevistó a 27 personas que vivían en esa zona desde hace más de 20 años. Se corroboró que las grullas existían en Mantua desde tiempos muy remotos. Según los encuestados, en el sitio de Mal Paso se observaron bandadas de seis a ocho individuos, cuando hubo incendios frecuentes, en los pocos parches que quedan de pino abierto o pino blanco (*Pinus tropicalis*) que eran la

vegetación original de la zona. En la década de 1970 se reforestó esta zona con *Pinus caribaea* (plantaciones con variedad comercial), se cerraron las sábanas y las grullas abandonaron el lugar.

En el sitio Las Menudas se ha observado a otra pequeña población de seis individuos que permanece en los claros que no han sido reforestados, y esta población es monitoreada con la colaboración del Departamento de Guardabosques y los técnicos de la Empresa Nacional de Protección de Flora y Fauna. En esa provincia, en abril de 2002 se encontró un ave juvenil, no se pudo localizar su nido y el ave juvenil ya volaba con sus padres.

Durante un viaje de campo a San Diego de los Baños, Pinar del Río, Rodríguez Gómez y Alonso, quienes trabajan en el Instituto de Ecología y Sistemática, informaron que se escuchó a una pareja de Grullas grises llamar al anochecer del 11 de marzo, 1999. Los cantos fueron grabados con un micrófono Senheiser y una grabadora de sonido profesional de Sony. A las 07:10 horas del 12 de marzo, observaron a un par de grullas que volaban desde el área donde se habían escuchado los pájaros la noche anterior. Regresaron al sitio en la mañana del 13 de marzo, y nuevamente una grulla se escuchó, aunque no pudieron verlas debido a la densa vegetación que rodeaba ese sitio (Rodríguez Gómez y Alonso 1999).

Amenazas en la provincia: La presencia de grandes explotaciones agrícolas (tabacos y plantaciones de *Pinus caribaea* con variedad comercial), incluyendo la cría extensiva de cerdos (*Sus scrofa*), ganado, en menor escala, y actividades cinegéticas extensivas, algunas de las cuales son legales (caza de patos) cerca de Tres Canas, afectan a esta especie. Actualmente, el área donde se ubican las grullas se encuentra bajo la administración y protección de las autoridades de la Agencia Forestal, y la caza se ha visto limitada debido a las preocupaciones expresadas a las autoridades por la situación crítica de las grullas en esa zona, (Gálvez Aguilera 2002), pero, desde entonces, se desconoce el estado de estas pequeñas poblaciones.

La severa fragmentación de las sábanas se redujo a pequeños espacios separados entre sí y las presiones que existen sobre ellas probablemente dificulten el crecimiento del reducido número de grullas que existen en esta provincia, en el futuro.

Sur de la Provincia de Matanzas: En esta provincia se encuentran tres registros históricos de la Grulla: dos, por el Pantano de Zapata y otro al norte de Aguada de Pasajeros, en el Municipio Unión de Reyes (incluye las localidades Alacranes y Unión de Reyes). En octubre de 1994, sobrevolando Zapata y Cayo Diego Pérez, vimos grullas solo en la sábana de San Lázaro. En la época de reproducción de 1998, se encontró un nido en cada uno de los siguientes sitios: Maniadero, Las

Lagunitas y Cayo Ocuje, cerca de Santo Tomas. En una sábana llamada La Cola, a unos 18 km de Santo Tomás, se vieron 5 individuos y se escuchó a otro. Cuando buscamos en el humedal, encontramos otro nido. Aquí hay una situación similar a Isla de la Juventud, ya que parece haber al menos dos grupos que viven en las sábanas de la Ciénaga de Zapata. Se realizó un Festival y censo en febrero de 1999 y se determinó que había 120 individuos en dos grupos, uno en Santo Tomás y el otro en la sábana San Lázaro. Sin embargo, el seguimiento sistemático de las poblaciones no se continuó después de esos años. En 2016 se volvió a visitar la Ciénaga de Zapata y se realizó una reunión con varios biólogos del Área Protegida (AP). Maidiel Cañizares, Maikel Cañizares, Tania Piñeiro y Ernesto Reyes, con el fin de motivarlos a seguir trabajando con las grullas e intentar organizar un Festival en 2020 y un censo simultáneo para comparar los resultados después de casi 20 años del conteo anterior.

Ernesto Reyes, quien también trabaja como guía para el turismo de aves en este Parque Nacional, recopiló las observaciones de los últimos años, que ya están en (EBird - Base de datos de Cornell - Mapa de rango de eBird "Sandhill Crane": <https://ebird.org/map/sancra>). Se presentan en la Tabla 2.1.

Observador	No. de grullas	Fecha	Sitio	Coordenadas
Ernesto Reyes, Muriñol	4	03/17/2018	El Quemado, Santo Tomas	22,37,34 N - 81,38 71 W
Andrew Haffeden	2	01/25/2018	Santo Tomás	
Arturo Kirckonnell	1	03/10/2018	Santo Tomás	
Ernesto Reyes	1	04/18/2018	La Salina de Brito	22,1736, - 81,2565
Tania Piñeiro	3	03/9/2018	Santo Tomás	
Aslam Ibrahim Castellon	1	10/31/2017	Santo Tomás	
Brigitte Arseneau	3	01/7/2017	Santo Tomás	
Maikel Cañizares	2	01/23/2017	Santo Tomás	
Chris Sharpe	2	01/30/2017	La Cuchilla	22,1532176, -80,8253938
Rosalie y Joette Borzik		2013	Pálpite	22,3310226, -81,1793518
Sergio Colón	1	07/22/2001	Santo Tomás	22,406823, -81,4461994
Lucette d Amours	1	04/01/1992	Crocodile Farm	

Tabla 2.1. Observaciones de *Antigone canadensis nesiotas* (EBird, Cornell) en Ciénaga de Zapata.

Se revisó el otro registro histórico de esta provincia, pero no se vieron Grullas cuando sobrevolamos Aguada de Pasajeros y Alacranes, para confirmar el reporte de Barbour (1943). Esta

zona se encuentra muy cercana a la Ciénaga de Zapata, también al sur de Matanzas y por su cercanía, es factible que sea utilizada ocasionalmente por la misma población de grullas. Esta zona deberá ser inspeccionada con más detalle en el futuro mediante trabajo de campo, para corroborar su presencia, así como en Cayo Diego Pérez.

Amenazas Sur de Matanzas: Pérdida de espacios abiertos por colonización de arbustos y especies arbóreas debido a la suspensión, en la década de 1970, de la práctica del uso del fuego para el mantenimiento de sábanas para uso extensivo de ganado (*Bos taurus*). La colonización por *Galaleuca quinquenervia*, especie introducida con mecanismos de adaptabilidad al fuego y gran poder invasor. Alta población de jabalíes (*Sus scrofa*), perros y gatos callejeros. La abundante población de cocodrilos cubanos puede ser otro factor de presión para la depredación.

En el norte de Matanzas, la Ciénaga de Majaguillar, al igual que la mayoría de los humedales de Cuba, se encuentra en llanuras aluviales y depresiones sujetas a la influencia de las mareas. Aunque no hubo reportes históricos, visitamos esa llanura kárstica en 2000 y la costa ondulada del pantano, donde hay cuatro especies de manglares auténticos, y Buttonwood (*Conocarpus erecta* L). Los pastizales de la extensa sábana están altamente degradados debido a la sobreexplotación ganadera, existen abundantes espacios cubiertos de marabu o sicklebush (*Dichrostachys cinerea*). En el embalse de Lometa, los canales de riego para la caña de azúcar y otros cultivos rodean los bordes del pantano. Nosotros estimamos que aquí viven al menos 12 grullas, pero es necesario realizar un censo y monitorear esta población, cuyo número, según los encuestados, es mayor de lo que estimamos. Se desconoce el estado actual de esta población.

Sancti Spíritus Sur: Durante la inspección de las provincias y la implementación de encuestas, (1994) visitamos tres cooperativas ganaderas en el municipio de Sierpe, al sur de la provincia. Los vaqueros entrevistados dijeron que habían visto grullas cerca de los campos de arroz. Este municipio limita con los humedales y sábanas de la costa sur. No visitamos estas sábanas costeras, muy inundadas por el paso reciente de una depresión tropical.

En la empresa forestal y en los relevamientos al personal de Flora y Fauna de la provincia, nos enteramos de que se habían observado grullas en el norte, en la Ciénaga de las Guayaberas, y que este hecho había sido confirmado recientemente por el ornitólogo Dr. Hiram Gonzales.

Norte de Sancti Spiritus. El Parque Nacional Caguanes es un área protegida en el área central del archipiélago cubano, en la costa de la provincia de Sancti Spíritus, exactamente dentro del municipio norteño de Yaguajay. Se extiende sobre un área de 2.249 ha entre islotes, pequeños

cayos, la isla principal y el área marina. También incluye 10 pequeños cayos (llamados Stone Cays) así como el Pantano de Guayaberas, prácticamente despoblado. Se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Buenavista, que también ha sido declarada sitio Ramsar (Figura 2.2).



Fig. 2.2. Parque Nacional Caguanes (incluye Pantano Las Guayaberas).

El primer trabajo de campo se realizó con el apoyo del personal del Área Protegida Jobo Rosado, en 1994. Las grullas habían estado viviendo en estos pantanos por más de 40 años, según las encuestas. El Pantano de las Guayaberas tiene una extensión de apenas 35,44 km². pero las grullas pueden utilizar 12,8 km² como zona de alimentación durante todo el año. 5,29 km² son playazos y 7,51 km² son marismas profundas que se inundan durante la temporada de lluvias. Estimamos que al menos 12 grullas habitan este sitio. Se mencionó que el área de posible anidación está en Cayo Bomba, en el otro extremo del humedal costero. Inspeccionamos este cayo (enero de 1995) en la temporada no reproductiva y no encontramos ninguna evidencia de la temporada reproductiva

anterior. Se recomendó que un biólogo del Área Protegida, Jobo Rosado, inspeccione nuevamente Cayo Bomba y localizara los nidos durante la temporada reproductiva en los próximos años.

Amenazas encontradas. Las zonas inundadas son reclamadas por los habitantes de las aldeas cercanas para cultivar arroz y se utilizan para criar búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) con síntomas de sobrepastoreo. Esto ha provocado la invasión de plantas foráneas como sicklebush (*Dichrostachys cinerea*) que están cerrando los espacios abiertos. La caza furtiva es posible porque se desconoce la importancia de la especie. Por lo tanto, la condición de esta especie no es crítica sino incierta, a menos que se realicen esfuerzos rápidos y serios para su conservación. Con el fin de reducir las presiones antes mencionadas, el compromiso de los biólogos y la administración del parque estuvieron presentes cuando mostramos los resultados (en 1994). La eliminación manual de sicklebush y su conversión en carbón para ser exportado a Europa ha despertado mucho interés (en 1997), esta medida ayudará a restaurar las sábanas utilizadas por las grullas en este pantano.

En febrero de 1998, el Festival y el conteo simultáneo se llevaron a cabo en Sancti Spiritus, Pueblo Yaguajay, y se estima que al menos 71 Grullas habitan en todo este humedal costero, que incluye la Cayo Guayaberas, Cayo Bomba y otros pequeños cayos circundantes.

Noelia Pujol Luna, con la oportunidad de obtener una maestría en Contaminación Ambiental, Manejo Ambiental y Protección de Recursos Naturales de la Universidad de Matanzas, diseñó una estrategia de manejo para el Pantano de Guayaberas. En su tesis, la autora se refiere: Se realizaron seis expediciones anuales, bimestrales, de enero a octubre en los años 2006 a 2011. Se contaron grullas, siempre en horario de mañana de 06:00 a 08:30 horas, se colocaron tres estaciones de conteo fijas, ubicadas a distancia de 2 km el uno del otro en el Pantano de las Guayaberas. Actualmente, la población de grullas aumentó de 14 a 40 ejemplares. Esta cifra es mucho menor (71 grullas) que el recuento de febrero de 2008, lo que puede atribuirse a diferentes motivos:

El método de conteo difiere en los tiempos de visualización. Noelia contó (de 06:00 a 08:00 horas) mientras que, en 2008, el conteo se realizó desde la madrugada hasta las 10:00 horas y por la tarde desde las 16:00 a 20:00 horas. En cada estación de conteo se tomó el valor más alto para ambos días (después de eliminar cualquier posible repetición)

Es probable que el tamaño del área muestreada sea diferente. En 2008, se establecieron 16 estaciones a aproximadamente 2 kilómetros y medio una de la otra, cubriendo toda el área de humedales y pequeños cayos, además de las Guayaberas durante la temporada de invierno (cuando el nivel del agua baja en las marismas). Este número de 40 grullas sería alentador si

consideramos que esta estimación se realizó en un área más pequeña, Guayaberas, y no incluye el resto del humedal y Cayo Bomba.

La otra hipótesis podría ser la de considerar que las posibles diferencias en los individuos fueron causadas por movimientos estacionales, hacia los humedales al norte de Ciego de Ávila (están cerca, 28-36 km). Esta teoría no debe descartarse por completo. Los avances tecnológicos en telemetría indican que al menos algunos individuos se mueven entre poblaciones adyacentes en grullas de Florida no migratorias (Krapu *et al.* 2011). Si bien el Alcance Máximo del ámbito de Hogar, para las grullas de la población radio-equipada de la Isla de la Juventud, fue de 16,08 km, este aspecto no ha sido estudiado para las grullas de la isla de Cuba. Por otro lado, entre Sancti Spíritus y Ciego de Ávila, abundan los cultivos y las ganaderías con pastos, pero aún quedan entre ellos pequeñas parcelas de sábanas y humedales que podrían utilizarse temporalmente como alimento.

La tercera y diferente variante es asumir que la población de Grullas ha disminuido considerablemente en unos pocos años. Esta posibilidad suscita muchas dudas, si nos apoyamos en lo que la propia autora explica más adelante. Ella examinó cada amenaza o problema identificado 8 años después del primer estudio en 2004 y propuso acciones para mitigar sus efectos, y explica:

“Al analizar los resultados, se observa que el indicador de cobertura geográfica del ecotono formado por el pastizal pantanoso y el bosque pobremente drenado en la Cayo de Guayaberas fue considerado Bueno, por ocupar 1.000 ha, lo cual se compara con lo señalado por Gálvez (2002): (1.280 ha). Esto indica que el área más utilizada por las grullas para la alimentación no ha disminuido. Otro indicador que se considera bueno es el porcentaje de especies vegetales nativas versus especies exóticas, pues solo el 10% de las especies vegetales de la zona en la actualidad son exóticas. El contexto socioeconómico cercano a la Cayo de Guayaberas también fue un indicador para ella, evaluado como Bueno. Se aplicaron actividades de educación ambiental en algunas de las comunidades más cercanas al sitio en estudio. La reproducción de grullas en Cayo Bomba también ha sido confirmada desde 2010. Sin embargo, no se menciona si los nidos son monitoreados y contados” (Pujol Luna, comunicación personal, 2012).

Aunque muchos de los efectos adversos encontrados hace 9 años todavía están presentes. La estimación de 40 individuos proviene del censo en 12 km² y el aumento fue de 12 a 40 individuos, en esta zona de alimentación, sugiere que la mayor probabilidad es que la población de Grullas en el Norte de Sancti Spiritus haya aumentado en la última década. Sin embargo, se desconoce el número total de la población actual. La relevancia del estudio fue que *Antigone canadensis* fue

tratado como una especie “sujeto a conservación”, para evaluar el humedal. Las medidas de control indicadas por parte del autor Noelia Pujol Luna, serán parte del plan de manejo del área protegida, el cual ha realizado acciones para preservar la especie desde la década de los noventa y ahora, gracias a este estudio cuentan con un plan de manejo detallado (Pujol Luna 2012).

Amenazas actuales: Las amenazas ecológicas más severas al objeto de conservación (grullas) en la Cayo de Guayaberas (Pujol Luna 2012) son: mal uso del humedal como sitio para el desarrollo de prácticas ganaderas incompatibles y prácticas de pastoreo desfavorables, introducción de especies de flora invasora (weyler, sicklebush) que aún es abundante, Fauna tanto salvaje (mangosta, claria, perros y gatos) como doméstica (cerdos, búfalos de agua) y agricultura y ganadería intensiva. Se propuso lo siguiente: Intensificar la eliminación de las especies de flora foránea como weyler y sicklebush mediante la contratación de brigadas de la Empresa Ganadera, colocar jaulas trampa para la captura de mangostas y gatos callejeros, en el caso de claria o bagres, pesca selectiva de los individuos. Para diseñar un programa de captura de búfalos de agua, se propone una acción coordinada con la Oficina de Manejo Costero Integrado, para su implementación.

Ciego de Ávila: Solo existía un registro para esta provincia, en el sur de Júcaro. El humedal costero al sur de Júcaro y sus sábanas parcialmente inundadas se extienden hasta la vecina provincia de Camagüey. En noviembre de 1994, desde Ciego de Ávila, seis grullas se encontraban en la vía que conectaba el pueblo de Venezuela con Júcaro, se alimentaban de pastos para el ganado, muy cerca de la carretera (fueron fotografiadas por Antonio Perera) miembro del grupo de trabajo, durante ese tiempo. Según las encuestas, desde hace muchos años se ven en pequeños grupos de tres, seis u ocho individuos y nadie los mata. Se alimentan en los pastizales donde pasta el ganado. Los guardabosques cuidan el área, aunque no está bajo protección oficial.

Durante el trabajo de campo en la vecina provincia de Camagüey (2001), visitamos la zona del humedal al sur de Júcaro, que forma parte de esta provincia. En esa ocasión, había ocurrido recientemente una fuerte tormenta tropical y, aunque no pudimos llegar al humedal porque estaba inundado, pudimos, en esos parches de hábitat emergidos, observar la vegetación original en las sábanas.

Se registraron los 11 sitios en Ciego de Ávila, referidos en las encuestas, solo dos fueron confirmados, en el sur de Júcaro y en el norte de Ciudad Morón. Se confirmó la existencia de una población que había estado viviendo en el pueblo de Morón, específicamente en el Venero (parte del El Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila).

El 11 de noviembre de 1994 hicimos un recorrido por los humedales al norte de esta provincia y vimos 16 grullas en una hora en El Venero. En febrero de 1995 se avistaron de 30 a 35 grullas en esta misma zona. En las visitas a esa zona, más de 20 individuos habían sido observados en menos de tres horas el 26 de febrero de ese año. A partir de ese momento se declaró el área protegida bajo la dirección de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y Fauna y se inició la custodia en El Venero.

En la temporada de reproducción de 1995, sólo se vieron dos polluelos, pero en 1996, el equipo local pudo observar a 16 juveniles y 50 adultos como resultado del monitoreo mensual. La estimación de la población en esta área era de al menos 66 individuos en 1996. Lo más interesante es que esta área no fue un récord histórico de grullas.

El censo mensual de grullas realizado en 1998 estimó la abundancia relativa de la población en El Venero, con un promedio de 7,5 grullas / mes. Febrero, noviembre y diciembre fueron los meses con más presencia de esta subespecie, con un promedio de 15, 10 y 11 grullas / mes respectivamente. En los meses de junio, julio y agosto se observaron pocas grullas, las cuales se vieron influenciadas por deficiencias en el método utilizado durante este período donde la vegetación era muy alta y dificultaba la detección de aves desde la torre. En octubre, solo algunas grullas se observaban probablemente debido al aumento del nivel del agua en toda el área, al parecer las grullas se trasladaron a hábitats adyacentes durante este mes.

Las observaciones realizadas por algunos pobladores de Cayo la Rosa y por los guardabosques, parecen confirmar ambas hipótesis según este estudio preliminar, el primer caso, teniendo una población menor de junio a agosto en El Venero. En segundo lugar, nos permitió verificar la presencia de una población mayor de esta especie en el territorio, aunque ocupando otros hábitats adyacentes y, por tanto, el método de conteo debería complementarse con visitas a las otras áreas.

El censo realizado en 1999 arrojó un promedio de 8,6 grullas / mes y valores individuales para los meses de enero (17), febrero (16), marzo (12), julio (9) y diciembre (11). El bajo valor observado en agosto-septiembre habría estado relacionado con la ocurrencia de ruidos frecuentes en la zona durante la construcción de la microestación biológica que albergaría un personal permanente para proteger el sitio y dar cobijo a los biólogos que vendrían a estudiar la especie. Esta construcción posiblemente provocó que las grullas abandonaran temporalmente El Venero. En 2000, la estimación fue de 8,3 grullas / mes, siendo enero y febrero los meses con los valores más altos, con 10 y 9,2 respectivamente. Estos recuentos se resumen en la Figura 2.3.

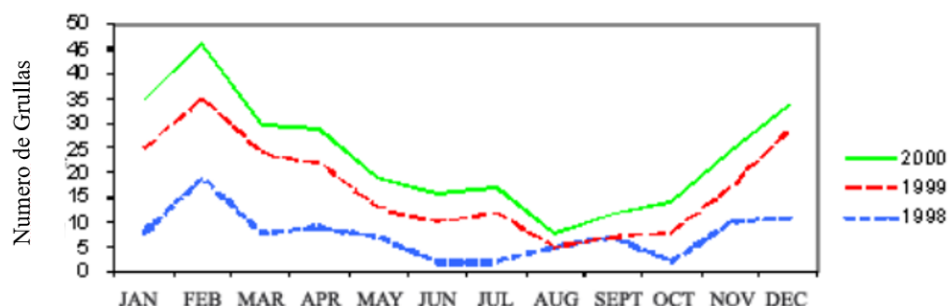


Fig. 2.3. Recuento de grullas por tres años en El Venero, Área Protegida.

Cuando visitamos las áreas de Manacas y Monte Malo en 1995, encontramos varias amenazas: el convertir los humedales en tierras agrícolas al norte de esta provincia es uno de los problemas de conservación en este humedal. En concreto, al sureste de la Laguna de la Leche, hay una extensión de unas 1,500 ha que han sido intensamente perturbadas por un sistema de canales y diques utilizados para cultivar diferentes cultivos que se han ido rotando a lo largo de los años (arroz, pastizales, hortalizas). Muchas de estas áreas han sido repobladas con *Casuarina* (*Casuarina equisetifolia*), una planta que ha cerrado tramos de sábanas. Los búfalos de agua son abundantes y sus efectos nocivos son visibles además del movimiento de vaqueros y perros. Plantaciones de caña de azúcar al borde de los pastos (brindan refugio y permiten la concentración de mangostas, ratas e incluso gatos callejeros). La caza de aves cinegéticas, es autorizada en el humedal costero que bordea esta sábana y los cazadores llegan a El Charcazo, en el Venero. Según los entrevistados, no cazan grullas y no han visto muertos por este motivo, pero según las encuestas, había más bandadas de grullas en esta área en la década de 1960.

Asimismo, en la Isla Turiguanó, atravesando todo el humedal hasta Cunagua, encontramos la denominada "Presa del Cuco" que regula el caudal de agua a voluntad, que se descarga en los canales que ahora abastecen al humedal. Cabe preguntarse si esto permitirá que estos humedales previamente afectados por varios diques vuelvan a su estado anterior. Finalmente, debido a los cambios, existen áreas con terrenos permanentemente inundados, dejando parches de *Cladium jamaicense*, la vegetación predominante típica de ecosistemas con humedad estacional considerada útil para la anidación y alimentación de los polluelos de grulla (Gálvez Aguilera 2002). Los estudios posteriores realizados en este humedal por Ferrer Sánchez (2008) se analizan con mayor profundidad en el Capítulo V.

En los resultados de este estudio preliminar, se consideró que la población de Grullas durante estos años utilizó El Venero principalmente como área de alimentación, ya que durante el monitoreo mensual no se encontraron nidos en 1996-1999, con un esfuerzo de búsqueda similar, los juveniles eran observados en los grupos, pero cuando llegaban para alimentarse junto a sus padres.

Cuando comienza la temporada de reproducción, el número de individuos disminuye, aparentemente, se trasladan a áreas adyacentes para construir sus nidos. Al final de la temporada de reproducción, regresan a El Venero, donde permanecen con valores relativamente constantes, hasta noviembre, cuando aumenta el número de grullas, a menos que la zona se vea perturbada por las inclemencias del tiempo, ocurridas en diciembre de 1997 y noviembre de 2000.

En 2002, durante la época de reproducción, se encontró un nido con un polluelo en el área de El Venero, lo que sugiere que está dentro del hábitat de anidación, pero no parece ser el sitio fundamental.

En años posteriores se realizaron estudios más exhaustivos (Ferrer Sánchez 2008; Ferrer Sánchez *et al.* 2008, 2009, 2010, 2010a, 2016, 2017, 2017a), y la hipótesis preliminar no se cumplió y El Venero resultó tener el mayor número de nidos encontrados (Ver capítulo V y Capítulo VIII).

Esto se explica por la combinación de varios factores que han ido influyendo paulatinamente en este humedal. El Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila (GHNCA) se extiende por la zona pantanosa cercana a la costa, desde los municipios de Bolivia, Primero de Enero, Morón y Chambas. Al sur de Morón se encuentra la cuenca subterránea o geológica y la superficial los de los arroyos Calvario, Naranjo, La Yana, Robles y Cimarrones y varias subcuencas que son afluentes de este.

El humedal ha sufrido transformaciones humanas desde la primera mitad del siglo XIX, cuando se construyeron los canales de Chicola (desde Laguna de la Leche hasta la ensenada con buenas vistas) y el canal Júcaro (de Morón a Laguna de la Leche), para el con el único fin de transportar carbón y azúcar.

Luego, al inicio de la Revolución en 1959, las afectaciones continuaron con la construcción de caminos y sistemas de drenaje. A finales de la década de los ochenta se hicieron varias construcciones hidráulicas dentro del propio humedal, como el cierre de Puente Largo, la presa de Chicola, el cierre de la Ciénaga del Socorro, Laguna de La Leche, y Ciénaga de La Redonda. Las unidades físicas que se formaron a partir de la inserción de estas construcciones civiles e hidráulicas constituyeron la base teórica para la determinación de cinco zonas hidrológicas, (A, B, C, D y E), que

determinan a voluntad, la entrada y salida de agua en el ecosistema (Vidal Olivera, y Gonzáles Abreu 2013), Figuras 2.4 y 2.4.a. y 2.4.b.



Fig. 2.4. Obras hidráulicas y civiles insertas en el GHNCA y zonas hidrológicas aguas superficiales hacia el Gran Humedal en el Norte de Ciego de Ávila, se gravan las aguas superficiales de varias cuencas hidrográficas: La Yana, Calvario, Naranjo, Cimarrones y Robles y 6 subcuencas de drenaje.

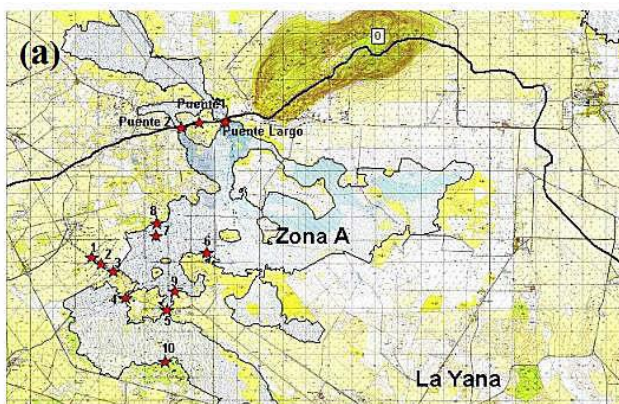


Fig. 2.4.a. y 2.4.b. Puntos de trasvase de agua dentro de la zona A, hacia El Charcazo. Fotografía de El Venero.

La escorrentía superficial de las sierras Judas o Cunagua y todas las corrientes superficiales de la cuenca La Yana drenan a través de los sistemas de compuertas de Puente Largo, Puente 1 y Puente

2, cerca de la zona hidrológica "B" y ésta a la zona C mediante un sistema de Tubos ubicados en el canal de transferencia entre las lagunas La Redonda y La Leche. Esta transferencia está abierta.

Cuando el embalse de La Ronda alcanza cotas superiores a 0,5 m comienza a fluir hacia la laguna La Leche. Cuando se desborda, llega abundante agua a la Zona A -Humedal El Charcazo, durante la época de lluvias, y se disipa en función de la capacidad de absorción del nivel freático. En la época seca se abrían las compuertas para el riego de los cultivos de caña de azúcar y otros. El Charcazo se mantenía inundado en ambas temporadas.

Por otro lado, la siembra de caña de azúcar aumentó a fines de la década de 1960 y mediados de la de 1970. Esto llevó a la apertura de compuertas durante la época seca principalmente para regar las áreas de plantaciones de caña de azúcar, aunque también se beneficiaron de esta acción parcelas de arroz y otros cultivos (en la zona de Manacas y otras partes del humedal). En El Venero, los pequeños canales vertían fundamentalmente directamente sobre la zona, manteniéndola inundada la mayor parte del año.

En el año 2002 se clausuraron los ingenios azucareros de Chamba y Primero de Enero y se abandonaron los cultivos de caña de azúcar, dejando de verter grandes cantidades de agua para riego.

Hoy, según estudios de ingeniería hidráulica realizados por Vidal Olivera y Gonzales-Abreu (2013), "los ríos y arroyos que componen estas cuencas hidrográficas solo drenan durante el período húmedo en presencia de fuertes lluvias, luego de saturar el manto freático o el paso de grandes corrientes de agua provocadas por fenómenos meteorológicos extremos. Por lo tanto, El Venero actualmente depende principalmente del régimen de lluvias anuales y está recuperando su condición de humedal estacionalmente inundado".

Consideramos que este cambio hidrológico influyó en las condiciones de transformación, por lo que El Venero a principios de la década de 1990, era fundamentalmente un área de alimentación de grullas (Gálvez Aguilera 2002) y hoy es principalmente un sitio de anidación (Ferrer Sánchez 2008, Ferrer Sánchez *et al.* 2010, 2017). El cierre de las plantas y el abandono de la producción de caña de azúcar han beneficiado al humedal "El Charcazo", dentro del cual está El Venero. Las grullas también se beneficiaron en la otra área de anidación, en Manacas, porque las plántulas de caña de azúcar eran una guarida para grandes concentraciones de ratas, mangostas y gatos salvajes; hoy tienden a disminuir debido a la desaparición paulatina de las plantaciones de caña de azúcar abandonadas.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que este daño que se produce en las cuencas hidrográficas ha afectado durante mucho tiempo tanto la escorrentía superficial de la cuenca como el nivel freático, por el uso excesivo. Las sequías prolongadas, asociadas al cambio climático, pueden revertir este cambio favorable mencionado anteriormente, si no se concilian los planes de manejo con la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Ciego de Ávila (EAH CA). Será necesario abrir las compuertas y verter un volumen adecuado de agua a los canales que desembocan en el humedal, en la etapa previa a la reproducción de la grulla, cuando exista una sequía prolongada algún año determinado.

Otro factor que debió influir en la concentración de nidos en El Venero es la protección y custodia más directa sobre esta zona que sobre Manacas, además del uso implementado de fuego controlado, extracción de búfalos, así como un programa sostenido de educación ambiental en las comunidades cercanas.

Esto constituye un ejemplo palpable de cómo la represa de ríos puede afectar a una especie como la grulla que depende de las condiciones hídricas de los humedales donde vive. Al igual que en Ciego de Ávila, otros humedales de Cuba están sujetos a estas modificaciones por embalses en muchas cuencas. Por ejemplo, el Pantano de Majaguillar en la provincia de Matanzas es otro que depende de los canales de riego de la represa La Lometa.

Camagüey: en esta provincia, esta especie ha sido reportada en Lesca, específicamente en la Meseta San Felipe, Cayo Romano y los humedales del sur, colindantes con Júcaro.

La meseta de San Felipe limita al norte con la llanura denudativa en el centro de Camagüey, al sur con el embalse de Pontezuela, al este con la llanura antes mencionada y al oeste con el embalse El Porvenir. El relieve se caracteriza por diferentes alturas, como Loma San Felipe, con 176 m sobre el nivel del mar, y otras en sus inmediaciones con cerca de 200 m sobre el nivel del mar. La Grulla vive en el centro de la meseta, donde las sábanas se inundan temporalmente. Antiguamente, eran fácilmente observados en las sábanas de Lesca, debajo de la meseta, pero la perturbación humana las alejó, aunque ocasionalmente se alimentan de ella, a pesar de la perturbación.

Esta meseta fue visitada y algunos encuestados pensaron que había menos grullas en las últimas décadas; sin embargo, en el momento de nuestra llegada, se vieron seis grullas volando. Las inundaciones provocadas por una tormenta tropical previa no permitieron evaluar el sitio, pero se confirmó la presencia de estas aves.

En una segunda visita a San Felipe, el 3 de septiembre de 2001, se contabilizaron once grullas adultas, se observó a una juvenil y se escuchó cantar a otra y, en marzo de 2001, tres polluelos (comunicación personal, Cuerpo de los Guardabosques) habían sido encontrados.

Si bien la meseta de San Felipe no es un área protegida de la provincia de Camagüey, la propuesta para preservar parte de ella fue presentada al Consejo de Ministros de la República de Cuba, pero aún no está oficialmente aprobada. El cuerpo de guardabosques y el Ministerio de Agricultura mantienen a las grullas bajo protección.

Las principales amenazas son la posible explotación minera en un futuro próximo, dado que el altiplano tiene depósitos de níquel susceptibles de ser aprovechados, además de la presencia de perros asilvestrados, lo cual pudimos comprobar en nuestra última visita a esa zona.

La meseta ha sido objeto de atención para los botánicos desde la década de los 80 (Catasús 1985, Méndez 1994, Méndez *et al.* 2003). En Barreto *et al.* (2008), resaltaron sus valores naturales. En la descripción de la flora vascular del Altiplano San Felipe, Provincia de Camagüey (Cuba), con fines de conservación por Martínez-Quezada Edy 2010), el autor encontró 19 especies en el altiplano desconocidas, 11 de ellas con sus géneros y familias no han sido registradas, por lo que constituyen nuevos informes. El 5% de las plantas inventariadas están en peligro (30 especies). Las especies que están clasificadas como En Peligro Crítico (cuatro) y En Peligro (15) son preocupantes, aunque también hay otras clasificadas como Vulnerables (siete) y de Bajo Riesgo (cuatro). Considera que los más importantes se encuentran en la sábana temporalmente inundada, en la sábana arbustiva y en la sábana con palmeras, hábitat de grullas también. En 1997, la propuesta de considerar el altiplano como Reserva de Flora Administrada fue presentada durante el 2º Taller de Áreas Protegidas realizado en Ciénaga de Zapata (Barreto *et al.* 2008). Durante el Festival de Grullas y Conteo Simultáneo en 2003 la campaña de educación ambiental realizó acciones educativas, informando a los vecinos de la importancia de la existencia de grullas en la zona de San Felipe. Se contó una población de 12 individuos.

El segundo sitio donde hay un reporte en la provincia, es Romano Cay. Tres encuestados informaron que las grullas se encontraban en las sábanas naturales de difícil acceso - no fue posible llegar debido a las recientes inundaciones - pero dijeron que habían vivido en estos lugares por más de treinta años. Uno de los encuestados dice que vio 16 grullas en la estación seca en 1993 y mencionó que las grullas compartían el hábitat con los caballos salvajes que viven en Romano Cay. La sábana dentro del Cay es un lugar prístino bien conservado sin perturbaciones humanas y solo se puede

llegar con grandes esfuerzos en la estación seca. Esta población se encuentra en condición desconocida y este informe debe ser verificado.

Además, sería necesario revisar la parte sur del humedal que se extiende hasta Júcaro. Cuando visitamos esta parte del humedal (septiembre de 2001), recientemente se había producido una fuerte tormenta tropical que nos impidió mirarlo porque estaba muy inundado, pero muy cerca del fuerte en el histórico Cruce Júcaro-Morón que se puede observar grullas, según los encuestados.

Provincia de Granma, Ciénaga de Birama: En esta provincia se realizaron 35 censos al personal del área protegida de Flora y Fauna, productores de arroz en (1995), y cinco personas informaron haber visto grullas en el Pantano de Birama.

La Ciénaga de Biramas es el segundo humedal más grande de Cuba, ubicado en la región oriental del país, en el delta del río Cauto, provincia de Las Tunas. El río Cauto es el más grande de Cuba, recorre la zona denominada Valle del Cauto y desemboca en el mar por sus costas. La ciénaga alberga una gran población de cocodrilos. Se estima que más de 130 especies de aves viven en este humedal (Denis Ávila *et al.* 2005) y muchas de ellas tienen grandes poblaciones. Los flamencos son una de esas especies que permanecen en el pantano para alimentarse y reproducirse, se estima que 50.000 ejemplares viven en el Delta del Cauto (Archivo CNAP 2012-2016).

En 1994, a través de censos sobre grullas, se informó que, al menos durante la época de reproducción de ese año, se avistaron dos grullas volando cerca de la Laguna Leonero. Sin embargo, durante una inspección aérea, no los encontramos en esta área.

El Dr. Dennis Denis Ávila (2015), en su estudio, "Análisis de imágenes Landsat multitemporal para evaluar variaciones en la cobertura de vegetación emergente en la laguna Leonero de 1978-2009", dice que la cubierta vegetal es uno de los elementos más importantes que determinan la composición y estructura de las comunidades de aves acuáticas que hacen uso del embalse. Su superficie es un hábitat para numerosas especies acuáticas, pero sus listas de aves no incluyen ninguna observación de grullas. Mencionó otros autores (Montañez *et al.* 1985, Acosta y Múgica 1994), quienes han descrito 97 especies, 28 de las cuales se reproducen dentro de sus límites, algunas especies de aves utilizan la vegetación en los bordes de la Laguna Leonero, 17 de ellas construyen sus nidos sobre la vegetación flotante (Denis Ávila 2015). Su superficie es un hábitat para numerosas especies acuáticas, pero las grullas no aparecen en ninguna de las listas de aves de los autores mencionados. Es muy poco probable que ornitólogos reconocidos no hayan visto

grullas en tantos años de muestreo, si vivieran en este humedal. Consideramos que las grullas no habitan este humedal actualmente. Véanse Figuras 2.5.a y 2.5.b.

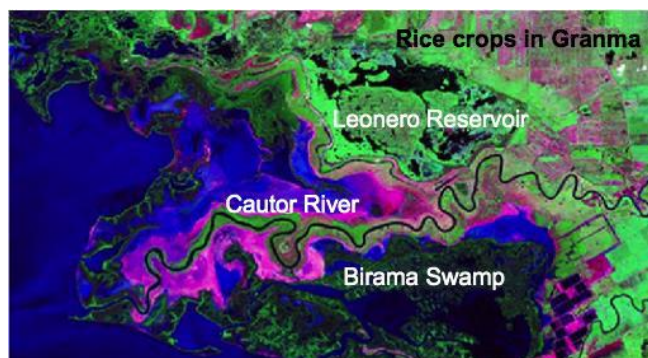


Fig. 2.5.a. Imagen satelital de Ciénaga de Birama.

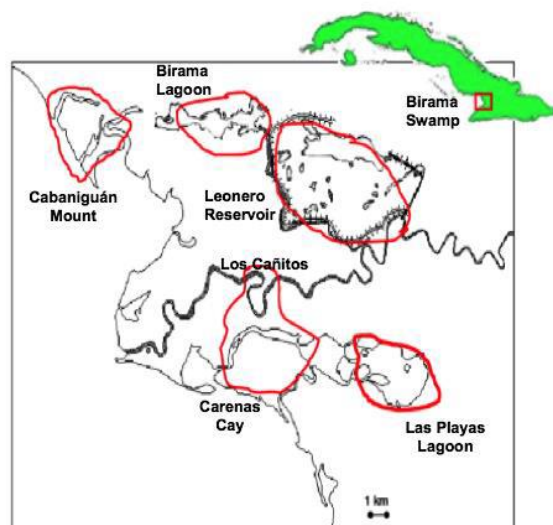


Fig. 2.5.b. Ciénaga de Birama trabajada por Dennis Denis Ávila, 1978-2009.

Las mismas entrevistas realizadas en 1994, en esta provincia, señalaron que en 1970-1980 se avistó un grupo de grullas cerca del poblado de Palo Seco, pero en 1985-1988 solo se detectaron dos parejas y en la actualidad no se ven grullas. Asimismo, en las sábanas y humedales del río Sábalo, cerca de la localidad del mismo nombre, (a 20 km de Leonero) se observaron ocho individuos en 1990-1992. En visitas posteriores (1999) a estos sitios antes mencionados, los especialistas locales en flora y fauna tampoco encontraron grullas.

Un biólogo de campo especializado en aves de Cuba (Ernesto Reyes Muriño, comunicación personal 18 de septiembre 2016) ha informado que, un observador de aves estadounidense, Azure Kurth Arcata de California, con experiencia en avistamiento de grullas en su país, informó haber visto 8 a 9 ejemplares en Yara, también en la provincia de Granma, pero lejos de Birama. Este es un nuevo reporte para la grulla cubana a verificar (Figura 2.6).

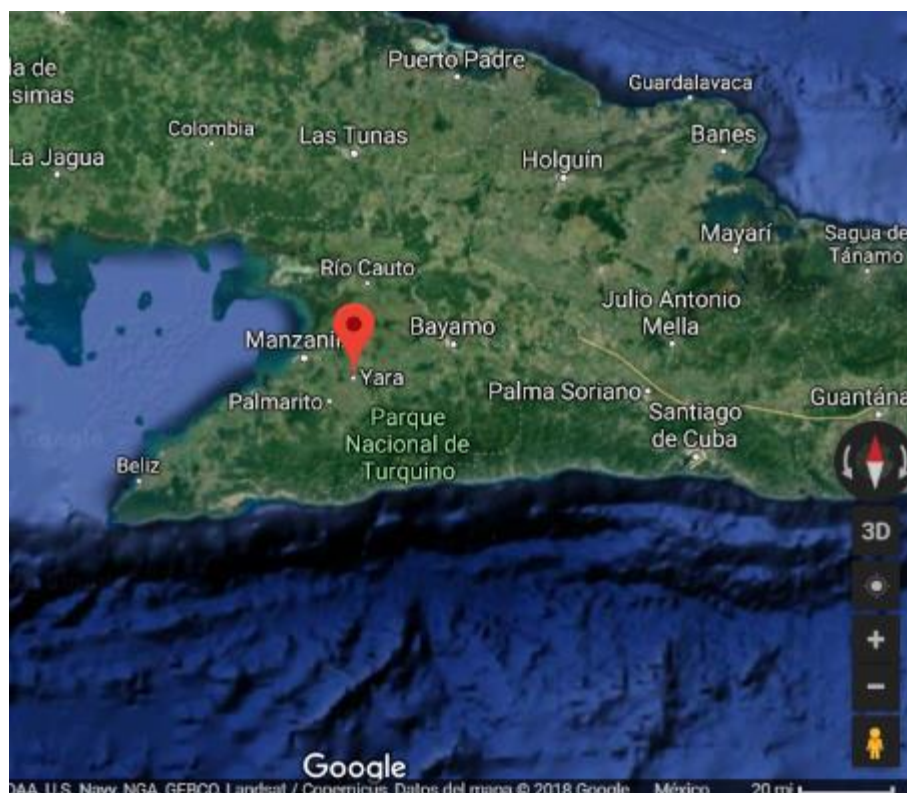


Fig. 2.6. Nuevo reporte (2016) por confirmarse en Yara, provincia de Granma.

Isla de la Juventud: Este es el sitio donde esta especie ha sido más veces mencionada en los registros históricos. En diciembre de 1995 se realizó un censo simultáneo y se definieron ocho subregiones para que se cubrieran aquellos espacios que no son plantaciones, con posibilidad de ser visitados por grullas (Gálvez Aguilera *et al.* 2001). Se estimó que existían al menos 115 grullas en la isla, divididas en dos grupos fundamentalmente, ubicadas en la cuenca hidrográfica Itabo-Los Indios, cerca de la reserva ecológica, entre ellos: Los Indios, y se extendían hasta Siguanea-San Pedro, Buena Vista, Esperanza -la Demajagua y Santa Bárbara, estas áreas se utilizan para alimentación y anidación-. El otro grupo existe en la zona conocida como Sábana Grande, Atanagildo, Libertad y La Reforma, donde solo comen. Aunque en invierno, algunos bandos también visitan la zona de La Fe, esto confirma que las grullas aún viven en las zonas reportadas en el siglo XX por Bangs y Zappey (1905), Read (1913), Walkinshaw y Baker (1946). Restringsieron su distribución a áreas planas y abiertas al norte de Ciénaga de Lanier, dentro del triángulo compuesto por Santa Bárbara, Los Indios y Santa Fe; Walkinshaw (1953) definió que la distribución en la Isla de la Juventud abarcaba la región al norte de Ciénaga de Lanier desde Siguanea hacia el oeste y este

hasta La Pasadita. García (1987) informó que se extendían a Sábana Grande. Sin embargo, desde el siglo pasado, se han retirado en esas zonas pero más cerca de la costa, debido a la expansión de los cultivos. En La Fe, solo algunos rebaños se alimentan, como se muestra en la Fig. 2.7.

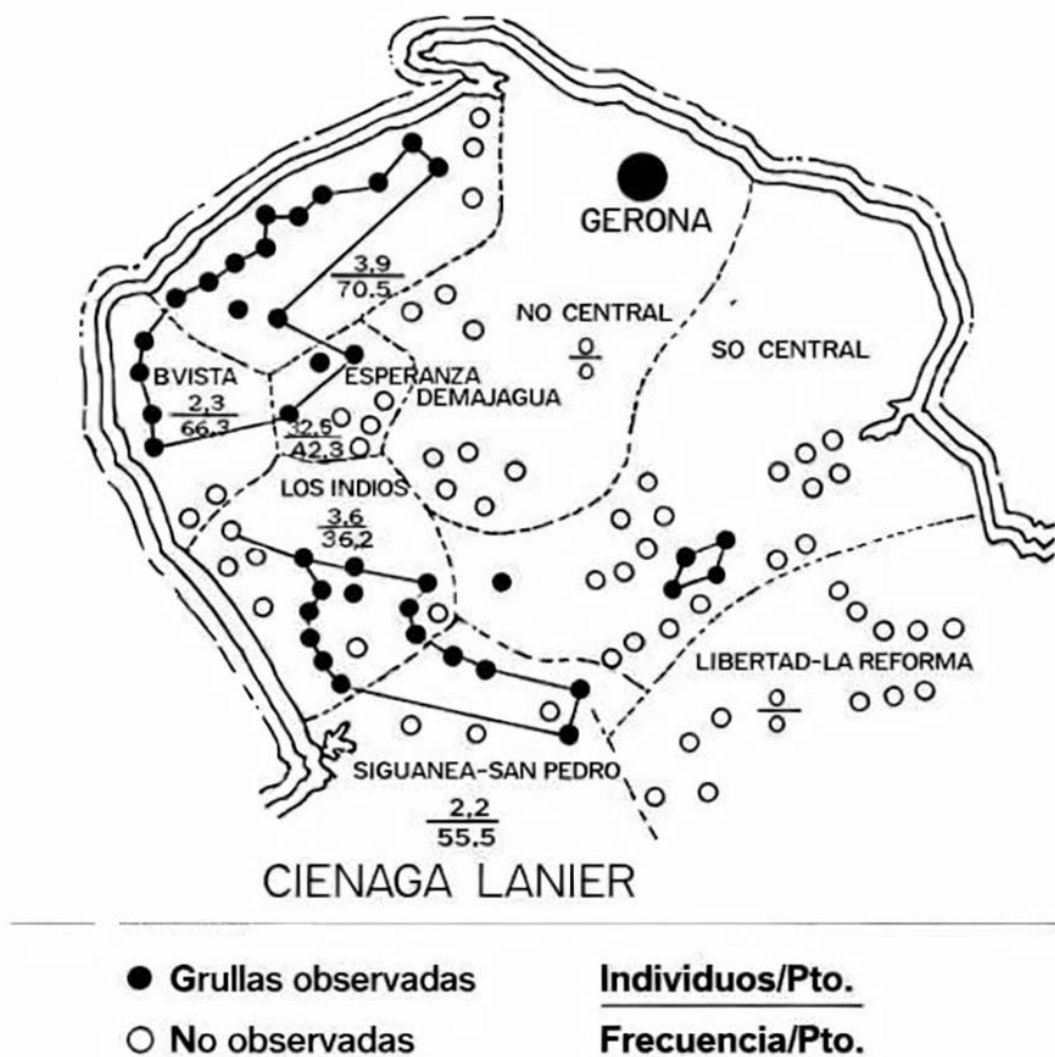


Fig. 2.7. Presencia y ausencia de grullas en las regiones establecidas para el censo. Los puntos negros representan grullas observadas, y las blancas, grullas no observadas. Las cifras son individuos por punto sobre frecuencia por punto.

En 1998 se volvió a realizar un censo; utilizando las mismas estaciones que estaban georreferenciadas desde 1995, y el censo resultó en un aumento de los bandos.

Discusión General

Según las encuestas, todas las poblaciones de grullas viven en estos lugares desde hace más de 30 años.

De las poblaciones actuales de grullas que viven en el archipiélago cubano (Fig. 2.8, Tabla 2.2), tres viven en sábanas de arena blanca, seis en sábanas pantanosas y pantanos en el sur de Cuba, y cuatro en sábanas y pantanos al norte. En cuanto a su conservación, ocho viven en áreas protegidas de la Empresa Nacional de Protección de Flora y Fauna, y las poblaciones de Guane en la provincia de Pinar del Río y en Lesca en Camagüey están siendo atendidas por el Departamento de Guardabosques.



Fig. 2.8. Sitios donde se han localizado poblaciones de grulla cubana en 2017.

Provincia	Área geográfica	Poblaciones	Cuidada por	Condición de la población en 2002	Población 2002-2017
Isla de la Juventud	Los Indios	2	ENPFF	En aumento	En aumento
Pinar de Río	Mantua	1	Cuerpo de Guardabosques	Estable	Desconocido
	Consolación del Sur	1	-	Probablemente extirpada	Probablemente extirpada
	Los Palacios, en San diego de los Baños	-	-		Dos grullas observadas. Población de 1994. No se ha confirmado
Matanzas Ciénaga de Zapata	Ciénaga Majaguillar	1	ENPFF (AP)	Desconocido	Desconocido
	Santo Tomás	1	EFI / (AP)	Estable, desconocido	Desconocido
	San Lázaro	1	EFI / (AP)	Estable, desconocido	Desconocido
Sancti Spiritus	Ciénaga de Guayaberas	1	ENPFF (AP)	Estable En aumento	Estable, desconocido
Ciego de Ávila	Ciego de Ávila Norte	1	ENPFF (AP)	En aumento	En aumento
	Sur de Júcaro	1	ENPFF	Desconocido	Desconocido
Camaguey	San Felipe, meseta	1	Cuerpo de Guardabosques		Desconocido
Granma	Yara	-	-	-	Informe nuevo

Tabla 2.2. Situación de la grulla cubana en 2002 y situación actual (2017).

Hasta los estudios realizados en 2002, el 41,6% de las poblaciones se consideraba estable y el 25,0% en aumento; el resto se encontraba en condición desconocida (dos poblaciones) o no se confirmó su permanencia en la zona (1 población). El 58,3% vive en áreas protegidas.

En 2017, solo dos poblaciones están evidentemente en aumento (Isla de la Juventud y Ciego de Ávila). En Pinar del Río, dos grullas en el municipio los Palacios en San diego de los Baños, fueron observadas en 1994 y puede constituir una nueva subpoblación por confirmar y en Mantua no se sabe el estado de la población. En el norte de Sancti Spiritus (pueden haber aumentado, pero no se conoce la cifra). La población en Ciénaga de Zapata en Santo Tomás probablemente sea estable, según los registros frecuentes de observadores de aves en los últimos años, pero la población no está siendo monitoreada y no podemos afirmarlo. Se desconoce el estado del resto de poblaciones y no han sido visitadas desde 2002. Se ha descartado la población de Birama, por las razones explicadas anteriormente. Sin embargo, se debe verificar un nuevo reporte en Yara, provincia de

Granma en 2016. En el pasado, el acoso era mayor por la cacería, en Pinar del Río y la Isla de la Juventud, en comparación con el centro y oriente de Cuba, donde existe una leyenda generalizada sobre el castigo que sufren quienes comen carne de grulla. Pero incluso se han registrado hechos aislados en Ciego de Ávila, Sancti Spiritus y Ciénaga de Zapata.

2.3 Conteos en estaciones simultáneas en cuatro poblaciones del país

En los cuatro sitios donde viven las mayores poblaciones de grullas grises cubanas (norte de Ciego de Ávila, Ciénaga de Zapata, Isla de la Juventud y Ciénaga de Guayaberas en Sancti Spiritus) se organizaron los mismos conteos de grullas utilizando estaciones simultáneas. Con la participación masiva de los residentes locales, esto fue parte de la implementación de una campaña educativa para proteger a las aves y sus hábitats. En cada estación de conteo se tomaron registros visuales y auditivos de grullas en presencia de estas especies en dichas estaciones de conteo o cerca de ellas, según su sitio de alimentación, pero no se tomaron en cuenta los registros auditivos para los análisis. Se realizaron 11 períodos de conteo, desde febrero de 1995 hasta 2002, incluidos dos para cada uno de los cuatro sitios estudiados (Tabla 2.3).

Sitio	Fecha	No. de conteos
Isla de la Juventud	17/12/95	1
Ciego de Ávila norte	22-23/02/97	2
Ciénaga Las Guayaberas	07-08/02/98	2
Isla de la Juventud	14-15/11/98	2
Ciénaga Zapata	06-07/02/99	2
Ciego de Ávila norte	09-10/02/02	2

Tabla 2.3. Lugares y fechas de los conteos de grullas cubanas.

Censo simultáneo en la Isla de la Juventud en 2005. Este fue el primer censo simultáneo de población de grullas. En esta ocasión, el censo incluyó la población del loro cubano. Doce ejemplares de la ICF y 10 amantes de los loros de EE. UU. y Bahamas, se unieron a los ochenta y tres habitantes de La Victoria Town, el 17 de diciembre de 1995 de 05:00 a 10:00 horas, para realizar el censo.

Cientos de personas de pueblos vecinos y de Gerona, capital de la isla de la Juventud, se sumaron a la popular fiesta de clausura. El resultado del censo fueron 115 grullas y una población de 695 loros. De las 98 estaciones de conteo, solo se detectaron grullas en 38 (38,7%). El número total de animales contados fue 115. Esta cifra es muy cercana a la señalada por Johnsgard (1983) de 100 grullas para esta subespecie en la Isla de la Juventud. El número modal de individuos observados por estación de conteo ascendió a dos, lo que coincide con el hecho conocido de que esta especie casi siempre se observa en parejas. El número mínimo de individuos observados por estaciones de conteo fue 1 y el máximo fue 8.

Aunque el número total fue de 124 grullas, el número real es solo 115, ya que en nueve ocasiones los pájaros pudieron haber contado dos veces. Se observaron un total de 51 parejas, lo que apunta a una población de adultos reproductores que asciende a unos 100 individuos. Al analizar la abundancia de grullas por subregiones, se observa que la zona con mayor número de observaciones y más ocurrencias, es Sábana Grande, una zona bastante deshabitada dedicada a la ganadería. También hay dos áreas muy antrópicas donde no se observó esta especie (Tablas 2.4 y 2.5). El área de Los Indios, donde existe un refugio de fauna para esta especie, tuvo un gran número de individuos por estación de conteo, pero poca presencia en las estaciones mismas. Las grullas escuchadas no fueron tenidas en consideración para este análisis.

Sub-region	N	Grullas/estación (promedio)	Ocurrencia/ estación (%)
West Port - Sábana Grande	17	3,9	70,5
Buena Vista	16	2,2	66,7
Esperanza - Demajagua	7	3,3	42,8
Los Indios	16	3,6	56,2
NO Central	8	0	0
SO Central	21	3,0	23,8
Siguanea - San Pedro	9	2,2	55,5
Libertad - La Reforma	14	0	0
Total	98	3,0	38,7

N = número de estaciones de conteo

Tabla 2.4. Número de grullas por estación de conteo, según subregión Isla de la Juventud, 17/12/95.

Subregión	Área (km ²)	Suelo predominante	Relieve predominante	Vegetación Predominante			
				Pinares	Pinares y palmas	Pasto artificial	Bosque de galería y cultivos
West Port Sábana Grande	71,6	A	L	O	O	+	+
Buena Vista	17,3	A	L	O	+	O	O
Esperanza Demajagua	34,6	F	U	+	O	O	O
Los Indios	116,0	A	L	+	+	+	+
NO Central	70,7	F	U	O	+	O	+
SO Central	106,1	F	U	+	+	O	+
Siguanea San Pedro	82,2	A	L	+	+	+	+
Libertad La Reforma	145,0	F	L	O	O	+	O

A = Suelo arenoso

L = Relieve plano

+

F = Suelo ferrico

U = Relieve undulado

O = Escaso o nulo

Tabla 2.5. Características de las subregiones donde se realizó el conteo de grullas en la Isla de la Juventud.

Los factores ecológicos que favorecen la abundancia de grullas en sus áreas tróficas durante la estación seca aparentemente son los suelos arenosos con poco relieve cerca de los manglares; ausencia de pinares cerrados; bosques y presencia de cultivos y sábanas con pastos artificiales como vegetación predominante (Tabla. 2.6).

Variable	Condición	
	Favorable	No favorable
Suelo arenoso	Predominante (1,8)	Escaso (1,0)
Relieve plano y inundable con manglares	Presente (1,8)	Ausente (1,0)
Pinares y bosques	Ausente (2,1)	Presente (1,3)
Pinares con palmas barrigonas cubanas	Ausente (2,1)	Presente (1,3)
Sábanas con pastizal artificial	Presente (2,0)	Ausente (1,2)
Cultivos con bosques de galería	Presente (1,6)	Ausente (1,4)

Tabla 2.6. Factores ecológicos que favorecen la abundancia de grullas en el norte de la Isla de la Juventud. La abundancia de grullas / estaciones de conteo se muestra entre paréntesis para cada condición. Condición favorable: valores de contaje elevados; condición desfavorable: valores de contaje bajos.

Pensamos que la población de la Isla de la Juventud, según 20 encuestas del total que se realizó, se ha trasladado a los humedales aledaños a las costas, debido a la actividad agrícola (principalmente cítrica y ganadera) que modificó las extensas sábanas originales, hecho de pinos y palmas cubanas, más extendido antes, y por caza furtiva en menor medida.

El desconocimiento de la importancia de esta especie y su hábitat fue ampliamente corroborado por 70 encuestas realizadas antes de la campaña educativa; supimos que, en años pasados, los habitantes de la isla tenían la costumbre de tener grullas como mascotas y cazarlas para alimentarse.

Conteo en 1998, en la Isla de la Juventud. El conteo se repitió para evaluar los resultados del programa de educación ambiental en la región, así como los resultados del programa de conservación de grullas, al comparar los números de población de ambos conteos (1995 y 1998).

Esta vez, basándonos en nuestro conocimiento del conteo anterior, establecimos solo 52 estaciones de conteo, dentro de las 98 utilizadas en 1995 y cubriendo la misma área de 643,5 km². El 14 y 15 de noviembre se realizaron dos conteos, uno al amanecer y otro al atardecer. La Tabla 2.7 resume los principales parámetros de los recuentos de grullas de dos masas que llamaremos Isla (I) para el primer recuento en 1995 e Isla (II) para el recuento en 1998.

Parámetros	Isla (I)	Isla (II)
Fecha	díc 95	nov 98
Número de estaciones	98	52
Estaciones+ (%)	38 (38,7)	32 (61.5)
Individuos/station	3,2 (1 – 8)	5,3
Amplitud		(1 – 22)
Total de grullas	115	171

Tabla 2.7. Parámetros de los conteos simultáneos de grullas durante dos años en la Isla de la Juventud.

El porcentaje de estaciones con registros de grullas fue mayor en el conteo de 1998. El segundo censo de la mañana fue mayor (148 grullas) que el primero de la tarde (78 grullas).

Las estimaciones de población total muestran discrepancias entre los dos años, lo que se debe básicamente al hecho de que, cuando se realiza un solo conteo, se obtiene una estimación de la población total más baja que la estimación combinada de los dos conteos. En base a eso, los datos no se pueden comparar; sin embargo, se pueden comparar los conteos de la mañana. Sabiendo que se estimaron 115 grullas en el censo Isla (I), al compararlo con la estimación de 148 en 1998, se observa un aumento de 33 grullas, lo que representa un aumento del 9,6% en tres años. Consideramos que la estimación de 171 en la isla (II) es más precisa, ya que se basa en los dos conteos juntos, lo que es una estimación mejor que una.

La distribución de individuos / estación de conteo también mostró diferencias entre los conteos, lo que indica una dinámica de agrupación ligeramente diferente para ambos.

El análisis de los datos de los dos conteos, entre los cuales hay un lapsus de tres años, permite evaluar la dinámica de la abundancia y distribución espacial en ese período dentro de la cuenca y el área de Sábana Grande. Para ello dividimos el área de trabajo en las mismas zonas extensas que en 1995 y comparamos el número total de grullas vigiladas por zona, aquí solo usamos en el análisis el conteo matutino realizado en 1998. Descubrimos que las grullas permanecen en las mismas áreas, excepto aquellas que estuvieron muy inundadas no se dispersaron. Se pudo precisar que al menos 30 parejas existieron dentro de la Reserva Los Indios durante este conteo.

Conteo en el norte de Ciego de Ávila 1997. En esta área se realizaron dos conteos de poblaciones, en un período, uno en 1997 y otro en 2002. La Tabla 2.8 muestra los resultados del análisis de frecuencia de distribución y el número de grullas por estaciones de conteo el 22 y 23 de febrero de 1997. Aproximadamente el 57% de los conteos detectaron de 1 a 5 grullas por estación y también

fue el valor modal. Por esta razón, esta especie se detectó en el 32% de las estaciones, con un promedio de 6,7 individuos por estación, una población mínima total de 102 individuos estimada en la región.

Clases de individuos/estación	N	%
1 - 5	12	57,1
6 - 10	3	14,3
11 - 15	3	14,3
16 - 20	3	14,3

N = Frecuencia de clases

Tabla 2.8. Frecuencia de grullas por estación de conteo en humedales del norte de la provincia de Ciego de Ávila.

El humedal, conocido como El Charcazo, comprende: El Venero, Pelegrín, Cayo la Rosa, Cayo Ocuja, Cayo Pariente y Cayo Toro, presentaba la mayor concentración de grullas. El área que cubre es de aproximadamente 2,000 hectáreas, lo que podría ser peligroso porque es un espacio pequeño.

La tasa de repetibilidad del recuento para esta especie fue del 75,8% (Tabla 2.9). Esto indica que los conteos fueron eficientes y posiblemente muestran la lealtad de esta especie a este sitio. En cuanto a la tasa de concordancia numérica, también tuvo un valor aceptable (alrededor del 70%). Este valor indica que la grulla no solo tiene una alta probabilidad de ser visto en el lugar del censo (tasa de repetibilidad del conteo) sino que también existe una alta probabilidad, alrededor del 70%, de que el número de individuos observados en un conteo no difieren del siguiente en un número mayor de cinco.

Parámetros	Ciego de A (I)	Ciego de A (II)
Fecha	02/97	02/02
No. de estaciones	40	32
Estaciones + (%)	42,5	50,0
Individuos/estación	6,7	6,5
Amplitud	(1-20)	(2-18)
Total de grullas	102	101
Distrib. de individuos/conteo (%) (1 – 5 individuos/estación)	57,1	43,8
Repetabilidad del conteo	75,8	90,0
Concordancia numerica de conteos	69,2	71,4

Tabla 2.9. Muestra la comparación entre dos conteos de grullas en las sábanas del norte de Ciego de Ávila, en un período de tiempo de cinco años.

Aunque el número de individuos / estación contados en 2002 fue menor que en 1997, esto se compensó con un mayor porcentaje de estaciones positivas y una mayor repetibilidad del conteo (lo que sugiere que, en el conteo de 2002, las grullas estaban más agrupadas), lo que provocó que el resto de los parámetros sean muy similares. La estimación total de grullas fue prácticamente idéntica, (101) lo que indica que aquí; a diferencia de la Isla de la Juventud, que la población de grullas se ha mantenido estable durante los últimos cinco años.

El conteo en el norte de la provincia de Sancti Spiritus: se realizaron dos conteos, el 7 y 8 de febrero de 1998. La población de grullas de la provincia de Sancti Spiritus en el noreste utiliza la mayor parte del humedal costero. Todos los humedales fueron comúnmente llamados Guayaberas. Usan dos zonas separadas dentro del humedal: (propiamente el Pantano de Las Guayaberas, utilizado para alimentación, y el Cayo Bomba, para reproducción. En las estaciones secas, también pueden utilizar parte de las marismas más profundas, en los espacios terrestres emergentes, cuando el agua desciende. Hoy este humedal se encuentra en el Parque Nacional Caguanes.

Un total de 58 individuos fueron observados en las estaciones censales. Tomando los valores más altos de los conteos en cada estación y luego de eliminar todo lo que tenía la posibilidad de haber sido contado repetidamente, los resultados estimados fueron 58 individuos. Se podría pensar que esto era más probable por el tamaño de esta población según los resultados de los días 7 y 8. Sin embargo, tres bandadas compuestas por 4, 6 y un individuo solitario que se vieron volando hacia la estación, en los momentos 09:15, 09:25, y 09:31 horas, respectivamente, nunca llegó exactamente a

la estación del censo. Fueron escuchados cuando se precipitaron hacia abajo muy cerca, en un pequeño espacio intermareal separado de la estación No. 16 por un denso manglar antes de llegar a Cayo Bomba, pero muy cerca de él. Se les escuchó cantar y se les volvió a ver cuándo volaban hacia el mar, 11 minutos después de su llegada. En este caso, consideramos 71 individuos como la cifra total, sumando estos registros, ya que, en el análisis de la dirección y tiempo de llegada de las grullas al resto de estaciones, no hubo coincidencia que nos hiciera pensar que se trataba de una observación repetida.

Esto daría como resultado una densidad relativamente alta que oscilaría entre 4,0 y 4,5 individuos por km² de superficie útil dentro del humedal.

Conteo en Ciénaga de Zapata. En este humedal se realizaron dos conteos el 6 y 7 de febrero de 1999. En la tarde del 6 de febrero; Se detectaron menos individuos que en la mañana del 7 de febrero (65 y 89 respectivamente), resultado similar al obtenido en la Isla de la Juventud y en Ciego de Ávila. Tomando los valores más altos de los conteos en cada estación y después de eliminar todos los que tenían la posibilidad de haber sido contados repetidamente, los resultados estimados combinados fueron una población mínima total de unas 120 grullas.

El número de estaciones positivas fue mayor en la mañana que al atardecer, siendo el 73% de las 26 estaciones que se utilizaron positivas en ambos días. Este valor combinado es relativamente alto e indica que la Grulla en el área de conteo es abundante en estaciones elegidas al azar.

No existen diferencias significativas entre los valores medios de individuos por estación de conteo visualizados en la mañana y los vigilados en la tarde (5,9 y 5,3, respectivamente), ni entre las amplitudes (1-20 y 1-21), cuyos valores reafirman lo dicho sobre el tamaño de los rebaños. El valor modal del número de individuos por estación de conteo, como en otros sitios, fue del 57,1% para las estaciones de observación de 1 a 5 grullas. La repetibilidad del recuento fue del 61,5% (26,9 + 34,6) para el primero y del 34,6% para el segundo.

La tasa de concordancia numérica, que registra el porcentaje de recuentos sucesivos (2 en este caso) en los que la diferencia numérica en el número de animales registrados es igual o menor que 5, indica la estabilidad de los grupos detectados. Para el Pantano de Zapata, esta tasa fue del 64%, que es un valor relativamente alto, si consideramos que los conteos se realizaron a diferentes horas.

Entre los cayos al sur de Ciénaga de Zapata se encuentra Cayos Diego Pérez. Existe el reporte Histórico de (Barbour 1943). No visitamos esta zona, pero se encuentra a menos de 300 metros

lineales, desde donde se observaron grullas. Es posible que las grullas se muevan allí, si todavía hay un hábitat adecuado. Sería deseable confirmar este registro histórico en el futuro.

2.5. Discusión General

La población de la Isla de la Juventud fue la más numerosa, luego la de Ciego de Ávila, Ciénaga de Zapata y la población más pequeña de las cuatro que fueron censadas, fue la de Ciénaga.

Las poblaciones de Isla de la Juventud y Zapata mostraron un grado de dispersión diferente a las de Ciego de Ávila y Guayaberas.

Las poblaciones de Ciego de Ávila y Las Guayaberas se encuentran ambas en las mismas sábanas pantanosas y palustres y, por otro lado, estas poblaciones están muy concentradas debido al uso de la tierra por parte de agricultores y ganaderos que solo han dejado humedales naturales pequeños y fragmentados, para uso de grullas. Sin embargo, en Ciénaga de Zapata y Los Indios (Isla de la Juventud), donde hay poca actividad agrícola, aunque las sábanas son de diferente origen (en Zapata son sábanas de sedimentación y la Isla de la Juventud tiene sábanas de arena sílice), existe una mayor dispersión y abundancia de grullas, lo que podría indicar que este tipo de sábanas podrían influir en ello.

En línea con lo anterior, los valores extremos para el porcentaje de estaciones positivas y la distribución de conteos de 1-5 grullas ocurren entre Isla Zapata y Guayaberas.

Siguiendo la misma tendencia de mayor a menor población, hay un aumento constante en el número de grullas / estación que se interpreta como causado por una mayor concentración de grullas en los puntos de conteo, según el menor tamaño de la población.

El total de grullas contabilizadas en estas cuatro poblaciones fue de 463 individuos (170 en la Isla de la Juventud, 102 en Ciego de Ávila, 71 en Sancti Spiritus y 120 en Ciénaga de Zapata (Tabla 2.10)); sin embargo, estimamos al menos 550 como el número total, según las siguientes consideraciones:

Las grullas observaron y contaron durante el trabajo de campo en otras provincias

- 14 en Pinar del Río (ocho en Tres Canas y seis en Las Menudas)
- 12 en el norte de Matanzas (Majaguillar)
- 6 en el sur de Ciego de Ávila (Júcaro)

- 12 (6 parejas en la Meseta de San Felipe en 2001 y ratificadas en la fiesta y censo en 2003)

	Sitios			
	Isla de la Juventud	Zapata	Guayaberas	Ciego de Ávila
Fecha	11/98	02/99	02/98	02/17
No. de estaciones	52	26	16	40
Estaciones+ para las grullas %	61,5	73,0	50,0	42,5
Grullas/estaciones y amplitud	5,3 (1-22)	6,3 (1-21)	9,1 (4-16)	6,7 (1-20)
Total de individuos contados	171	120	71	102
Distribución de conteo 1-5 (%)	68,7	57,1	37,5	57,1
Repetibilidad +/+	20,8	34,6	31,2	15,8
Repetibilidad 0/0	37,5	26,9	50,0	60,0
Total	58,3	61,5	81,2	75,8
Concordancia numerica	53,1	64,4	80,0	69,2

Tabla 2.10. Características de los conteos masivos de la Grulla cubana en cuatro sitios.

Habría 44 grullas contadas que se suman a las de las cuatro poblaciones anteriores, para un número de 507 individuos. Como se explicó anteriormente, los registros auditivos no se tuvieron en cuenta en los recuentos. Sin embargo, para la estimación de la población de *A. c. nesiotés* para el país, si fueron consideradas.

- En la isla en 2008, se escucharon 16 vocalizaciones en nueve estaciones de conteo
- Durante el censo en Ciego de Ávila se escucharon ocho vocalizaciones en ocho estaciones
- En el Pantano de Zapata se grabaron siete vocalizaciones en cinco estaciones
- En el censo de Sancti Spiritus, cinco en cinco estaciones

Adicionalmente, en la provincia de Pinar del Río se escuchó a 4 individuos (2 además de los 6 observados en Tres Canas, y se registraron dos vocalizaciones en Los Palacios) y en la Meseta San Felipe, durante el censo, se escuchó una.

Esta cifra (550) es mucho mayor que la registrada para la subespecie de Mississippi (*A. canadensis pulla*) de 102 individuos proporcionada por Nesbitt (1994), pero es menor que la registrada para la

subespecie de Florida (*G. pratensis*) de 4.000 individuos (Lewis 1977; Williams 1978); y 4.594 ejemplares (Nesbitt y Hatchitt 2008).

Esto sitúa a nuestra subespecie en una posición intermedia en cuanto a abundancia cuando se considera la subespecie sedentaria de *A. canadensis*.

Sin embargo, las grandes presiones que se están produciendo fundamentalmente en su hábitat colocan a la población de grullas cubanas en un foco de atención prioritaria.

LA GRULLA CUBANA EN LA ISLA DE LA JUVENTUD

Se desarrolló un mapa de vegetación para clasificar 11 tipos de hábitat dentro de la cuenca hidrográfica Itabo-Majagua-Los Indios en la Isla de la Juventud. Once grullas fueron capturadas y anilladas con un juego de cuatro anillos plásticos de colores para identificación individual y para estudiar su comportamiento reproductivo. Diez de esas grullas estaban equipadas con transmisores de radio para un seguimiento continuo. Después de liberar las grullas capturadas, se realizaron triangulaciones simultáneas de 24 horas para un grupo de cuatro grullas por día. Las grullas utilizaron todos los hábitats definidos, excepto los densos pinares. Las grullas utilizaron los hábitats a diferentes formas según las condiciones del sitio y la temporada de reproducción. La Reserva Ecológica protegida dentro de la cuenca fue el área más utilizada por las grullas durante la época de cría.

Xiomara Gálvez Aguilera
Vicente Berovides Álvarez
Felipe Chávez Ramírez
José Rivera Rosales
Leandro Torrella Prieto

III. LA GRULLA CUBANA EN LA ISLA DE LA JUVENTUD

Introducción

Walkinshaw (1953) realizó los primeros estudios de la ecología de la grulla gris cubana. Durante la década del 50, en el área protegida Isla de la Juventud, se inician estudios sobre ecología que se muestran aquí en detalle y fueron la base para estudios posteriores en otros sitios cubanos.

3.1. Área de Estudio: Hidrográfica Itabo - Majagua - Cuenca Los Indios y Reserva Ecológica Los Indios

La Reserva Ecológica Los Indios se encuentra en el centro-occidental de la Isla de la Juventud. Se ubica de sureste a noroeste paralelo a la costa siendo su límite occidental, su límite sur está en la carretera Siguanea, mientras que los límites este y norte están definidos en el campo por un río, una carretera o un cambio de vegetación que cubre una superficie total de 5.395,47 ha. El área está compuesta por sábanas de arena blanca, es un microclima marcado, con intervalos de altas temperaturas (20-28 grados Celsius) y niveles de evaporación (1.800-2.000 mm anuales), combinados con períodos de intensa sequía (menos de 1.600 mm de precipitación anual). Se encuentra dentro de la Cuenca hidrográfica Itabo-Majagua-Los Indios.

Existe una flora peculiar (Jennings 1917), en un terreno con amplias oscilaciones de humedad, en contraste con la estabilidad anual de los parámetros atmosféricos. En estas condiciones, hay una flora que tiene el 39,1% del endemismo total con al menos 30 endémicos locales reportadas (EMPA 1994). Todos se conocen como especies amenazadas.

Pinos (*Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis*) caracterizan esta sábana. Se encuentran ordenados en baja densidad con la típica palmera de vientre cubana y miraguanas (*Colpotrinax wrightii* y *Coccothrinax miraguano*) variedad arenícola, respectivamente. También existen algunas formas interesantes como las plantas carnívoras, plantas resistentes, plantas que se benefician con el fuego (pirofilas) y otras que son verdaderos fósiles vivientes.

El resto de las plantas son arbustos y gramíneas de diferentes tamaños, desde unos pocos milímetros hasta aproximadamente un metro de altura. Esta peculiar vegetación es utilizada por muchas especies para vivir, reproducirse o invernar, ya que aquí encuentran condiciones adecuadas

de nidificación, como es el caso de la cotorra cubana (*Amazona leucocephala*), la paloma corona blanca (*Columba leucocephala*) y la grulla cubana (*Antigone canadensis nesiotis*).

La marcada infertilidad de la tierra que ha hecho fracasar en el pasado varios intentos de colonización agrícola, junto con la declaración oficial del estatus legal de área protegida, en 1991, de conformidad con la Resolución 372 del Ministerio de Agricultura y ha permitido que este importante ecosistema pueda ser conservado. Véase Figura 3.1.

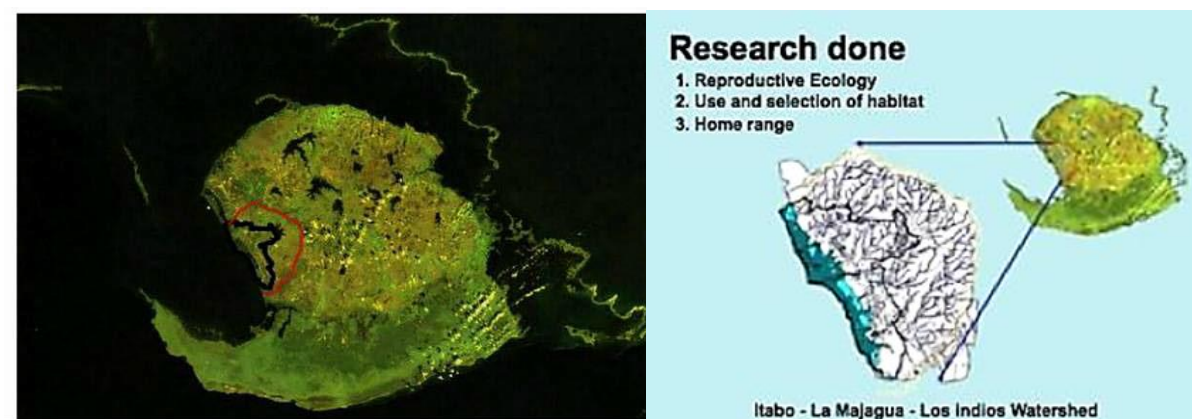


Fig. 3.1. Límite de la Reserva Ecológica Los Indios y la Cuenca Hidrográfica Itabo-Majagua-Los Indios. Se hizo investigación de (1) la ecología reproductiva (*reproductive ecology*), (2), el uso y la selección del hábitat (*use and selection of habitat*) y (3) el rango de hogar (*home range*).

3.2. Metodología general

Vegetación: El estudio de la vegetación en los sitios de alimentación, no se enmarcó completamente en los límites físicos del área protegida. Se ensancha en toda el área correspondiente de la cuenca hidrográfica Itabo-Majagua-Los Indios, debido a que algunas de las grullas se alimentaban fuera del área limítrofe de la Reserva Ecológica.

La reserva fue el área utilizada durante la época de reproducción de las grullas, ya que engloba las mejor conservadas, siendo precisamente los hábitats más aptos para la reproducción. Por lo general, utilizan toda el área correspondiente a la cuenca como un sitio que comprende un conjunto de hábitats que, aunque no todos, son aptos para la reproducción tienen características específicas para realizar otras actividades como la alimentación.

Captura y marcado de individuos, como resultado de dos censos realizados en 1995 y 1998 y debido al trabajo de campo realizado durante cinco años en las Indias, se determinó que el número de grullas que permanecieron durante todo el año en esa zona rondaban las 60 ejemplares. Esto permitió elegir de 8 a 10 individuos para ser instrumentados con radios, lo que podría considerarse una muestra representativa de la población de esa zona, (Valentine 1981), y analizada y consensuada durante el taller de capacitación impartido por Chávez Ramírez (2001, en Gálvez Aguilera 2002).

De todas las variantes analizadas, lugares de uso con agua (dada la posibilidad de limitarlos), estos nos parecieron más aptos para poner trampas y capturar las aves. Las grullas capturadas ascendieron a 11 y se marcaron con 4 anillos de plástico de diferentes colores para su identificación individual, pero se colocaron radiotransmisores para seguimiento en solo 10 grullas. Los transmisores utilizados fueron CRANE MOD. M-16 de emisiones F3E y frecuencias que van desde 142,175 a 142,475 y dos receptores modelo R2000 y R2100 con antenas Yaggi. Después de liberar las grullas capturadas, se realizaron triangulaciones simultáneas de 24 horas para un grupo de cuatro grullas por día.

3.3. Clasificación de hábitats

Al definir y categorizar la apariencia de todas las áreas abiertas con potencial para ser utilizadas por grullas, nos vimos obligados a realizar un mapa actualizado de la vegetación en el área de estudio. Para ello se aplicó el método Shugort (Morrison *et al.* 1998), determinando cuantitativamente la apariencia y estructura de la sábana, los pinares abiertos y los pastizales).

Como macrohábitat, definimos: a) Vegetación en costa arenosa; b) Cuerpos de agua, c) Sábanas naturales y secundarias (pastizales), pinares y otros (Playazos, reservorios de agua y estanques) (Figura 3.2).

Como mesohábitat, se consideraron las variantes de sábanas naturales, que se caracterizan por el pino caribeño (*Pinus caribea*) y la palma barrigona cubana (*Colpotrinx wrightii*) en suelos arenosos y con mal drenaje. En este caso, consideramos tres variantes:

Cerrado: Estrato arbóreo bastante disperso, pero el estrato arbustivo caracterizado por Peralejo (*Byrsonima coriacea*), Hicaco (*Chrysobalanus icaco*) y Roble de sábana (*lepidohyla*) que puede aparecer abundantemente en parches. En la capa herbácea, generalmente hay hierbas y arbustos invasores.

Semicerrados: Tienen una capa arbustiva abierta en parches y la capa herbácea se puede cubrir con concentraciones de *Hypericum* (*Cordobán* o *Caliptrantes*).

Abierto: una capa arbórea escasa, una capa arbustiva aislada o dispersa y una capa herbácea compuesta de hierbas bajas como *cyperaceae*, *poaceae*, *Aristida*, *Rhynchospora* y *Tyvidacea*.

3.4 Para la identificación en campo de todos estos hábitats, utilizamos la siguiente codificación:

VCA	VEGETATION ON SANDY COAST	VEGETACION EN COSTA ARENERA
CP	DAMS	REPRESAS
CA	CREEKS	ARROYOS
CE	PONDS	ESTANQUES
CAY	EXTENSIVE BEACHES	PLAYAZOS
SP	PASTURELANDS	PASTIZAL
SS	GRASSLAND (SECONDARY HERBACEOUS PLANTS)	PRADERA
SPPA	OPEN PINEWOODS	PINARES ABIERTOS
SPPC	CLOSED PINEWOODS	PINARES CERRADOS
SOT	OTHER PLANTATIONS	OTRAS PLANTACIONES
SNC	CLOSED SAVANNAS	SÁBANAS CERRADAS
SSC	SEMI-CLOSED SAVANNAS	SÁBANAS SEMICERRADAS
SNA	OPEN SAVANNAS	SÁBANAS ABIERTAS



Sábana natural semi-cerrada (SSC)



Sábana natural abierta (SNA)



Sábanas cerradas (SNC)



Pastizales (SP)



Pinares cerrados (SPPC)



Pinares abiertos (SPPA)



Playazos (CAY)



Lagunas naturales costeras (LG)



Pastizales o sábanas en recuperación (SP)



Otras plantaciones (SOT)

Fig. 3.2. Así se determinaron el macrohábitat, las sábanas naturales, antrópicas y las plantaciones de pino.

Se estimó la frecuencia de uso de cada hábitat sobre el número de grullas registradas en cada tipo de hábitat, sobre el total de grullas registradas (Tabla 3.1.a.).

Para este análisis, las grullas se agruparon, según su condición reproductiva, en:

Grullas no reproductoras, compuestas por tres grullas jóvenes o suba-adultas radios instrumentadas que no se reprodujeron durante el tiempo del estudio. Registrado como no reproductivo.

Grullas reproductoras que pusieron e incubaron huevos, pero que no produjeron polluelos; en este caso, fueron cuatro grullas radio-instrumentadas. Registrado como grullas con huevos.

Grullas reproductoras, que incubaron huevos y criaron polluelos durante un tiempo determinado, incluyéndose aquí dos grullas radio instrumentadas. Registrado como grullas con pollitos. Para determinar la dinámica de uso de un hábitat temporal, se tomaron en cuenta las fechas reales de la temporada de lluvias que comenzó el 15 de abril al 15 de octubre y la temporada seca del 16 de octubre al 14 de abril (Tabla 3.1.b).

No. de grulla	Condición reproductiva	Estaciones		
		abril – julio	agosto – octubre	noviembre – enero
003	No reproductiva	37	32	42
073		31	31	32
114		39	6	7
013	Grullas con huevos	32	30	39
053		34	29	46
063		19	30	24
105		31	28	48
023	Grullas con polluelos	24	28	42
005		29	32	54

Tabla 3.1.a. Ubicaciones por estación para grullas monitoreadas (n = 9) desde abril hasta enero por sus números de identificación respectivos y estatus reproductivo durante el periodo monitoreado). No hay datos de febrero ni marzo.

ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Estación seca					Estación de lluvia					Estación seca	
Periodo no reproductivo			Periodo reproductivo				Periodo no reproductivo				

Tabla. 3.1.b. Estatus reproductivo de las grullas cubanas de acuerdo con los ciclos lluviosos y secos y meses del año basado en los datos presentados en la Tabla 3.1.a.

Las frecuencias de uso del hábitat para cada condición y estación respectivas se evaluaron mediante una prueba triple de G. Sokal y Rohlf (1981) para tres condiciones reproductivas, dos estaciones y cuatro tipos de hábitat, de los 10 utilizados por las grullas. Para evaluar la selectividad de los tipos de hábitat se utilizó la metodología (Alldredge y Ratti 1992; Manly *et al.* 1993) que corresponde a los diseños I y II de Manly *et al.* (1993) y el segundo nivel de Johnson (1980), es decir, el del hábitat local.

En la interpretación de la vegetación, para el área total y el área de origen, se utilizaron las fotografías aéreas del vuelo más reciente sobre la Isla de la Juventud en agosto de 1997. El área de estudio cubre un área de 12.946,48 ha, abarcando el 98% de la superficie. El área de residencia general de las 10 aves radio instrumentadas.

Área de Hogar. Para la estimación del área de origen se utilizó el método Kernel (Samuel y Fuller 1994 y Chávez Ramírez 2001), que se seleccionó en lugar del Polígono Convexo más tradicional.

Variables analizadas. Las variables analizadas a partir de los datos fueron: número de árboles y su diámetro a una altura de 1,5 m (DAP), número de arbustos y altura (cm), cobertura (en porcentaje) de arena limpia, hojas caídas, plantas herbáceas y pastizales, obstrucción visual Norte, Sur, Este y Oeste y abundancia de pastos en los intervalos 0-25 y 25-50 cm. Estas variables se compararon entre sitios con y sin grullas, teniendo en cuenta los hábitats, mediante un análisis de varianza bifactorial (Zar 1999).

3.5 Ecología reproductiva

Para el trabajo sobre ecología reproductiva de la grulla gris cubana, seguimos Thompson (1970), Layne (1981, 1982), Bennett (1988), Depkin *et al.* (1994) y Valentine y Hereford (1997). Los nidos de grullas se ubicaron en la Reserva Ecológica Los Indios a modo de búsqueda, principalmente a pie. Las coordenadas de cada nido se determinaron con GPS-2000 y se ubicaron en un mapa cartográfico a escala 1:50.000. La distancia entre parejas se calculó mediante el mismo método. De 1995 a 2002 se localizaron 89 nidos y 51 de ellos fueron monitoreados hasta la eclosión, registrándose un total de 39 huevos. Durante los últimos 6 años del estudio, se calcularon siete tasas de reproducción: huevos / nido, polluelos / huevo, polluelos / nido, polluelos / nidos exitosos, nidos con huevos (%), huevos eclosionados (%) y nidos exitosos (%).

Para el estrato arbóreo, registramos las especies de los tres árboles más cercanos al nido dentro de cada cuadrante, midiendo su distancia al centro del nido y el diámetro a la altura de 1,3 m (DAP). La

cobertura del suelo se midió mediante el cuadrante de Dawen Miller, comenzando desde el borde del nido en el centro de la parcela de tierra y colocando el cuadrante de 25 cm justo en cada punto cardinal. El porcentaje de cobertura se determinó en cuatro categorías: arena limpia, hierbas, plántula y hojas caídas. Para el estudio de la capa arbustiva se eligió uno de los ejes (NS o EO) y, paralelo a 1 m de dicho eje, se colocó un transecto de 5 cm, donde se registró en las categorías de 0-25, 25-50, 50-75 y 75-100 cm.

La obstrucción visual se midió tomando una pantalla de densidad (regla de 10 cm de ancho) que se dividió en secciones de 10 cm (identificadas y marcadas con colores para poder ver las divisiones desde lejos). Se colocó en el centro del nido y la observación se realizó a una altura de un metro sobre el suelo.

El cribado se definió como: el parche de vegetación densa más cercano, desde el cual se midió la distancia mínima al centro del nido y se dibujó un diagrama. Se evaluó si estaba relacionado o no con alguna fuente de agua. Para comparar estas variables con los hábitats no utilizados por las grullas para anidar, se estudió un punto aleatorio para cada nido.

3.6 Resultados y discusión

Cambios temporales en las variables de reproducción. La Tabla 3.2 muestra los datos de reproducción de la grulla cubana durante seis años. La época de reproducción de esta especie se extiende desde finales de febrero hasta mayo-junio, siendo su período de mayor actividad marzo y abril. Este resultado coincide con los registrados por Bennett y Bennett (1990a), Dwyer (1990) y Dwyer y Tanner (1992) para *Antigone canadensis pratensis* en Florida. En 1995, se observó un polluelo recién nacido hasta el 10 de junio y, en 2002, también se observaron cinco polluelos a finales de julio, atribuidos a una posible reanidación. Esto se corroboró con el reanidamiento de una de las grullas radio-instrumentadas que, 21 días después de haber perdido su nido, volvió a anidar. Los valores numéricos de los datos de reproducción que se muestran en la Tabla 3.2 se convirtieron en tasas de reproducción que se muestran en la Tabla 3.3.

Año	Periodo de estudio	Nidos documentados	Nidos monitoreados	No. de huevos	Nidos con dos huevos	Huevos eclosionados	Nidos exitosos
1997	Marzo/Abril	6	6	11	5	5	4
1998	Marzo/Abril	7	6	12	6	7	4
1999	Marzo/Abril	12	8	14	6	12	7
2000	Marzo/Abril	9	9	13	6	7	5
2001	Abril/Julio	16	7	13	6	2	2
2002	Marzo/Abril	23	8	13	6	3	2

Tabla 3.2. Datos sobre reproducción de la grulla cubana en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

En los datos que se muestran en el último cuadro se observa un aumento de todas las tasas durante 1997, 1998 y 1999 (con los valores más altos en los dos últimos años), y luego una disminución en 2000 y 2001, notándose una leve recuperación en 2002.

Año	Huevos/nido	Polluelos/huevo	Polluelos/nido	Polluelos/ Nidos exitosos	Nidos con dos huevos (%)	Huevos eclosionados	Nidos exitosos (%)
1997	1,83	0,45	0,83	1,25	83,3	45,4	66,7
1998	2,0	0,58	1,17	1,75	100,0	58,3	66,7
1999	1,75	0,85	1,50	1,71	75,0	85,7	87,5
2000	1,44	0,54	0,78	1,40	66,7	53,8	55,6
2001	1,85	0,33	0,28	1,00	85,7	15,4	28,5
2002	2002	0,31	0,50	1,50	75,0	30,7	25,0

Tabla 3.3. Tasas de reproducción de la grulla cubana durante seis años en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

Los análisis estadísticos demostraron que los cambios en el porcentaje de nidos con dos huevos no fueron significativos entre años ($P > 0,05$), pero los porcentajes de eclosión ($P < 0,01$) y nidos exitosos ($P < 0,10$) fueron significativos. El patrón que observamos se puede explicar por la acción de varios efectos combinados. Entre estos efectos, se consideraron las precipitaciones anuales acumuladas antes (enero a marzo) y durante (abril a julio) la temporada de reproducción de las grullas en la reserva, que es el factor más importante según los resultados de (Bennett y Bennett 1990a 990). Las correlaciones no paramétricas (r_s) calculadas antes de la precipitación acumulada y todas las tasas de reproducción fueron numéricamente relevantes (valores $> 0,40$) solo en lo que se refiere a las

correlaciones de polluelos / nidos exitosos y precipitación acumulada antes de la temporada de reproducción ($r_s = 0,600$) y porcentaje de nidos exitosos con lluvia acumulada durante la temporada de reproducción ($r_s = -0,586$). La magnitud y el signo de la correlación pueden interpretarse desde el punto de vista del significado biológico (Primack *et al.* 2001).

Nuestros resultados coinciden con los de Layne (1983), Bennett y Bennett (1990a) y Dwyer (1990) y se pueden interpretar de la misma manera. Según estos autores, las lluvias durante la estación seca (anterior a la reproducción) estimulan una reproducción exitosa (polluelos / nidos exitosos). Debido a una mayor disponibilidad de alimento en la etapa de preparación para el debilitamiento reproductivo, mientras que lluvias muy abundantes en la época de reproducción reducen el éxito reproductivo (% de nidos exitosos) provocados por la inundación de nidos y la muerte de pollitos por neumonía. También se analizó la temperatura, pero no influyó en las tasas de reproducción ya que se mantuvo muy estable durante los seis años analizados. Esto coincide con la observación de Walkinshaw (1981).

Los valores totales de las tasas de reproducción para los seis años de estudio se muestran en la Tabla 3.4. El tamaño medio de la cría durante los seis años de estudio fue de 1,72 huevos / nido, siendo este valor idéntico al registrado por Nesbitt y Schwikert (1998) para la subespecie de Florida. Por su parte, las tasas de nidos con dos huevos y con huevos eclosionados tuvieron valores superiores a los registrados por Dwyer (1990) de 53,0 y 78,5% respectivamente, pero la tasa de nidos exitosos fue mucho menor que la registrada por este autor, del 73,0%.

Variables cuantitativas	X	S
Huevos por nido	1,72	0,12
Polluelos por huevo	0,51	0,20
Polluelos por nido	0,84	0,44
Polluelos per nido exitoso	1,52	0,36
Variables cualitativas	%	
Nidos con huevos	71,1	
Nidos con huevos eclosionados	84,1	
Nidos exitosos	54,5	

Tabla 3.4. Datos de reproducción promedio (X) y su variabilidad (S) o frecuencia % para la grulla cubana en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud, de 1997 a 2002.

Los resultados de este incremento se corroboran en la Tabla 3.5, que muestra el incremento en el número de parejas con pollitos y el número de pollitos por cada 100 adultos con valores que van de

28,5 a 31,4, lo cual es similar a lo registrado por Layne (1983), 27,7%, pero superior a lo registrado por Bennett y Bennett (1990a).

Variables	Años				
	1997	1999	2000	2001	2002
No. de parejas	8	9	7	4	17
Con dos polluelos (%)	1 (12,5)	4 (31,4)	2 (28,5)	0	3 (17,6)
Con un polluelo	7	5	5	4	14
Total de polluelos	9	13	9	4	20
Polluelos/pareja	1,1	1,4	1,3	1,0	1,2
Total de adultos	56	35	-	-	-
Total de polluelos	16	11	-	-	-
Polluelos/100 adultos	28,5	31,4	-	-	-

Tabla 3.5. Número de parejas con polluelos y productividad de polluelos de grulla cubana en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

La Tabla 3.6 muestra cómo el número de huevos perdidos también ha disminuido durante los años de aumento de las tasas alcanzando el 14,7% en 1999, que es similar a lo encontrado por Dwyer (1990) y Dwyer y Tanner (1992), que fue del 15% en *A. c. pratensis*. Sin embargo, las pérdidas de huevos volvieron a aumentar considerablemente en el período 2000-2002.

En los seis años de estudio se perdieron 31 huevos y donde (35,5%) de ellos se debieron a factores antropogénicos: la depredación por Caracara (*Caracara plancus*) y los huevos rotos en todos los casos resultaron del susto en incubación de aves que abandonaron temporalmente sus nidos, debido a la presencia de perros relacionados y el movimiento de ganado relacionado. Otro factor fue la acumulación excesiva de material ígneo. Antes de 2000, los incendios controlados evitaban incendios frecuentes de grandes proporciones.

Causas	Años					
	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Número de huevos	12	14	13	13	13	65
Infertilidad	1	0	1	3	1	6 (19,4)
Incendio	2	0	0	0	0	2 (6,4)
Predación por Caracara	2	2	0	1	0	5 (16,1)
Abandono	0	0	1	2	3	6 (19,4)
Quebrado	0	0	0	2	2	4 (12,9)
Podrido	0	0	0	2	1	3 (9,7)
Líquido amarillo	0	0	1	0	1	2 (6,4)
Desconocido	0	0	1	1	1	3 (9,7)
Total (%)	5 (41,7)	2 (14,3)	4 (30,7)	11 (84,6)	9 (69,2)	31 (43,7)

Tabla 3.6. Causas de pérdida de huevos de grulla cubana en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

Las pérdidas de polluelos aumentaron, en los primeros 15 días después de nacer con lluvias excesivas en junio, cuando la temporada de reproducción se retrasó, debido a la intensa sequía previa. La sequía previa a la reproducción provoca la desaparición de los cauces de agua intermitentes. Los polluelos se exponen a áreas abiertas para llegar a las lagunas permanentes para beber donde pueden ser presas de cocodrilos (*Crocodylus acutus* y *Caiman sclerops*) que se concentran en estos cuerpos de agua. Se ha observado que los halcones de cola roja (*Buteo jamaicensis*) atacan a los pollos dos veces en estos años. Se localizaron todos los nidos de *Buteo jamaicensis*, se mapearon (Fig. 3.3) la densidad de nidos en la reserva de este depredador es alta. También se realizó un estudio preliminar para estimar la población de caimanes dentro de la zona y ser un resultado probable en las lagunas permanentes durante el período. Los 175 individuos estimados se consideraron muy altos, especialmente porque se observaron muchos individuos juveniles.

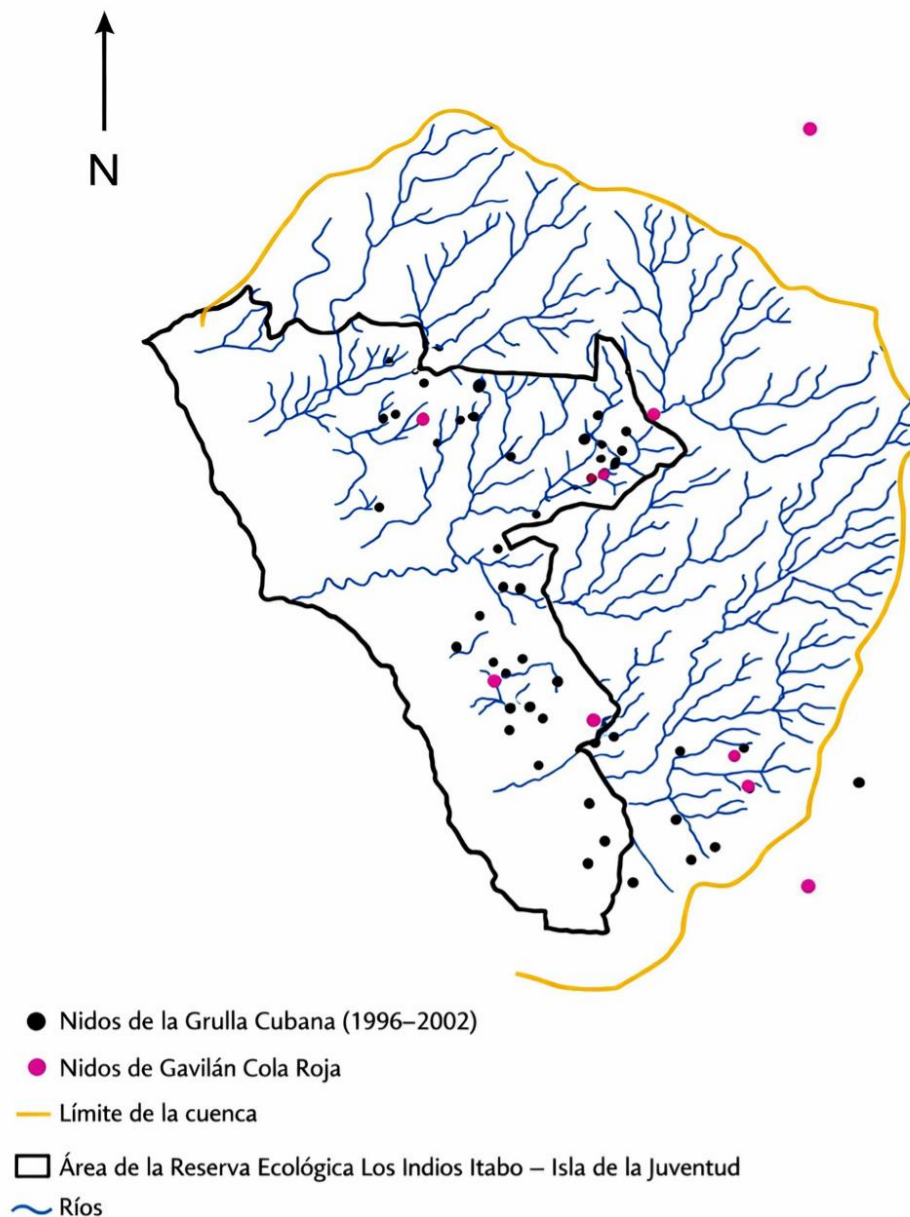


Fig. 3.3. Se localizaron y mapearon todos los nidos de gavilanes de cola roja (*Buteo jamaicensis*) (puntos rosados).

Características generales del hábitat del nido. Al analizar las características generales de los hábitats que rodean los nidos, observamos que, para anidar, las grullas prefieren anidar en terrenos planos de igual magnitud que los de llanura a ondulada. En cada nido se midió la pendiente del terreno, se obtuvieron valores de pendiente que oscilan entre 1,5% y 7%, lo que evita inundaciones durante una época normal de lluvias. Las grullas también prefieren anidar en suelos ferralíticos

cuarzosos y arenosos con una vegetación que va desde la sábana hasta los pinares abiertos. La capa arbórea es muy escasa, y la capa arbustiva es escasa, dispersa y corta, lo que permite a las grullas caminar y comenzar a volar con facilidad.

Sin embargo, los nidos en espacios abiertos en sábanas con amplia visibilidad tenían, en algún lugar del ángulo visual, una zona de espesa cobertura vegetal que favorecía cierto tamizado o aislamiento para la pareja, estas “pantallas” estaban a una distancia del nido que iba de 24 a 60 m. La mayoría de los nidos (89,6%) se realizaron cerca de un arbusto de *Tabebuia* spp., Acompañado en algunos casos de un árbol (pino o palmera), dotando así al paisaje de un punto focal de atracción visual, que puede ser utilizado como punto de referencia. para identificar fácilmente el sitio de anidación desde el aire. En cuanto a los hábitats de parejas con polluelos, todos se encontraron en áreas cercanas a los nidos, pero tuvieron ciertas diferencias en cuanto a las variables analizadas. En el 75% de los casos, las grullas fueron observadas en terreno llano, solo el 25% en la llanura ondulada y el 100% se encontraron en suelos arenosos cuarzosos, la vegetación compuesta por pinares escasos predominó en el 62% de los casos. En estas zonas, aunque no son sábanas naturales, existe un proceso de marcada sabanización provocada por la acción de los incendios sobre suelos muy pobres en nutrientes y sometidos a largos periodos de sequía e inundaciones temporales.

Nidos. En cuanto a los tamaños de los nidos, el diámetro exterior osciló entre 64,75 y 68,40, con un promedio de 66,80 cm, y el diámetro interior varió de 59,12 a 62,40 y un promedio de 60,40 cm. Por otro lado, la altura osciló entre 2,23 y 4,40 y promedió 3,60 cm. Ambos diámetros caen en el rango informado por Thompson (1970) y Depkin *et al.* (1994) para la subespecie de Florida, con un diámetro exterior de 93,0 (58,4 - 152,0 cm), el diámetro interior de 33,00 (15,21 - 71,00 cm) y una altura de 10,1 a 45,7 cm. Debido a la preferencia de los sitios secos a los sitios inundados, la altura es mucho más corta que en el caso de las grullas grises de Florida.

En cuanto a los nidos, las fluctuaciones en su densidad (inversamente relacionadas con las distancias) tuvieron valores mínimos en 1999 y 2002, lo que posiblemente se debió a que esta variable está influenciada por la visibilidad entre nidos activos simultáneos, los cuales a su vez están influenciados por la dinámica de incendios en la zona.

La distancia promedio entre nidos simultáneos osciló entre 2,86 y 5,96 km, con una amplitud entre 0,13 y 19,4 km. La distancia entre nidos activos simultáneos es un claro indicador de la territorialidad

de esta especie; según Dwyer (1990) oscila entre 0,07 y varios kilómetros, lo que coincide con nuestros datos (Tabla 3.7).

Distancia entre nidos

Años	N	n	X	S	CV	Amplitud	Densidad/km²
1997	6	15	2,86	1,61	56,3	0,28 - 5,55	0,030
1998	6	15	3,28	1,67	50,9	0,38 - 5,32	0,024
1999	18	153	5,93	4,26	71,8	0,52 - 19,4	0,006
2000	13	78	4,36	2,27	52,06	0,13 - 9,98	0,013
2001	7	21	2,94	1,50	51,02	0,53 - 5,09	0,028
2002	11	56	4,86	2,76	56,79	0,55 - 10,6	0,010
Distancia entre grullas con polluelos							
1997	8	28	5,65	3,04	53,8	0,58 - 9,97	0,008
1998	10	45	4,54	2,27	50,0	0,90 - 9,22	0,012
1999	9	36	7,49	6,44	86,0	0,55 - 21,6	0,003

X = Promedio

S = Desviación Standar

CV = Índice de Variación

Tabla 3.7. Valores estadísticos de las distancias (km) entre nidos y entre parejas de grullas con polluelos, durante tres años en la Reserva Ecológica Los Indios. N = Número de nidos o parejas. n = Número de distancias.

Las 10 parejas identificadas utilizaron las mismas áreas para anidar en ambos años, con una distancia mínima de 160 cm y una distancia máxima de 200 metros entre nidos, que es más corta que la distancia registrada por Valentine y Hereford (1997) para la grulla de Mississippi.

Material para hacer nidos. En la Tabla 3.8 se analizan los principales materiales utilizados por las grullas para hacer sus nidos y su porcentaje en relación con el total de nidos construidos durante tres años, siendo las agujas de pino, así como las hojas y ramas de arbustos los principales materiales. Las hierbas solo aparecen en los nidos que se hacen en las zonas más bajas. Resultados similares a los de Thompson (1970).

Materiales	1997 (N = 6)		1998 (N = 6)		1999 (N = 8)	
	n	%	n	%	n	%
Agujas de pino	3	50,0	5	83,3	5	62,5
Ramas y hojas de arbustos	3	50,0	6	100,0	5	62,5
Plantas herbáceas	2	33,0	2	33,0	0	0

Tabla 3.8. Materiales utilizados por la grulla cubana para construir sus nidos en la Reserva Ecológica Los Indios. n = Número de nidos con el material. Porcentaje (%) referido al total de nidos (N).

La Tabla 3.9 muestra el grosor de las cáscaras de huevo de grulla pesadas y medidas. El valor en 1998 es menor que en los otros dos años; esto se atribuye a la sequía extrema en la época anterior a la reproducción, que reduce la abundancia de alimentos (pomáceos, camarones y cangrejos) ricos en carbonato cálcico, elemento fundamental para la formación de la cáscara del huevo.

Año	No. de huevos	X	S	CV
1997	4	0,42a	0,045	10,6
1998	6	0,33b	0,056	17,5
1999	8	0,40 ^a	0,035	8,6

X = media aritmética

S = desviación típica

CV = razón de variación

F = 63,83 (P <0,001)

Los promedios con letras diferentes difieren en P <0,05 mediante la prueba de Duncan

Tabla 3.9. Grosor (mm) de las cáscaras de huevo de la grulla canadiense cubana durante tres años en la Reserva Ecológica Los Indios. En todos los casos, se midieron 10 fragmentos de cáscaras de huevo.

3.7 Aspectos del comportamiento reproductivo

Observaciones frecuentes y periódicas de las parejas de grullas radio instrumentadas en 2001 nos permitieron identificar, conocer que el comportamiento consistente en esparcir tierra roja sobre sus plumas está fuertemente relacionado con la actividad reproductiva. Las parejas iniciaron el proceso de pintura desde los primeros días de abril. Durante los dos días posteriores al inicio de la lluvia el 15 de mayo, una de las parejas que nunca anidó no se pintó las plumas, pero al año siguiente, cuando la pareja sí incubó, se pintó por completo, lo que coincide con Nesbitt (1975). En nuestro estudio, relacionamos este hecho más directamente con el proceso de incubación.

En los dos años en los que se pudo observar el comportamiento individual por pareja, solo se registró un caso de reanidación; 17 días después de perder su nido debido a una inundación, una pareja volvió a intentarlo y puso dos huevos sin éxito. Nesbitt (1988) registró un intervalo de 18 a 20 días para la reanidación en el caso de la grulla de Florida. Bennett y Bennett (1990a) encontraron un fracaso del 40% en el segundo intento.

En 21 de los 44 nidos monitoreados, detectamos la presencia de nidos accesorios o falsos. Con diámetros y formas similares al nido real y una distancia que va desde 0,75 m a 300 m (Layne 1981), en *A. c. pratensis*, lo atribuye a la preferencia por nidos acuáticos que son útiles para proteger al polluelo del agua en la primera etapa o como factor de adaptabilidad utilizado para confundir a los depredadores. En nuestras observaciones, vimos a la grulla incubadora usar este falso nido dos veces, lo que podría atribuirse a un comportamiento anti-depredadores. La reproducción exitosa es un factor clave para mantener la unión de la pareja, una pareja fallida es más propensa a separarse (Nesbitt 1989, Nesbitt y Tacha 1997) refieren el abandono del 23% de las parejas fallidas en Florida. El macho de una de nuestras parejas instrumentadas por radio en 2001 dejó a la hembra 9 días después de que el nido se perdiera debido a una inundación. Durante esta etapa de cría, el cuidado del nido por parte de ambos miembros de la pareja resulta en actividades como dormir, pintarse las plumas y beber que se realizan en zonas muy cercanas al nido. El padre que no está incubando solo se aleja ocasionalmente para alimentarse, lo que es similar a lo que encontró (Valentine 1981).

El tipo de hábitat y el régimen de lluvias influyen en el abandono de nidos. Las grullas anidaron en cuatro de los 11 tipos de hábitat identificados en el área de estudio. En el 9,13% las grullas utilizaron la sábana abierta natural, en el 22,27% la sábana semicerrada natural, en el 7,78% los pinares abiertos y en el 3,27% la sábana en recuperación. Las grullas hicieron sus nidos en pendientes leves en las llanuras, y esos nidos fueron útiles en los años con comportamiento normal de lluvia estacional durante y después de la etapa de reproducción. Sin embargo, en 2001, cuando no hubo lluvias previas y la lluvia posterior a la reproducción fue excesiva, seis nidos se inundaron y la pareja los abandonó luego de intentar levantar la construcción del nido colocando material adicional. Nesbitt (1992), en el caso de la grulla de Florida, considera que el abandono siempre está precedido por cambios en los niveles de agua provocados por la lluvia, sin embargo, debemos enfatizar que todos los nidos están cerca del agua (ríos y arroyos), por lo que la selección podría ser de un nivel superior al analizado aquí. Los análisis mostraron que las únicas diferencias estadísticamente significativas al nivel de $P < 0,05$ fueron las variables de diámetro a una altura de 1,4 m de los troncos de los árboles (DAP), % de hojas caídas en el suelo (HOJ), obstrucción visual al sur (OS) y

número de arbustos (NARB), siendo todas las variables mencionadas mayores en los sitios de anidación (Tabla 3.10). Las variables DAP, HOJ y NARB se explican porque las grullas buscan más cobertura en términos de abundancia de arbustos y árboles con copa más gruesa (relacionada positivamente con DAP) que producen más hojas (HOJ). El mayor valor de OS estaría relacionado con la pendiente de la cuenca que se orienta hacia el sur, donde se acumularía más y más alta vegetación.

Variables	Códigos	Nidos		Punto pareados	
		X	S	X	S
Número de árboles	NAR	2,95	2,94	2,30	2,6
Proporción de variación de dist./árboles (%)	CVD	20,39	22	18,94	23,43
Díametro a 1,4 m (cm)	DBH*	0,16	2	0,11	0,14
Número de especies de árboles	NSA	1,19	0,83	0,98	0,91
Número de palms	NP	1,85	3,3	2,30	3,36
Cobertura de arena (%)	ARL	32,31	21,65	31,19	23,81
Cobertura de hojas caídas (%)	HOJ*	14,66	18,41	12,33	22,46
Cobertura de plantulas	PLA	8,01	11,3	10,88	14,64
Cobertura de hierbas (%)	HIE	42,86	27,82	45,24	29,91
Obstrucción visual al norte (%)	ON	49,04	30,5	49,05	33,84
Obstrucción visual al sur (%)	OS*	56,19	33,05	46,43	31,68
Obstrucción visual al este (%)	OE	46,9	31,55	46,67	33,17
Obstrucción visual al oeste (%)	OW	53,57	38,43	51,90	33,65
Número de especies de hierbas	NSH	2,9	1,35	2,97	1,33
Altura de hierba 0-25 cm	ALT25	1,18	1,11	1,51	1,57
Altura de hierba 25-50 cm	ALT50	1,82	2,63	1,96	2,69
Número de especies de arbusto	NSAR	0,95	0,88	1,02	0,96
Número de arbustos	NARB*	48,39	92,71	25,55	71,94
Altura de arbustos (m)	ALT	0,47	0,6	0,45	0,83
Distancia al agua (m)	DAG	101,16	110,03	100,38	108,02
Distancia a vegetación (m)	DVE	73,4	65,41	79,21	67,930

La variable con asteriscos difiere de los dos grupos mediante la prueba U a $P < 0,05$

Tabla 3.10. Promedios (X) y desviaciones típicas (S) de 19 variables estructurales de la vegetación y dos de distancias (datos originales) en nidos de la grulla cubana y puntos aleatorios pareados en la Reserva Ecológica Los Indios.

Al hacer la comparación de los sitios de anidación y sus puntos pareados en relación con la composición taxonómica de la vegetación en ambos sitios, utilizando las tasas de diversidad ecológica (Tabla 3.11), las tasas de Shannon (H) y Simpson (B) mostraron menor diversidad en cuanto a árboles y arbustos y más diversidad en cuanto a hierbas y palmeras.

Forma de vida	S Total	Condición	S	Nt	S'	H	B	J
Árboles	11	Nidos	7	129	1,23	1,46	3,64	0,74
		Punto aleatorio	9	87	1,79	1,68	4,07	0,74
Arbustos	14	Nidos	12	2088	1,43	0,93	1,89	0,37
		Punto aleatorio	13	1074	1,71	1,07	1,85	0,43
Hierbas	29	Nidos	24	229	4,23	2,68	10,67	0,83
		Punto aleatorio	24	258	4,14	1,34	1,98	0,42
Palmas	4	Nidos	4	333	0,51	1,05	2,63	0,74
		Punto aleatorio	4	74	0,69	0,95	1,99	0,67

S Total = Riqueza total de especies por forma de vida

S = Número de especies registradas bajo una condición específica

H = Índice de Shannon

Nt = Total de individuos o cobertura

B = Índice de Simpson

S' = Riqueza de especies

J = Equidad

Tabla 3.11. Tasas de diversidad ecológica de las comunidades de plantas que rodean los nidos de la grulla canadiense cubana y los puntos aleatorios pareados en la Reserva Ecológica Los Indios.

La causa de la menor diversidad de árboles en los sitios de anidación se debe a la menor riqueza de especies (S') en estos sitios, en comparación con las aleatorias. Por su parte, una mayor diversidad de hierbas en los mismos sitios de anidación se debe a una mayor equidad (J) de hierbas. La menor diversidad de arbustos se debe a ambas causas (valores más bajos de S' y J).

En el análisis de frecuencias de ocurrencia de especies vegetales (Tabla 3.12) entre sitios de anidación, los árboles son los menos diversos en términos de riqueza de especies en los sitios de anidación, esto se puede explicar por el predominio de especies de *Tabebuia lepidophylla* y *Byrsonima crassifolia* los sitios mencionados. Ambos representan el 55,8% del número de árboles en estos sitios, en comparación con el 48,0% en los puntos aleatorios. Sin embargo, estas diferencias entre los sitios no fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Respecto a las palmas, hay mayor predominio de las especies *Colpothrinax wrightii* y *Coccothrinax miraguano* en los sitios de anidación, que explicarían el bajo valor de S', pero no son aquí predominantes (lo que explica el mayor valor de J). Estas diferencias fueron estadísticamente muy significativas ($G = 15,80$; $P < 0,01$).

El predominio de *C. wrightii* y *C. miraguama* no es posiblemente el resultado de la selección de grullas, sino que, como los nidos están cerca del agua (a nivel), y estas especies están asociadas al agua, existe una Relación artificial entre ambas variables.

En cuanto a los arbustos (Tabla 3.13), se evidencia un predominio de la especie *T. lepidophylla* en los sitios de anidación; esta especie, en forma de árboles, también predomina en dichos sitios (Tabla 3.12). Esta diferencia también fue muy significativa ($P < 0,001$). El alto predominio del arbusto *T. lepidophylla* en los sitios de anidación explica perfectamente la baja diversidad de esta categoría en dichos sitios, tanto en términos de S' como de J.

Árboles		
Especie	Nidos (N = 129)	Punto pareado (N = 87)
<i>Pinus caribaea</i>	33,3	35,6
<i>Tabebuia lepidophylla</i>	31,8	27,6
<i>Byrsonima crassifolia</i>	24,0	18,4
<i>Pinus tropicalis</i>	6,2	8,0
	G = 3,78 NS	
	Palmas	
Especie	Nidos (N = 333)	Punto pareado (N = 74)
<i>Acoellorraphe wrightii</i>	58,7	67,5
<i>Colpothrinax wrightii</i>	24,0	14,8
<i>Coccothrinax miraguama</i>	14,6	2,7
<i>Copernicia curtissii</i>	2,7	14,8
	G = 15,80 (P <0,01)	

N = Número de árboles y palmeras individuales. Las cantidades son proporciones de las especies más abundantes.

Tabla 3.12. Comparación taxonómica de árboles y palmas que rodean los nidos de la grulla cubana y puntos aleatorios pareados en la Reserva Ecológica Los Indios.

Casi el 90% de los arbustos que integran los sitios de anidación de la grulla gris cubana en la Reserva Ecológica India son de las especies *Hypericum styphelioides* y *Tabebuia lepidophylla*, pero

el primero también es abundante en los puntos aleatorios. Si recordamos que el número de arbustos en los sitios de anidación es casi el doble de su número en los puntos aleatorios (Tabla 3.13), entonces la presencia de *T. lepidophylla* debería tener algún valor de supervivencia para esa especie. En este punto, se pueden establecer dos hipótesis. Por un lado, *T. lepidophylla* es más abundante en las áreas con pendientes altas, lo que a su vez está relacionado con la selección de nidos. Pero, por otro lado, esta especie de arbusto proporciona a la grulla incubando en el nido, aparentemente un alto nivel de camuflaje, dado que su estructura y follaje son similares al de la grulla, silueta y color, lo que marca la dificultad de observar la grulla en el nido a más de 20 m de distancia (Fig. 3.4).

Species	Nidos (N = 2088)	Puntos aleatorios (N = 1074)
<i>Hypericum styphelioides</i>	69,4	72,3
<i>Tabebuia lepidophylla</i>	20,1	7,7
<i>Calypttranthes pinetorum</i>	6,7	6,0
<i>Rondeletia correifolia</i>	2,3	7,7
<i>Chaetolepis cubensis</i>	0,6	1,0
<i>Byrsonima pinetorum</i>	0,1	1,0
<i>Hypericum nitidum</i>	0,1	2,4
G = 194,68 (P < 0,001)		

Tabla 3.13. Composición taxonómica de los arbustos que rodean los nidos de la grulla cubana y puntos aleatorios pareados en la Reserva Ecológica Los Indios. N = Número de individuos. Las cantidades son proporciones de las especies más abundantes.



Fig. 3.4. Grullas vs *Tabea lepidophylla*.

En cuanto a las hierbas, los porcentajes de especies entre nidos y puntos aleatorios no presentan diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$).

Estos hallazgos en general indican que, al elegir sus sitios de anidación, la grulla gris cubana no toma en cuenta los aspectos estructurales de la vegetación, pero sí presta atención a los aspectos taxonómicos de los arbustos. Particularmente, mantener una espesa cubierta junto con algunas especies de arbustos, en Los Indios, parece ser de suma importancia para garantizar una adecuada selección de los sitios de anidación.

Varios estudios (Thompson 1970; Walkinshaw 1949, 1973, 1976, 1982; Bennett 1989a; Bishop *et al.* 1991a; Nesbitt 1988) han descrito la ecología reproductiva de la grulla de Florida, sin cuantificar las características de sus sitios de anidación, pero nuestros resultados coinciden con los de Walkinshaw (1949, 1973) y Bennett (1978), para otros sitios. Las preferencias de las grullas para anidar en ciertos hábitats pueden estar enmascaradas por factores como la fidelidad al sitio, las limitaciones territoriales, las presiones demográficas, las variables a gran escala y el tamaño de la muestra que se utiliza (Dwyer 1990). Según Nesbitt y Williams (1990), los hábitats más abiertos y secos se consideran componentes importantes del área de anidación, ya que pueden tener un mayor impacto en la distribución y productividad de la Grulla que la disponibilidad de humedales.

Además, la disponibilidad de hábitats de alimentación adyacentes al sitio de anidación puede ser una limitación al seleccionar el sitio de anidación (Dwyer 1990). Según nuestros datos, esta es la situación de la grulla gris cubana en la Isla de la Juventud.

3.8 Uso de hábitat

De los 11 hábitats definidos en este trabajo, solo en los pinares cerrados prácticamente no se detectaron grullas. El resto de los hábitats se utilizaron, pero en proporciones muy diferentes según la condición y la época reproductiva.

Sin embargo, independientemente de la condición o época de reproducción, solo los hábitats abiertos SNA, SSC y SP se utilizaron en una proporción mucho mayor que el resto de los hábitats, excepto SPPA para abril a julio y SOT para agosto a octubre entre las grullas no reproductivas y SS también para abril - julio, entre las grullas reproductoras que acaban de incubar. Salvo los dos casos mencionados, el resto de los hábitats tuvieron frecuencias de uso inferiores al 6%, independientemente de la condición o época de reproducción.

3.9 Cambio estacional por condición reproductiva

Analizando el cambio estacional dentro de cada condición reproductiva (Tabla 3.14). Existe un patrón general para todas estas condiciones de cambio de uso de la sábana (de algún tipo) a pastizal (SP) al pasar de lo reproductivo (abril a julio) a lo temporada. no reproductiva (agosto a octubre y noviembre a enero). Lo cual posiblemente esté motivado por la necesidad de obtener una alimentación más eficiente, que se logra mejor en los pastizales, junto con el factor de disponibilidad de agua. Las sábanas se utilizarían entonces preferiblemente en la temporada de reproducción de acuerdo con su acción protectora para las crías y los polluelos. Al comparar ahora las condiciones reproductivas en cada temporada, cada grupo reproductivo usó proporcionalmente una sábana diferente en la temporada abril a julio.

Hábitat	No reproductiva				Con polluelos				Con huevos			
	N	A-J	A-O	N-E	N	A-J	A-O	N-E	N	A-J	A-O	N-E
SNA	82	50,5	23,2	13,9	54	15,1	36,7	26,0	34	16,2	11,1	15,4
SSC	31	8,6	14,5	7,6	64	73,6	30,0	5,2	70	28,2	23,1	2,9
SP	74	13,3	40,6	51,9	70	3,8	26,7	54,2	181	29,9	52,1	63,4
SS	10	2,9	1,4	5,1	10	1,9	3,3	7,3	37	13,7	5,1	5,1
SOT	12	2,9	10,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
SNC	1	0	1,4	1,3	5	3,8	0	4,1	5	3,4	0	0
SPPA	17	12,4	1,4	0	1	1,9	0	0	3	0,8	0	1,1
CA	6	1,9	0	6,3	2	0	0	2,1	10	1,7	0	5,1
CAY	7	3,8	1,4	3,8	2	0	1,7	1,0	9	4,3	1,7	3,4
LG	14	3,8	5,8	7,6	1	0	1,7	0	16	1,7	6,8	3,4
N	254	105	69	79	209	53	60	96	365	117	117	17,5

N = Número total de registros

A - J = Abril - Julio. Época reproductiva

A - O = Agosto - Octubre. Época no reproductiva

N - E = Noviembre - Enero. Época no reproductiva

Tabla 3.14. Frecuencia (%) de presencia de grullas por condiciones, época reproductiva y tipo de hábitat, en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

Grullas no reproductoras tuvieron una alta frecuencia en SNA, las que recién se incubaron tuvieron una alta frecuencia en SSC y SS (cuyas frecuencias de uso sumadas son mucho más altas que las de uso para SP) y las grullas reproductoras con pollos tuvieron una alta frecuencia en SSC en una proporción de uso que fue el más alto (73,6%). Es entonces evidente que este hábitat (SSC) es vital para la reproducción de las grullas, independientemente de si las grullas han incubado o no.

En la misma época de reproducción (abril - julio) también se utilizaron hábitats según se estuvieran reproduciendo o no los individuos (SNA para no reproductivos vs SSC y SS para reproductivos) y si solo incubaron o incubaron y criaron pollitos. Estos datos confirman que las grullas grises cubanas en las sábanas arenosas de la Isla de la Juventud hacen uso de hábitats también de acuerdo con la época de reproducción y no solo con la estacionalidad. Durante la temporada de no reproducción (agosto - octubre y noviembre - enero), todas las grullas, independientemente de su condición reproductiva pasada, utilizaron el hábitat SP.

Los efectos de interés para nuestra hipótesis (condición reproductiva y hábitat) tuvieron una relación muy significativa, pero dicha relación también está condicionada. Por tanto, las grullas eligen su hábitat según su condición reproductiva, pero también depende de la época del año.

El marcado cambio de hábitat durante la temporada de no reproducción a hábitats de pastizales (SP) es notable durante esta temporada. Aquí, el 50% de los registros sobre grullas se realizaron en SP, seguido de SNA (16,2%) SSC (14,6%) y LG (10,9%). El resto de los hábitats se utilizaron en menor proporción, menos del 10%. El alto nivel de uso del hábitat de pastizal (SP) se debe, como ya vimos, al cambio estacional que se produce durante la época de no reproducción, incluso cuando se utiliza en época de reproducción. Aparentemente, las grullas se sienten fuertemente atraídas hacia SP en los meses de explosión poblacional de insectos como los grillos (*Anurogryllus* spp.) Se encuentran abundantemente en pastos y excrementos de ganado.

3.10 Selección de hábitats

Los resultados que se muestran en la Tabla 3.15 indican si los hábitats utilizados por las grullas están realmente seleccionados o no, en relación con su abundancia en el medio ambiente.

Hábitats	Área (ha)	No reproductiva					Reproductiva			
		Pi	Grullas	Oi	Wi	Bi	Grullas	Oi	Wi	Bi
SNA	744,18	5,90	90	16,3	2,72*	27,0	27	15,8	2,64*	25,1
SP	2417,08	19,4	274	49,6	2,55*	25,4	37	21,6	1,11	10,5
SS	414,95	3,3	37	6,7	2,08*	19,9	17	9,9	2,98*	28,3
LG	464,38	3,7	25	4,5	1,21	12,0	2	1,2	0,31*	2,9
SSC	2605,78	20,9	84	15,2	0,72*	7,1	72	42,1	2,01*	19,1
SNC	523,76	4,2	5	0,9	0,21*	2,1	6	3,5	0,83	7,9
CAY	955,36	7,7	9	1,6	0,21*	2,1	5	2,9	0,38*	3,6
CA	1824,18	14,6	14	2,5	0,17*	1,7	2	1,2	0,08*	0,7
SPPA	935,01	7,5	6	1,1	0,14*	1,4	2	1,2	0,15*	1,4
SOT	1580,31	12,7	9	1,6	0,13*	1,3	1	0,6	0,04*	0,4

Tabla 3.15. Proporción del área total de estudio formada por ese tipo de hábitat (Pi), proporción de uso (Oi) y selectividad (Wi, Bi) de hábitats por condición reproductiva para la grulla cubana en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

Durante la época de no reproducción, las tasas de selectividad (Wi, Bi) de los hábitats designados como relevantes (SNA, SP y SS) fueron significativamente superiores a 1, lo que indica que se eligen en mayor proporción en relación a su abundancia en el entorno. Solo el hábitat LG se utiliza en proporción a su abundancia en el medio ambiente y el resto se subutiliza. Este patrón cambia algo al pasar a la época de reproducción. Los hábitats SNA y SS continúan siendo elegidos en gran medida, pero SP ahora se usa en proporción a su abundancia y el hábitat SSC pasa a ser elegido de acuerdo con su abundancia en el medio ambiente. El resto de hábitats (excepto SNC) continúan siendo subutilizados. Estos resultados muestran que las grullas no solo hacen un mayor uso de los hábitats SNA, SP, SS y SSC, sino que también los seleccionan en una proporción superior a su abundancia en el ambiente, siendo dicha selección dependiente de la condición reproductiva, en el caso de los hábitats SP y SSC. Nuestros resultados coinciden con los registrados para las grullas en general (Cruz 1996; McIvor y Conover 1994) y, además, se han estudiado los efectos de las clases reproductiva y no reproductiva sobre el uso del hábitat (Bishop 1992).

3.11 Uso y selección de microhábitats

El uso y selección de hábitats de alimentación por parte de las grullas a nivel del microhábitat (estructura de la vegetación) se muestra en la Tabla 3.16. A continuación se muestran los promedios de los valores de las variables estructurales de la vegetación en los sitios de alimentación, por

hábitat, que se compararon con valores similares en puntos aleatorios, para los mismos hábitats (Tabla 3.17). Estos análisis muestran diferencias estadísticamente significativas para el promedio entre el área de alimentación con grullas vs sitios aleatorios, o la interacción de estas categorías con el hábitat. Para las variables número de árboles, cobertura de arena y hojas caídas en el suelo, abundancia promedio de pastizal a una altura de 0-25 y 25-50 y obstrucción visual para todos los puntos cardinales.

Variables	Hábitat				
	SNA	SSC	SPP	SP	SS
No. de árboles	1,1	1,8	1,4	0	0
DAP (cm)	12,7	20,0	31,7	0	0
No. de arbustos	2,8	5,4	3,8	0	0
Altura de arbustos (cm.)	74,6	69,1	67,8	0	0
Cobertura de arena (%)	44,9	48,3	53,2	16,2	32,8
Cobertura de hierbas (%)	45,5	41,8	43,6	42,6	19,0
Cobertura de pastizal	0	0	0	56,1	42,3
Cobertura de hojas caídas (%)	0	33,2	25,8	0	0
Altura de hierba 0-25 (cm.)	0	0	0	9,4	9,7
Altura de hierba 25-50 (cm.)	0	0	0	6,2	1,4
Obstrucción visual N	33,3	40,3	28,4	50,8	43,6
Obstrucción visual S	32,7	37,8	23,1	55,2	54,3
Obstrucción visual E	31,3	38,6	26,9	46,8	48,6
Obstrucción visual O	46,0	43,1	33,1	56,8	50,0

Tabla 3.16. Valores promedio de las variables estructurales de la vegetación en las áreas de alimentación de la grulla cubana en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud. SPPA y SPPC están incluidos en SPP.

Variables	Hábitats				
	SNA	SSC	SPP	SP	SS
No. de árboles	1,0	1,1	5,4	0	0
DAP (cm)	14,3	12,5	28,8	0	0
No. de arbustos	4,7	3,1	5,0	0	0
Altura de arbustos (cm.)	58,9	49,0	85,0	0	0
Cobertura de arena (%)	48,9	50,3	35,7	12,0	14,1
Cobertura de hierbas (%)	50,7	41,2	26,4	42,7	38,1
Cobertura de pastizal	0	0	0	45,8	52,2
Cobertura de hojas caídas (%)	0	13,4	11,8	0	0
Altura de pasto 0-25 cm.	0	0	0	12,9	14,1
Altura de pasto 25-50 cm.	0	0	0	2,3	5,8
Obstrucción visual N	22,5	55,2	54,5	39,1	49,4
Obstrucción visual S	22,1	51,2	44,5	42,2	52,9
Obstrucción visual E	32,9	41,6	60,5	38,2	47,1

Tabla 3.17. Valores promedio de las variables estructurales de la vegetación en sitios aleatorios, en los principales hábitats de la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud. SPPA y SPPC están incluidos en SPP.

El número de árboles aquí fue mayor en los sitios de alimentación en SNA y SSC (sábanas) pero fue notablemente menor en SPPA. Estos cambios de abundancia de árboles entre hábitats fueron altamente significativos y la marcada diferencia en SPPA produce diferencias estadísticamente significativas entre sitios de alimentación y puntos aleatorios. De esta manera, las grullas prefieren alimentarse en sitios con menos abundancia de árboles.

Sólo en los pinares ocurrió lo contrario, aunque de forma menos marcada en las sábanas. Esto sugiere la selección de un intermedio óptimo en cuanto a abundancia de árboles, más en áreas abiertas y menos en áreas cerradas, como un compromiso entre esconderse y ser capaz de detectar depredadores visualmente. Estos resultados coinciden con los de (Guthery 1976) para la misma especie en Texas.

Los componentes del sustrato en términos de cobertura de arena y hojas caídas también difieren significativamente entre los sitios de alimentación y los puntos aleatorios, los primeros con una fuerte interacción con hábitats, ya que en los hábitats de sábana (SNA y SSC) los sitios de alimentación tienen menos cobertura de arena, pero en los demás (SPP, SS y SP) tienen más. Una mayor cobertura de hojas caídas fue un factor muy utilizado en los sitios de alimentación, en los

dos hábitats donde se midió esta variante. Este resultado se explica fácilmente ya que sabemos que es en las hojas caídas donde las grullas buscan las presas de los animalitos de los que se alimentan. Las grullas prefieren alimentarse en sitios donde la altura promedio del pasto es de 9,25 cm, para una mejor visualización de las presas.

La obstrucción visual tuvo una interacción estadísticamente significativa con los hábitats, de tal manera que en los hábitats cerrados (SPP, SSC) sus valores promedio (para todos los puntos cardinales) fueron menores que en los sitios de alimentación, pero estos mismos valores fueron mayores o iguales en los sitios abiertos (SNA, SS y SP), todos en comparación con puntos aleatorios. Este resultado es lógico, ya que en los sitios cerrados no hay necesidad de tanta obstrucción visual como en los sitios abiertos dentro de las áreas de alimentación.

3.12 Selección de lugares para dormir

Para este propósito, las grullas utilizaron hábitats tanto en tierra firme como en áreas inundadas. Krapu *et al.* (1984) encontraron que *Antigone canadensis* generalmente duerme en sitios inundados, pero puede hacerlo en sitios secos cuando hay agua dulce.

Las grullas utilizaron como lugares para dormir solo 3 de los 11 tipos de hábitats definidos para este estudio: La extensa playa, la sábana abierta natural y la pradera.

3.13 Tamaño del sitio

Todos los sitios tenían una forma similar, pero diferían en tamaños que iban de 1,8 a 3,0 km².

Cercanía a otros sitios similares. En todos los casos se corroboró la proximidad (a una distancia menor a 2,8 km) de otros sitios de similares características. Establecen que estos complejos potencialmente brindan ventajas en comparación con un solo lugar para dormir, ya que cuando un ave se dirige a este sitio, si hay alguna perturbación, en poco tiempo el ave puede elegir el otro sitio antes de que oscurezca, o si el ave es molestada cuando ya está en el sitio, puede huir rápidamente sitio antes de que oscurezca, o si el ave es molestada cuando ya está en el sitio, puede huir rápidamente.

Efectos de posibles alteraciones. Los efectos que alteran estos sitios en nuestra área de estudio están relacionados, en el caso de los sitios inundados, con la presencia de pescadores ilegales en los playazos y, en los sitios secos, con la entrada de cazadores furtivos en busca de loros.

Las aves llegan al lugar donde duermen en un intervalo que varía de 20 a 30 minutos antes de la puesta del sol, exactamente como Shenk y Ringelman (1992) descubrieron. Los lugares para dormir se utilizan según los niveles de agua estacionales. En los meses de reproducción, las aves nidificantes no van a estos lugares para dormir, sino que ambos miembros de la pareja duermen cerca de los nidos. En la temporada de lluvias posterior a la reproducción, las grullas utilizan el área de sábana y pastizales inundados superficialmente mientras que, en la estación seca previa a la reproducción, se encuentran con mayor frecuencia en las extensas playas. La distancia más lejana que encontramos desde las sábanas de alimentación hasta los lugares para dormir fue de 6,7 km como máximo. Todas las parejas en incubación permanecieron en sus áreas de anidación y el lugar para dormir se estableció muy cerca del nido. Lovvorn y Kirkpatrick (1981) encontraron lugares secundarios para dormir que las grullas usan durante 15 minutos a dos horas para arreglarse y bailar antes de ir al lugar definitivo para dormir. Este comportamiento no se encontró en nuestro estudio. La concentración de aves en los lugares para dormir osciló entre 6 y 22 individuos para una concentración promedio de 0,02 aves por m², muy inferior a la encontrada por Folk y Tacha (1990) de 0,53 por m² para la grulla de Florida.

3.14 Determinar el área de residencia y los sitios de anidación mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG)

El área de estudio abarcó un área total de 1.294.648 hectáreas, incluidas las 33.500 hectáreas del área protegida: Reserva Ecológica Los Indios. La georreferenciación, en coordenadas planas, de la ubicación visual de las 10 grullas radio instrumentadas en sus áreas de alimentación y durante todo el período de estudio, resultó en que alrededor del 50% de estas ubicaciones se encuentran fuera de los límites del Área Protegida. Las aves con radio 114 y 073, que eran subadultos, utilizaron el AP en una proporción mucho menor e incluso su territorio se extendió fuera de los límites de la cuenca en estudio (Figura 3.5). En la región central de la cuenca hay una zona de mayor concentración de localizaciones visuales y donde coinciden todas las aves radioinstrumentadas en un momento dado.

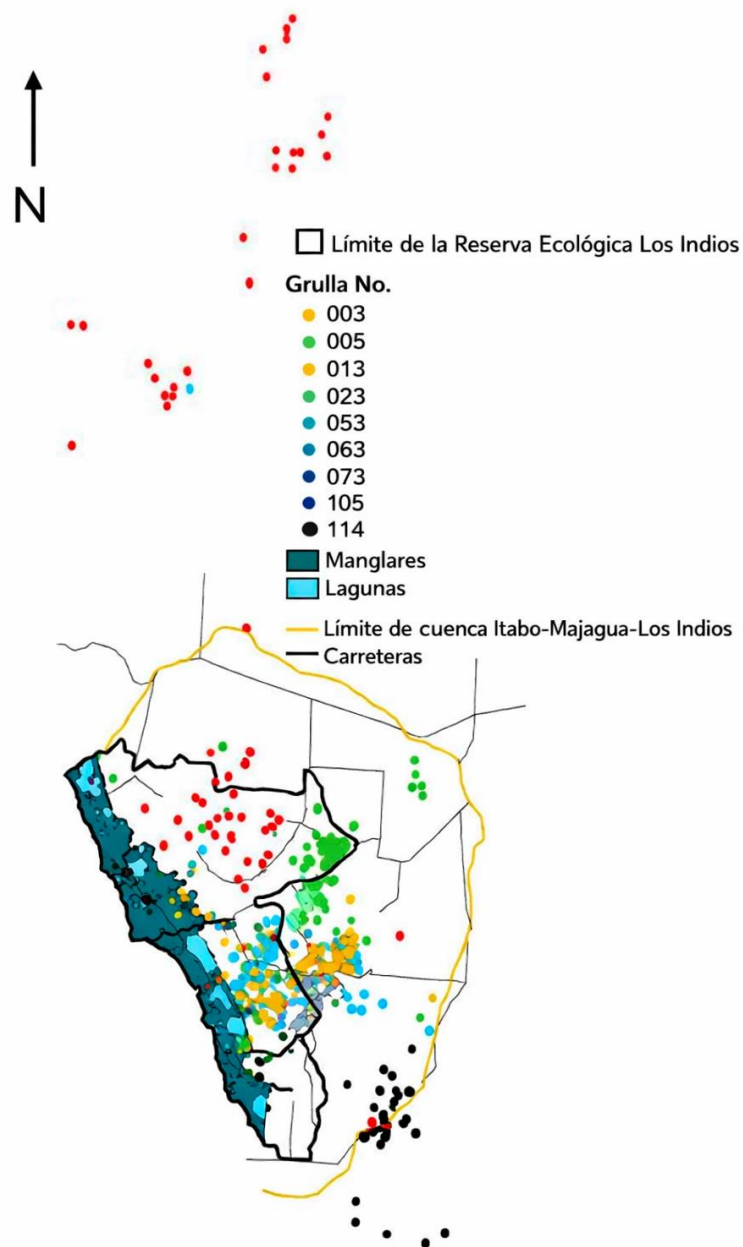


Fig. 3.5. Georreferenciación de los sitios de alimentación de las diez grullas radiocontroladas cubanas y su relación con la cuenca hidrográfica Itabo-Majagua-Los Indios, Isla de la Juventud (en los jóvenes 073 y 114 su territorio se extendió más allá de los límites de la cuenca en estudio).

La Tabla 3.18 muestra las áreas de residencia de nueve de las 10 grullas radio instrumentadas dentro de la cuenca de Itabo - Majagua - Los Indios, que se obtuvieron utilizando el método de Kernel para el 95% de probabilidad. Lo primero a destacar es la gran variabilidad de estimaciones, que van

desde 1,13 km² (Grulla 063) a 16,08 km² (Grulla 073). Al descartar grullas no adultas, la variabilidad disminuye y se obtiene un valor promedio de 2,98 km² para grullas adultas, dicho valor cae dentro de los estimados por Nesbitt (1994) y Duan *et al.* (1997).

Edad/ Condición Reproductiva	Grulla	Área del área de hogar
No adulto	073	1608,29
	114	119,38
No reproductiva	003	259,26
Solo incubando	105	410,19
	063	113,58
	053	489,23
	013	319,31
Polluelos de reproduccion	005	208,43
	023	247,53
Promedio (± typical error)		298,04 ± 137,25
(Solo adultos reproductivos)		(CV = 46,05 %)

CV = Índice de Variación

Tabla 3.18. Área (ha) de las áreas de hogar de las nueve grullas canadienses radioinstrumentadas, dentro de la cuenca hidrográfica Itabo – Majagua – Los Indios Isla de la Juventud.

El SIG que usamos nos permitió calcular las proporciones de las áreas de los diferentes tipos de vegetación y dichas proporciones fueron promediadas y luego comparadas con las existentes para la cuenca total como medida del grado de selectividad de los tipos de hábitats a nivel del área de casa. La tasa de selectividad que calculamos indica que solo se eligieron los tipos de hábitat compuestos por sábana en recuperación natural (SS), sábana natural semicerrada (SNC) y pastizal (SP), los otros tipos de hábitats se utilizaron de acuerdo con su abundancia o fueron elegidos en menor grado que su abundancia (Tabla 3.19).

Hábitat	Proporción (%) en cuenca (D)	Proporción promedio en área de hogar (U)	S = U D
SSC	18,9	23,1	1,2
SP	16,5	24,0	1,4 +
CA	16,3	15,1	0,9
OT	10,7	3,6	0,3 -
SNA	8,9	4,4	0,5 -
CAY	7,7	6,6	0,8
SPPA	6,8	0,6	0,1 -
SNC	4,6	7,6	1,6 +
SS	3,7	9,8	2,6 +
LG	3,4	3,7	1,1
SPPC	2,4	0,9	0,4 -

S = Índice de selectividad

+/- = seleccionado por encima o por debajo de su disponibilidad

Tabla 3.19. Proporción hábitats en Itabo – La Majagua – Los Indios watershed y en los áreas de hogar de las nueve grullas canadienses radioinstrumentadas en Isla de la Juventud.

No existe total coincidencia en los resultados de este análisis al compararlo con los registros de grullas individuales (Tabla 3.20), aquí hay que tener en cuenta que este registro individual básicamente detecta el microhábitat de alimentación, mientras que el área de distribución incluye los usos para otras actividades como la reproducción y el descanso o lugares para dormir.

Categoría de uso de hábitat	Documentación individual de grulla	Proporción en el área de hogar
Seleccionado	SNA	SS
	SS	SNC
	SP	SP
Usado proporcionalmente	SSC	SSC
	LG	CA
		CAY
		LG
Rechazado	SNC	SOT
	CAY	SNA
	CA	SPPA
	SPPA	SPPC
	SOT	
	SPPC	

Tabla 3.20. Comparación de usos del hábitat por grullas radioinstrumentadas en la cuenca Itabo – Los Indios, Isla de la Juventud, utilizando dos métodos.

Comparando individualmente cada área de distribución, observamos que el número de cada tipo de hábitat dentro de ellos cambiaba poco (amplitud de ocho a once). El número de parches promedio y su variabilidad parece ser el factor que mejor diferencia las áreas de hogar, ya que su amplitud osciló entre 13,6 y 29,4.

En general, las áreas de hogar, como promedio y en relación con el grado de fragmentación del hábitat (parches), son más similares al área fuera del AP que dentro del AP (Tabla 3.21); específicamente, el número promedio de parches de vegetación y su diversidad y equidad son más similares al área exterior. Esto podría deberse al hecho de que las grullas buscan, en su área de origen, más diversidad y heterogeneidad de parches debido a sus hábitos de alimentación omnívoros, como lo señalan Mullins y Bizeau (1978) y lo citan Folk y Tacha (1990).

Variables	Región Dentro/ Fuera		Área de hogar de grullas
No. de hábitat	10	10	10
No. total de parches	252	219	200
Promedio No. de parches por hábitat	25,2	21,9	19,6
(Taza de variación)	(71,4)	(66,2)	(82,2)
Diversidad de parches (H) - (Vegetación total)	1,41	1,82	1,94
Equitabilidad de parches (E) - (Vegetación total)	0,67	0,87	0,85
Diversidad de parches (H) - (Vegetación para anidación)	0,65	1,32	-----
Equitabilidad de parches (E) - (Vegetación para anidación)	0,47	0,95	-----

Tabla 3.21. Variables para los parches de hábitat dentro y fuera de la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

Cuando obtuvimos las áreas de hogar para cada ave radio-instrumentada, corroboramos que todas ellas, sin excepción, incluso la grulla que perdió su radio, visitó esta área fuera de la Reserva Ecológica, para alimentarse (Fig. 3.6). A través del SIG se determinó la composición en cuanto a tipos de hábitats y tamaño de dicha área, así como algunas observaciones de las encontradas al monitorear esta área durante dos meses, para explicar parte de esta sobreutilización. En los meses de septiembre, principios de octubre, noviembre y diciembre se concentraron en esta zona un promedio de 21 grullas por día, con un rango de 11 a 38. Al examinar los agujeros hechos por las aves y sus heces, determinamos que esto coincidió con la aparición de abundantes coleópteros sobre el estiércol de vaca concentrado en las tierras de cultivo, con la concentración, para la cópula del grillo (*Anurogryllus sp.*), de varias especies de ortópteros en el pasto artificial. En diciembre y enero, encontramos abundantes estados ninfales de grillos y larvas de coleópteros bajo las hierbas que fueron retiradas por las grullas al buscar estas larvas.

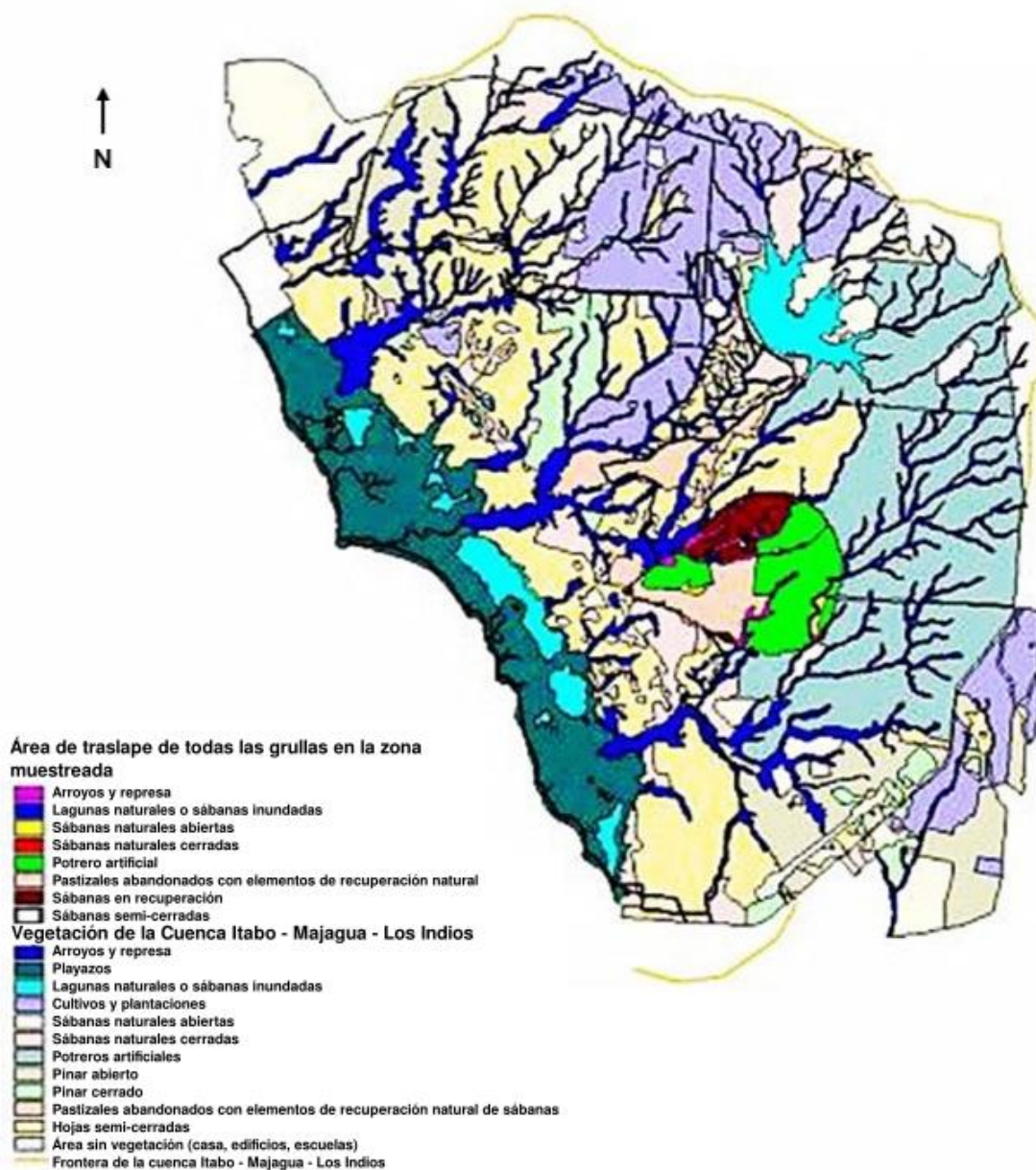


Fig. 3.6. Zona de superposición de las áreas de distribución de las 10 grullas radioinstrumentadas y su relación con la vegetación (Itabo – La Majagua – Los Indios) y la cuenca hidrográfica de la Isla de la Juventud.

En contraste con los resultados antes mencionados del uso no diferente, las grullas hacen de las áreas dentro y fuera del Área Protegida para alimentarse. El AP parece ser efectivo en la conservación de los sitios de reproducción, ya que el 87,8% de los nidos realizados a lo largo de estos siete años se encontraban dentro de sus límites (Figura 3.7). En 1999, 2000 y 2002, con

el mismo esfuerzo de búsqueda, hubo una leve expansión a dos zonas fuera de la AP. Además, existe una relación evidente de todos los nidos con la red de arroyos de la cuenca compuesta por tres ríos.

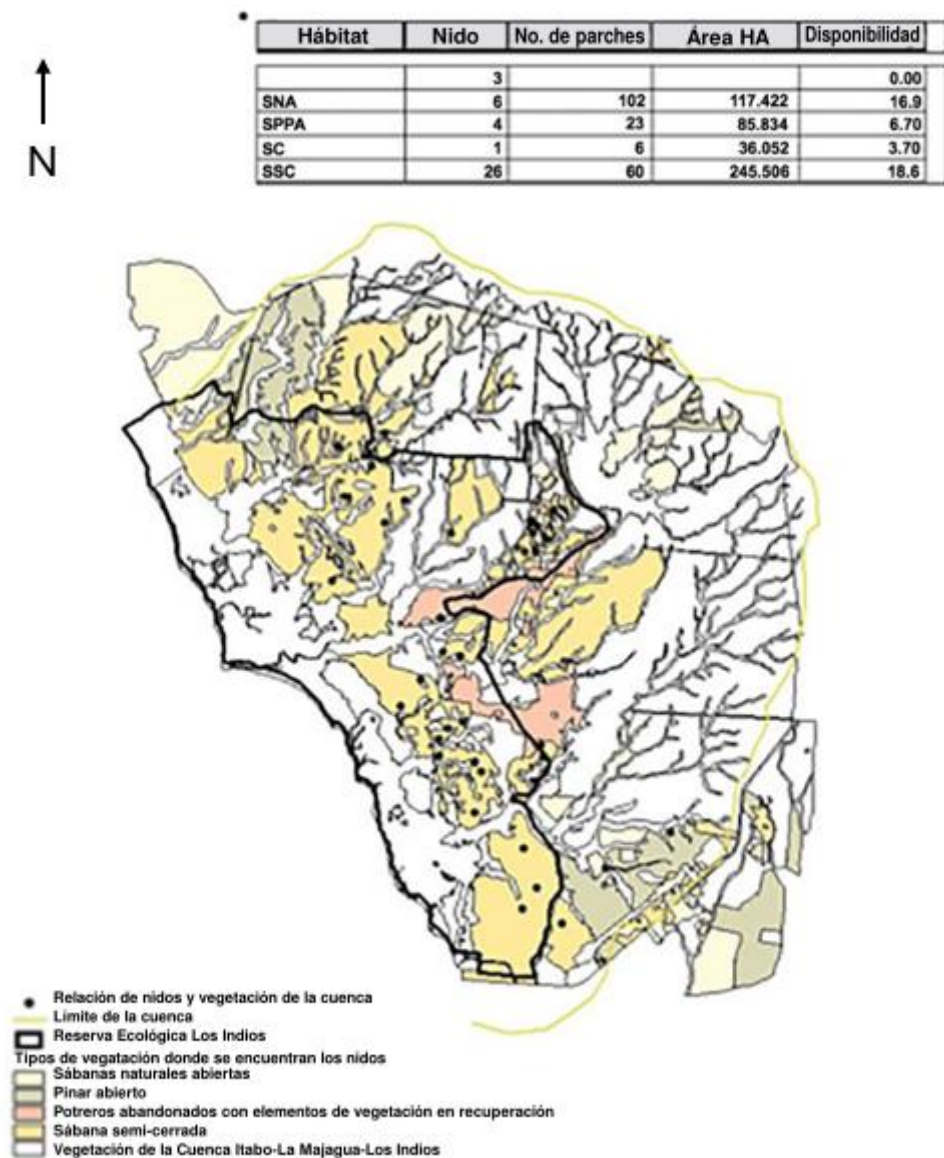


Fig. 3.7. Georreferenciación de los nidos de grulla cubana ubicados en siete años de estudio en la cuenca hidrográfica Itabo – La Majagua – Los Indios y la relación del uso que hacen de cuatro de los 11 tipos de hábitat disponibles en la Isla de la Juventud y su proximidad al agua.

De los 11 tipos de hábitat existentes en la cuenca, las grullas solo utilizaron cuatro para hacer sus nidos, la sábana abierta natural: (SNA), con una tasa de disponibilidad del 8,9%, el pinar abierto que, por su apariencia, es muy similar a la sábana natural (SPPA) con una disponibilidad del 6,8%, y la sábana en recuperación (SS) con un 3,7%. En la sábana semicerrada (SSC) arbustos compuestos principalmente por *Hypericum spp.* y *Tabebuia lepidophylla*, cuya disponibilidad es del 18,9%. El uso proporcional de estos hábitats por las grullas para anidar fue In SNA = 24,2%; SPPA = 17,7%; SS = 7,7% y SSC = 50,6%.

Si tomamos en cuenta solo estos cuatro tipos de sitios de anidación con respecto a la cuenca total, se seleccionan los cuatro hábitats, resultando en tasas de selección (uso / disponibilidad) de SNA = 2,7; SPPA = 2,6; SS = 2,0 y SSC = 2,7; lo que indica una selectividad similar para todos estos hábitats.

Se puede observar cómo, a pesar de que los parches en estos cuatro hábitats están fuera del límite del AP e incluso en ocasiones adyacentes (como SSC y SPPA), solo hay algunos anidamientos en ellos. Atribuimos al hecho de que no solo la cantidad y disponibilidad de hábitats adecuados determina la selección para la anidación, sino que también el efecto de la cercanía a fuentes de agua permanentes es clave, para usar el área para anidar o no.

3.15 Implicaciones de la investigación para el manejo de la grulla gris cubana en la Isla de la Juventud

Una cuestión relevante a la hora de elegir una escala de manejo para la conservación de una especie incluye qué tipo de hábitat utiliza la especie, si la pérdida de dicho hábitat es la principal causa de su declive (Folk y Tacha 1990), como en el caso de la grulla canadiense. Para ello, debemos conocer los hábitats críticos de la especie que, según Valentine (1981), son el área de suelo, agua y espacio aéreo para las necesidades normales y la supervivencia.

La primera prioridad en el manejo del hábitat de una especie amenazada es el aumento y expansión de las áreas de reproducción (Valentine 1981). Las áreas de anidación de grullas en el área de estudio están incluidas en la franja alargada de sábana natural de arena blanca cerca de la costa; esta es precisamente la zona que fue propuesta en 1991 para ser incluida bajo protección y con la categoría de Reserva Ecológica por su mejor grado de conservación desde el punto de vista de la flora y fauna.

Con los elementos aportados por este estudio, la primera acción fue extender los límites actuales del área protegida a 670 hectáreas adicionales incluyendo las áreas potenciales con continuidad de

estos 4 tipos de hábitat elegidos por las grullas para anidar dentro del hábitat de sábanas naturales, es decir, los parches de SSC, SNA, SS y SPPA. Estos parches contiguos deben estar sujetos a una gestión intensiva que incluya los siguientes aspectos:

- Despeje manual de áreas puntuales de sábanas que se han Cerrado
- Restringir el traslado y manejo de ganado en época de reproducción al Área Protegida (AP)
- Uso controlado del fuego
- Modificar los cercos para ganado en el pastoreo dentro de la reserva
- Redefinir y ampliar el sistema de protección de la AP

3.16 Conclusiones

Las tasas de reproducción de la grulla cubana en la Reserva Ecológica Los Indios en la Isla de la Juventud tuvieron un aumento de 1998 a 1999 y una disminución de 2000 a 2001, influenciadas por las lluvias antes y durante la temporada de reproducción.

Los sitios elegidos por la grulla cubana para anidar presentaron diferencias significativas con respecto a los puntos aleatorios en cuanto a variables estructurales de la vegetación y, en cuanto a las especies de árboles, arbustos y palmeras, hubo menor diversidad en cuanto a riqueza de especies.

Todos los hábitats incluidos en este estudio fueron utilizados por grullas, a excepción de los pinares cerrados, pero la proporción de uso de cada uno varió dependiendo de la condición reproductiva (en incubación, e incubación y cría de pichones) y la época del año (estaciones secas y lluviosas).

Durante la época de reproducción de las grullas (abril a julio), cada condición reproductiva utilizó un hábitat diferente como preferencial. En la temporada de no reproducción (agosto a enero), todas las grullas, independientemente de su condición reproductiva previa, utilizaron el pastizal con mayor frecuencia.

A nivel de macrohábitat, las grullas eligieron, en mayor proporción a su abundancia en el medio, los hábitats de sábanas abiertas, pastizales, sábanas secundarias y sábanas semicerradas, dependiendo de la condición reproductiva y la época del año.

Casi en igual proporción, las grullas utilizaron áreas dentro y fuera de la Reserva Ecológica Los Indios para sus actividades de alimentación. El AP parece ser efectivo en la conservación de los

sitios de reproducción, ya que el 87,8% de los nidos realizados a lo largo de estos siete años se encontraban dentro de sus límites (Figura 3.7). En 1999, 2000 y 2002, con el mismo esfuerzo de búsqueda, hubo una leve expansión a dos zonas fuera de la AP. Además, existe una relación evidente de todos los nidos con la red de arroyos de la cuenca compuesta por tres ríos.

Los parches en estos 4 hábitats están fuera del límite del AP e incluso a veces adyacentes (como SSC y SPPA), solo hay algunos anidamientos en ellos. Atribuimos al hecho de que no solo la cantidad y disponibilidad de hábitats adecuados determina la selección para la anidación, sino que también el efecto de la cercanía a fuentes de agua permanentes es clave, para usar el área para anidar o no.

Los tamaños del área de distribución del hogar variaron dependiendo de la condición de las grullas adultas o sub-adultas, estas últimas alcanzaron cuatro veces el valor de las primeras.

3.17 Recomendaciones

- Discutir la propuesta de nueva delimitación del área protegida con las entidades involucradas (ganadería, turismo, Empresa Forestal y Gobierno Local) y, en caso de ser aceptada, hacer cumplir las acciones de manejo intensivo propuestas.
- Iniciar un estudio similar en el marco del proyecto de conservación de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y Fauna, en poblaciones de grullas que viven en sábanas distintas de las de arena blanca, e implementar la inclusión de aquellas poblaciones que aún no forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Además de dar prioridad a la búsqueda de la nueva ubicación donde viven las grullas en Cienaga de Birama.
- Continuar utilizando las bases de datos ya creadas en el Sistema de Información Geográfica (SIG) de la Isla de la Juventud para profundizar en los siguientes aspectos:
- Conocer la estructura poblacional (seguimiento de los individuos, identificados ya marcados en la población).
- Causa de mortalidad en pollitos y sub-adultos.
- Tasa de contratación.
- Monitorear la gestión propuesta.
- Ampliar, a través del SIG, la extrapolación del estudio utilizando imágenes satelitales para identificar la calidad del hábitat y los demás factores para las áreas de expansión en todo el territorio de la Isla de la Juventud, si la población de grullas en la cuenca estudiada aumenta con el manejo.

- Elaborar un plan piloto para incluir un tema sobre esta especie amenazada y sus hábitats en el sistema de educación formal en la escuela primaria de la Isla de la Juventud.
- Continuar implementando los conteos simultáneos con participación popular cada tres años en las cuatro poblaciones donde se han realizado e incluir nuevas poblaciones con este método censal que también ayudó a la educación ambiental.
- Iniciar estudios para conocer el flujo genético entre poblaciones mediante marcadores moleculares de ADN.

EFFECTO SOMBRILLA DE LA GRULLA CUBANA SOBRE LA VEGETACION AMENAZADA EN LAS SÁBANAS DE ARENA BLANCA EN LA ISLA DE LA JUVENTUD.

Considerar a la grulla como especie sombrilla radica principalmente en que la protección de esta ave garantiza la conservación del hábitat en sábanas desencerradas (SSC) y pastizales abandonados (SP), hábitats donde se concentra la mayor diversidad vegetal en sábanas de arena blanca. Además, los esfuerzos de conservación de las grullas contribuyen a la protección de arbustos endémicos (al menos en un 62%) y plantas herbáceas (al menos 87,5%) que se encuentran en las áreas utilizadas por las grullas.

Duniet Marrero García
Xiomara Gálvez Aguilera
Vicente Berovides Álvarez
Pavel Martínez Arredondo
Leandro Torrella Prieto

IV. EFECTO SOMBRILLA DE LAS POBLACIONES DE LA GRULLA CUBANA

4.1 Introducción

Especie paraguas: es una especie seleccionada y utilizada para tomar decisiones de conservación relacionadas con su protección y permitiendo que muchas otras especies diferentes que componen la comunidad de su hábitat también sean protegidas indirectamente. Las especies clave, las especies bandera o las especies paraguas facilitan la toma de decisiones para la conservación. Las especies paraguas se pueden utilizar para ayudar a seleccionar la ubicación de las reservas potenciales, determinar el tamaño mínimo de estas áreas de conservación o reservas y determinar la composición, estructura y procesos de los ecosistemas (Roberge y Angelstam 2004).

Suponemos que este puede ser el caso de la Grulla cubana que habita en las sábanas de arena blanca de la Isla de la Juventud, ecosistema único en el país, con un alto grado de endemismo vegetal. Para investigar este efecto, nos planteamos los siguientes objetivos:

- Determinar los hábitats a describir utilizando el criterio de Gálvez Aguilera *et al.* (2002), que establece una clasificación funcional a diferentes escalas para el estudio de la grulla.
- Los ocho hábitats que potencialmente podrían ser utilizados y caracterizarlos para establecer su relación con la selección realizada por las grullas (ver Figura 3.2), ya que se determinaron macrohábitat, sábanas naturales, sábanas antrópicas y plantaciones de pinos).

Como mesohábitat, se determinaron las variantes de **sábanas naturales** tipificadas por *Pinus tropicalis* y la palma barrigona cubano (*Colpotropinax wrightii*) en suelo arenoso, de mal drenaje (Tabla 4.1) y las variantes de **sábanas secundarias** (Tabla 4.2) tipificadas por elementos de vegetación invasora introducido para la ganadería. Como microhábitat, determinamos la composición estructural de un terreno de 32 m² alrededor del punto donde se observaron las grullas mientras se alimentaban.

Nombre	Código	Capa arboreal	Capa de arbustos	Capa herbácea
Sábana abierta	SNA	Escasa	Aislada o dispersada	Hierbas cortas
Sábana semi-cerrada	SSC	Escasa	Abierta y en parches	Corta, normalmente cubierta por la capa de arbustos
Sábana cerrada	SNC	Bien dispersada	Abundante y puede aparecer muy densa en parches	Compuesta de hierbas cortas y plantas invasivas
Pinar abierto	SPPA	Pinos aislados o dispersados	Muy dispersada	Corta
Pinar cerrado	SPPC	Pinar cerrado	Ausente	Corta y dispersada. Suelo casi completamente cubierto por agujas de pino

Tabla 4.1. Variantes de sábanas naturales en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

Nombre	Código	Capa arboreal	Capa de arbustos	Capa herbácea
Pastizal	SP	Ausente	Ausente	Plantas herbáceas secundarias
Sábana en recuperacion	SS	Ausente	Vegetación autoctona y dispersada que se ha recuperado	Plantas herbáceas secundarias
Otras plantaciones	SOT	Árboles de madera o frutas	Dispersada	Hierbas cortas

Tabla 4.2. Variantes de las sábanas secundarias en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

4.2 Metodología

Evaluación de la vegetación en las áreas de alimentación. El estudio de la vegetación en los hábitats de alimentación se dividió en tres fases, como se muestra en la Figura 4.1, en el trabajo se analizaron los datos correspondientes a la época de reproducción y parte de las estaciones seca y lluviosa en la fase 1 correspondiente a mayo-junio de 2001. El propósito fundamental de este trabajo fue colocar radiotransmisores en 10 grullas en el año 2001 en (Gálvez Aguilera 2002).

					Etapa 1				Etapa 2		Etapa 3		
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic		
Temporada seca					Temporada lluviosa					Temporada seca			
No reproductiva			Temporada reproductiva				Estación no reproductiva						

Fig. 4.1. Diagrama que ilustra las tres fases del estudio y, en concreto, la fase analizada aquí.

Para determinar el tamaño de las parcelas donde se evaluó la vegetación en los sitios de alimentación, se calculó el área mínima de muestreo (Lacoste y Salanon 1978), se establecieron parcelas de 32 m² (8 x 4 m). Utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), marca Magellan 300, localizamos, como centro de la parcela de terreno, el punto que muestra este equipo, según las coordenadas Este-Norte de Lambert, tomadas previamente durante la conducción de contactos visuales en los sitios de alimentación. El contacto visual debe entenderse como el punto de observación de la grulla en el campo. Así, cada parcela de terreno se estableció en puntos donde seguramente sabemos que las grullas se alimentaron durante al menos 5 minutos.

También hicimos parcelas aleatorias (réplicas) principalmente para hacer una descripción de toda la zona donde se mueven las grullas y tener un patrón para poder hacer comparaciones entre las zonas donde se alimentan las grullas y aquellas donde se mueven, pero no por sus actividades de alimentación. Todas las parcelas de tierra se orientaron aleatoriamente en el campo, ya sea de norte a sur o de este a oeste, y se ubicaron en la línea de transecto hacia una de estas direcciones. La línea de transecto es la que cruza el centro del terreno y lo divide en dos rectángulos iguales de 8 x 2 cm. En cada período, teniendo en cuenta el número de contactos visuales, se determinó el número de parcelas aleatorias a estudiar. De esta forma, en aquellos hábitats donde disminuyó el número de contactos visuales, es decir, que las grullas no lo utilizaban para alimentarse, se incrementó el número de parcelas aleatorias y viceversa, logrando así una descripción representativa del hábitat, a excepción de los hábitats de pinares abiertos, los cuales no fueron descritos en el período de noviembre a diciembre, debido a que la grulla que lo visitaba perdía asiduamente su transmisor de radio y no se pudo continuar el estudio. El número de muestreos por período y por hábitat se muestra en la Tabla 4.3.

Hábitat	Mayo-Julio		Sept-Oct		Nov-Dic	
	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla
SNA	16	24	11	81	21	26
SSC	41	26	10	25	11	11
SNC	0	13	0	13	3	11
SPPA	9	3	0	15	1	1
SPPC	4	15	0	4	0	0
SOT	2	4	1	6	0	0
SP	25	26	49	0	38	5
SS	13	18	10	27	23	23

Tabla 4.3. Número de muestras por período y tipo de hábitat.

Los puntos para realizar las parcelas de terreno correspondientes a los contactos visuales (puntos tomados con el GPS) se ubicaron en un mapa 1:10.000 en la Estación Biológica. Los puntos para realizar parcelas de tierra aleatorias (réplicas) se determinaron tomando un mapa 1:10.000 similar al anterior y dividiéndolo en cuadrículas de 1 x 1 cm. Cada intersección se numeró consecutivamente y luego se tomaron los puntos que serían muestreados al azar. Las coordenadas de Lambert Este-Norte de estos puntos, determinadas a partir del mapa, se introdujeron en el GPS para su posterior ubicación en el campo. Cada parcela se marcó en el campo con estacas de madera y cuerda, de tal manera que se tuviera una visión precisa del área que ocupaba y se analizó y determinó rigurosamente si una especie se encontraba o no dentro de los límites de la parcela (Fig. 4.2).



Fig. 4.2. Equipo utilizado para el estudio de la vegetación en las zonas de alimentación.

Luego de un adecuado análisis, colocamos en el centro de cada lote de terreno una estaca de madera con una placa de metal que contiene su número y el del transmisor de radio identificando la grulla que estaba siendo vigilada en el punto mencionado o indicando si se trataba de un lote aleatorio de tierra. Además, se colocó una cinta de colores para facilitar la búsqueda, en caso de que fuera necesario regresar en otro momento. Esta señalización nos permitió reducir el error implícito que se produce con el GPS a la hora de ubicar el punto en el campo (aproximadamente 8 m), ya que, si fuera necesario volver a ubicar la parcela, tendríamos el punto correcto de la primera ubicación. Según Shugart en (Morrison *et al.* 1998), todas las parcelas de tierra fueron analizadas para determinar su estructura y composición de la flora.

4.3 Variables analizadas en cada parcela

Tomamos los datos generales de todas las parcelas de tierra, tales como: número de parcela de tierra, período de estudio, la orientación de las coordenadas de Lambert Este-Norte y el hábitat (usando el código de vegetación) (Fig 4.3).

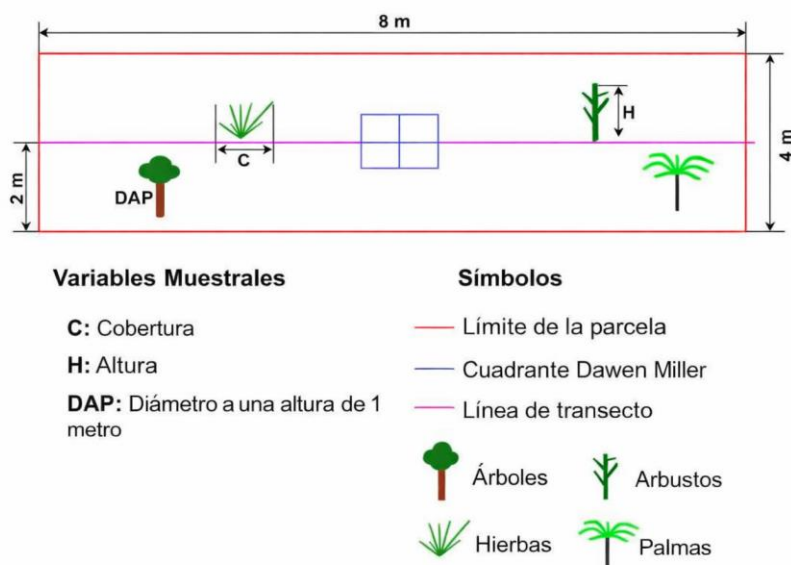


Fig. 4.3. Diagrama que ilustra las medidas tomadas en las parcelas de vegetación en los sitios de alimentación.

Evaluamos todos los árboles dentro de la parcela de tierra, anotando el nombre de cada especie, el número de individuos por especie y el total, y el diámetro (cm) a una altura de 1,5 m (DAP). Se

consideraron árboles las plantas de más de 1,5 m de altura y con un tronco definido. Asimismo, evaluamos todas las palmeras dentro de la parcela, anotando el nombre de cada especie y el número de individuos por especie y el total. En cuanto a los arbustos, los evaluamos en el transecto de la parcela de tierra, tomando el número de cada especie, el número de individuos por especie y el total y la altura (cm). Las plantas de menos de 1,5 m de altura y de tronco indefinido se consideraron arbustos. Asimismo, evaluamos las plantas herbáceas en la línea de transecto. Anotamos el nombre de cada especie y medimos su cobertura. Se tomó como cobertura la distancia (cm) que la hierba cubrió en la línea de transecto. Analizamos la obstrucción visual en el terreno, realizando observaciones a 10 m del punto central y a una altura de 1,5 m en la dirección de los 4 puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste). Al colocar en el centro del terreno una pizarra de densidad vertical, graduada cada 10 centímetros y donde cada división equivale al 10 por ciento de obstrucción visual, se tomó el número de sectores cubiertos por la vegetación de la pizarra como el valor de obstrucción visual (en porcentaje). En aquellas parcelas de tierra ubicadas en sábanas naturales (incluyendo cada variante de ellas), determinamos la cobertura del suelo siguiendo el método del Cuadrante Dawen Miller. El cuadrante de Dawen Miller es un rectángulo de 25 x 14,5 cm y hecho de madera, que se divide en cuatro sub-cuadrantes iguales. Al ubicar el cuadrante en el centro de la parcela de terreno, tomamos los valores (en porcentaje) de cobertura, teniendo en cuenta la existencia de arena limpia y hojas caídas en cada uno de los sub-cuadrantes, que se determinaron en el sentido de las agujas del reloj, tomando el cuadrante en la dirección noreste como el primer cuadrante. En las parcelas de terreno ubicadas en sábanas antrópicas, determinamos la cobertura del suelo, utilizando un instrumento de madera que tiene 10 orificios a 10 cm de distancia entre sí, donde deslizamos una varilla de metal hasta el suelo. Tomamos lo que la vara tocó en el suelo como la variable de cobertura, ya sea arena limpia, hierba u hojas caídas. Este instrumento de 1 m de largo se colocó en la línea de transecto, alternando el análisis, cada dos metros, hasta cubrir toda la línea de tal manera que estudiamos la cobertura cuatro veces en toda su extensión, abarcando un área total de 4 metros alternos. Evaluamos las plantas herbáceas, anotando el nombre de cada especie herbácea en la línea del transecto, agrupándolas en 2 categorías: de 0 a 25 cm de altura y de 25 cm a 50 cm de altura. Estas variables se compararon entre puntos correspondientes a contactos visuales y puntos aleatorios, teniendo en cuenta los hábitats, mediante un análisis de varianza bi-factorial (Zar 1999) luego de demostrar la normalidad y homocedasticidad de los datos mediante Kormogrov, Simrnov y Pruebas de Battle, respectivamente. Estas variables en los puntos aleatorios se utilizaron para asociar los diferentes hábitats previamente definidos, mediante una correlación no paramétrica (rs). La matriz resultante

se utilizó luego para hacer un análisis de conglomerados para la descripción estructural. Con los datos obtenidos para las variables estructurales estudiadas, realizamos gráficos que permiten una mejor comprensión del análisis de los resultados. Para ello se ordenaron los datos por hábitat, según las parcelas de terreno sin grullas, que representaban los hábitats encontrados en esta sabana. Los valores obtenidos para las parcelas de tierra sin grullas se compararon con los obtenidos para las parcelas de tierra con grullas, que representan los sitios de alimentación. Para el estudio del papel de la grulla como especie paraguas, se determinaron las tasas ecológicas (Krely 1999) correspondiente al estudio de la diversidad de flora en los hábitats analizados. Las plantas que no pudieron ser identificadas fueron recolectadas para luego consultar la bibliografía y determinar su ubicación taxonómica.

4.3 Resultados y discusión

4.3.1 Descripción estructural de los sitios de alimentación

La clasificación de las formas vegetales, tomando en cuenta las variables estructurales, mostró una agrupación bien definida en sabanas naturales, por un lado, y en áreas de pastizales y sabanas antrópicas, por otro lado, lo que se muestra en Figura 4.4. Se puede observar cómo las sabanas semi-cerradas (SSC) se parecen más a los pinares que las sabanas abiertas (SNA) y cómo estos tres hábitats son similares entre sí. Luego agrupamos las sabanas antrópicas (SP y SS), en las que también se puede observar una alta tasa de similitud. Todo esto prueba que las variables estructurales medidas son adecuadas para la clasificación de hábitats.

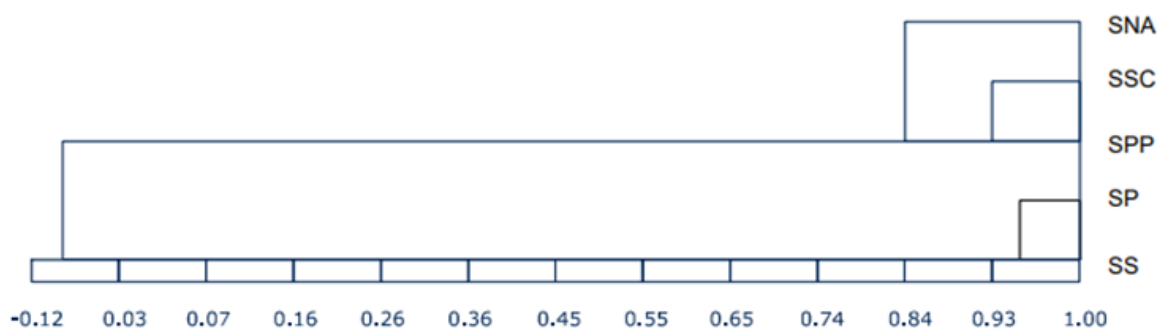


Fig. 4.4. Dendrograma que relaciona diferentes hábitats utilizados como áreas de alimentación por la grulla gris cubana en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud. SPPA y SPPC están incluidos en SPP.

Las tablas 4.4 y 4.5 muestran cómo las variables estructurales muestreadas en cada uno de los hábitats naturales y antrópicos, tanto en las parcelas de tierra con grullas (contactos visuales) como en las parcelas de tierra sin grullas (réplicas) se comportaron por formas de vida.

Formas de vida	Condición	Variables	SNA		SSC		SP	
			Promedio	S	Promedio	S	Promedio	S
Árboles	Con grullas	Número	0,44	0,41	0-66	1-18	1,40	0
		DAP (cm)	12,75	7,17	20,33	14,44	31,30	0
	Sin grullas	No	0,13	0,00	0,42	0,32	5,42	0
		DAP (cm)	14,33	8,14	12-50	6,12	28,80	0
Arbustos	Con grullas	Número	2,56	1,13	4,10	4,10	1,92	0
		Altura (cm)	0,60	0,37	0,55	0,40	0,73	-
	Sin grullas	Número	3,54	3,13	4,65	3,30	1,66	0
		Altura (cm)	0,56	0,33	0,55	0,31	0,85	-
Palmas	Con grullas	Número	1,33	7,81	0,56	3,83	1,00	0
	Sin grullas	Número	0,08	0	1,00	3,11	2,80	2,49
Hierbas	Con grullas	Cobertura (cm)	62,32	115,64	64,13	112,49	43,63	22,36
	Sin grullas	Cobertura (cm)	23,18	43,75	16,67	19,97	26,44	27,50

S = Desviación estándar

Tabla 4.4. Comportamiento de las variables estructurales estudiadas por formas de vida en hábitats de sábanas naturales, Isla de la Juventud.

Respecto a los árboles, como se muestra en la Figura 4.5. No existen diferencias entre parcelas de tierra, con y sin grullas en los hábitats de sábana, tanto naturales como antrópicos (SS, SNA, SP y SSC), y hay selectividad solo en los hábitats de pinares (SPPA y SPPC), donde, con mayor número de árboles, las grullas buscan las zonas donde hay menos densidad. Es decir, las grullas eligen zonas con poca densidad de árboles, según el tipo de hábitat. La Tabla 4.6 muestra que existen diferencias significativas en las parcelas de tierra, con y sin grullas, así como en la interacción entre hábitats, lo que confirma las diferencias observadas visualmente en la Fig. 4.6.

Forma de vida	Condición	Variables	SP		SS	
			Promedio	S	Promedio	S
Hierbas	Con grullas	Cobertura 25 (m)	2,05	2,56	3,05	12,76
		Cobertura 50 (m)	0,47	1,12	0,16	0,37
	Sin grullas	Cobertura 25 (m)	2,60	2,65	2,52	3,17
		Cobertura 50 (m)	0,42	0,78	0,83	2,50

S = Desviación estándar

Tabla 4.5. Comportamiento de las variables estructurales estudiadas por formas de vida en hábitats de hábitats antrópicos, Isla de la Juventud.

Variable	Hábitat	Condición	Promedio	S	Hábitat	Condición	Interac.
Número de árboles	SNA	Con grulla	0,44	0,41	***	***	***
		Sin grulla	0,13	0			
	SPP	Con grulla	1,40	0			
		Sin grulla	5,42	0			
	SSC	Con grulla	0,66	1,18			
		Sin grulla	0,42	0,32			
Diametro a la altura de 1 m (DAP)	SNA	Con grulla	12,75	7,17	***	NS	NS
		Sin grulla	14,73	8,14			
	SPP	Con grulla	31,70	0			
		Sin grulla	28,80	0			
	SSC	Con grulla	20,33	4,10			
		Sin grulla	12,50	3,30			
Número de arbustos	SNA	Con grulla	2,56	1,13	NS	NS	NS
		Sin grulla	3,54	3,13			
	SPP	Con grulla	1,92	0			
		Sin grulla	1,86	0			
	SSC	Con grulla	4,10	4,10			
		Sin grulla	4,85	3,30			
Altura de arbustos	SNA	Con grulla	0,60	0,37	***	NS	NS
		Sin grulla	0,56	0,33			
	SPP	Con grulla	0,73	-			
		Sin grulla	0,85	-			
	SPP	Con grulla	0,55	0,40			
		Sin grulla	0,55	0,31			
Número de palmas		Con grulla	1,33	7,81			
		Sin grulla	0,08	0			
		Con grulla	1,00	0			
		Sin grulla	2,80	2,49			
		Con grulla	0,56	3,83			
		Sin grulla	1,00	3,11			

S = Desviación estándar

NS = No significativo

Tabla 4.6. Significación estadística de las variables estructurales estudiadas por forma de vida y por hábitat en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud. SPPA y SPPC están incluidos en SPP.

A su vez, estos árboles tienen copas pequeñas y troncos delgados, por lo que la obstrucción visual y la cobertura que brindan son mínimas, no observándose un patrón definido de selección de hábitats según DAP (Fig. 4.5 y Fig. 4.6). La Tabla 4.6 muestra que no existen diferencias significativas en las variables.

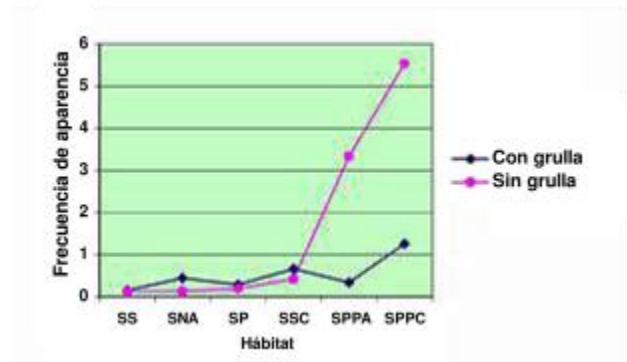


Fig. 4.5. Frecuencia de aparición de árboles en la etapa mayo a junio para parcelas con y sin grullas, Isla de la Juventud.

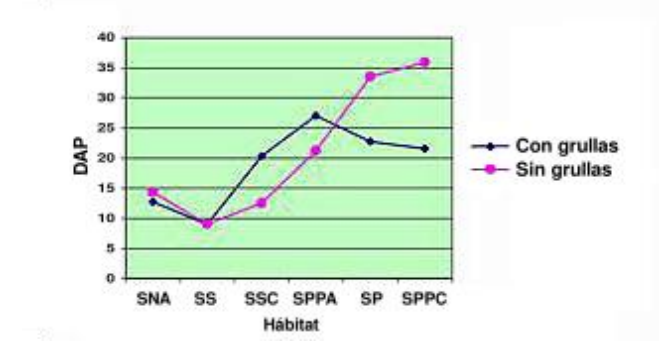


Fig. 4.6. Valores de DAP para la etapa de mayo a junio en árboles con y sin grullas, Isla de la Juventud.

En cuanto a la población de Florida (*A. c. pratensis*), Tacha *et al.* (1992) describe una preferencia por áreas en marismas abiertas con pocos árboles y palmeras, pastizales y otras áreas con poco crecimiento, casi sin uso del hábitat más seco. Guthery (1976) establece para las grullas del sur de Texas que el uso de los tipos de vegetación es más frecuente y sostenido donde hay arbustos y árboles en densidades que van desde poca a moderada. En el caso de los arbustos, la composición estructural no es lo que determina el comportamiento del ave, sino que el ave elige el hábitat de acuerdo con su composición taxonómica, como se muestra a continuación, por lo que no existe un patrón definido entre el número de arbustos y su altura cuando se comparan parcelas de tierra con y sin grulla (Fig. 4.7 y 4.8).

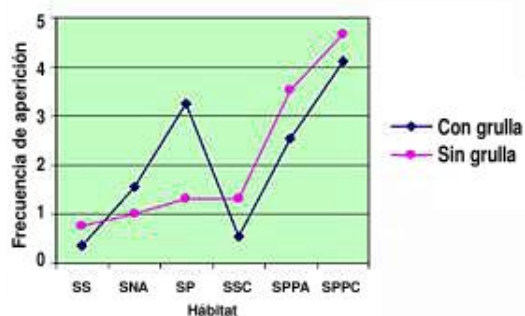


Fig. 4.7. Frecuencia de aparición de arbustos en mayo-junio en parcelas con y sin grullas, Isla de la Juventud.

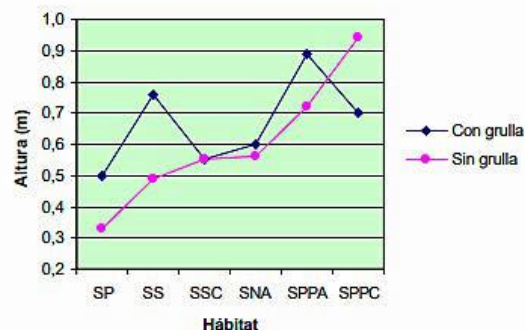


Fig. 4.8. Valores de altura de arbustos en parcelas con y sin grullas, Isla de la Juventud.

Adicionalmente, los valores estadísticos no fueron significativos ni para el número de arbustos ni para la altura, en cuanto a parcelas de tierra con y sin grullas y en cuanto a la interacción entre hábitats. Esto se debe principalmente a que los frutos de los arbustos en estas sábanas de arena blanca en la Isla de la Juventud son un componente importante en la dieta de las grullas. Littlefield (1981) informó, para la población de grullas en las Montañas Rocosas que pasa el invierno a lo largo del Río Grande, un hábito de alimentación basado básicamente en campos de maíz, trigo, algodón y cebada; sin embargo, Guthery (1976) afirma que, aunque el arroz y el sorgo son fuentes importantes de energía, las plantas nativas son la dieta principal de las grullas en el sur de Texas. Como se menciona en la descripción de la Reserva Ecológica Los Indios, las palmeras, a pesar de ser uno de los árboles típicos de esa zona, se distribuyen con poca densidad y no son un factor determinante en estos hábitats. Sus características desde el punto de vista de la grulla son muy similares a los árboles: poca densidad, tronco delgado y copa pequeña; no existe un patrón definido en cuanto al comportamiento de las grullas según el número de palmas (Fig. 4.9).

En cuanto a las plantas herbáceas, si bien existen diferencias entre los valores de cobertura herbácea por hábitat, tanto en hábitats naturales como antrópicos, estas diferencias no son estadísticamente significativas (Tablas 4.4 y 4.5) en las parcelas de tierra con y sin interacción entre hábitats. Sin embargo, estos resultados pueden interpretarse en términos de su significado biológico. Como se muestra en la Fig. 4.10, en los hábitats naturales, la cobertura que brindan las plantas herbáceas se utiliza de acuerdo con las características del hábitat. En estas sábanas (SNA y SSC), el uso de plantas herbáceas como alimento es muy destacable, ya que aportan no solo

alimento vegetal sino también alimento animal, ya que las grullas encuentran pequeños invertebrados que viven asociados a sus raíces.

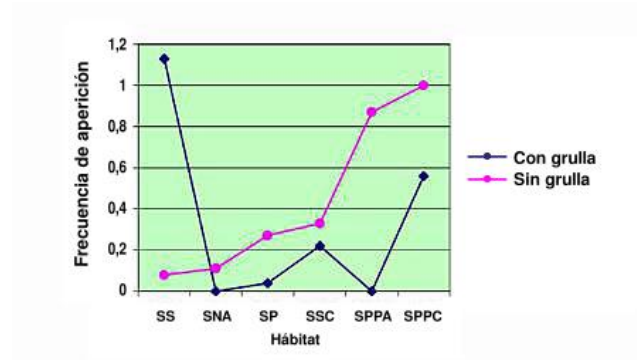


Fig. 4.9. Frecuencia de aparición en parcelas con y sin Grullas, Isla de la Juventud.

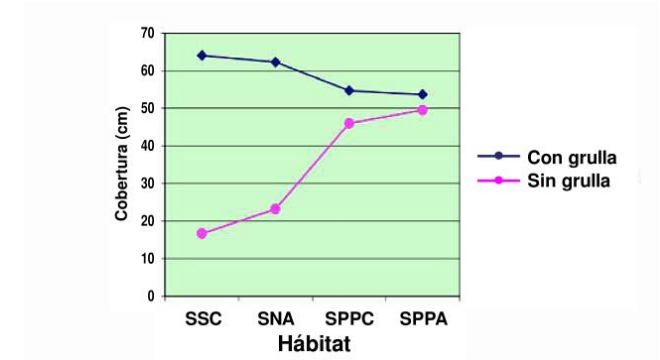


Fig. 4.10. Cobertura de herbáceas en hábitat natural en mayo-junio, en parcelas con y sin grullas, Isla de la Juventud.

En cuanto a los bosques de pinos, la menor cobertura herbácea facilita la obtención de invertebrados y larvas que viven en el suelo. Estos resultados coinciden con Guthery (1976), quien reporta para las grullas un componente animal en su dieta compuesto por insectos adultos, en estadios larvarios y pupales, que las grullas consiguen rascándose con sus patas o pico o con ambos. Reinecke y Krapu (1986) informan, para la grulla en Nebraska, una dieta compuesta por invertebrados, que incluye lombrices, moluscos e insectos. En los pinares, esta ave no suele utilizar hierbas como alimento y muchas veces se las ha encontrado formando parte del material para el nido, junto con las de la familia *Poaceae* (*Sorghastrum stipoides*) (Gálvez Aguilera 2002). En cuanto a los hábitats antrópicos (SP y SS), su uso está determinado por la cobertura herbácea, según su altura (Fig. 4.11 y 4.12)

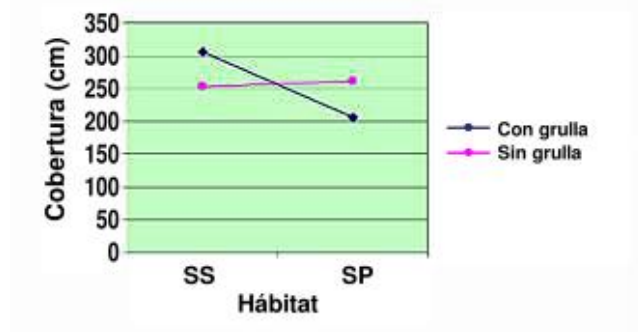


Fig. 4.11. Cobertura de plantas herbáceas de hasta 25 cm de altura en parcelas con y sin grullas, Isla de la Juventud.

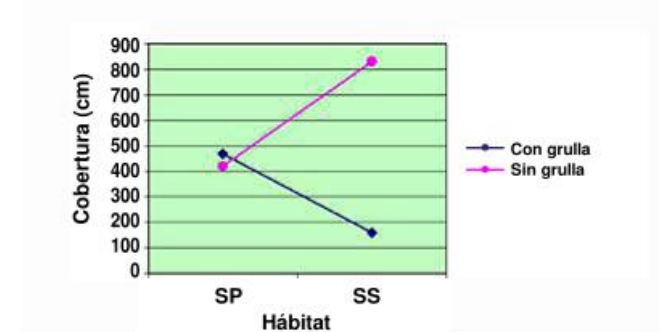


Fig. 4.12. Cobertura de plantas herbáceas de entre 25 y 50 cm de altura en parcelas con y sin grullas, Isla de la Juventud.

En las sábanas secundarias (SS), las grullas buscan con mayor frecuencia plantas herbáceas que midan menos de 25 cm de altura para alimentarse, mientras que en los pastizales (SP), las grullas se encuentran en áreas donde las plantas herbáceas tienen en su mayoría 50 cm de altura. Esto se puede explicar teniendo en cuenta la recuperación progresiva de la vegetación autóctona en las sábanas secundarias (SS), que incluyen árboles y arbustos dispersos que brindan cierta protección a las grullas. Luego, las hierbas cortas facilitan, además de alimento vegetal, la obtención de pequeños invertebrados y larvas en el suelo. Sin embargo, en los pastizales (SP), esta vegetación autóctona es inexistente, por lo que las hierbas altas permiten mantener un equilibrio entre la alimentación y lograr cierta protección. En general, estos resultados coinciden con Johnson (1980), quien lo identificó como un mecanismo para seleccionar el hábitat de alimentación, la altura de las plantas sobre el suelo, principalmente en los campos de cereales. Guthery (1976) informa que la cobertura de vegetación herbácea en las zonas arenosas suele ser inferior al 80% (estimación visual) y que las grullas suelen elegir sitios de alimentación abiertos, en puntos donde la vegetación casi siempre tiene menos de 25 cm de altura. La cobertura de arena en sábanas naturales en parcelas de tierra con grullas tuvo valores similares, como se muestra en la Tabla 4.7, se puede observar una selección de la cobertura de arena por parte del ave, independientemente del hábitat.

Variable	Condición	SNA		SSC		SPP		SP		SS	
		Prom.	S	Prom.	S	Prom.	S	Prom.	S	Prom.	S
Cobertura de arena	Con grullas	45	16,74	47,43	24,76	56,66	17,99	16,25	12,13	32,78	24,16
	Sin grullas	48,98	19,47	50,30	24,21	22,92	39,69	13,41	9,51	13,21	6,41
Cobertura de hojas caídas	Con grullas	-	-	24,58	18,72	23,14	32,79	25,83	14,55	33,18	26,48
	Sin grullas	-	-	83,3	36,1	81,99	20,83	13,41	97,6	15,94	13,82
Obstrucción visual al norte	Con grullas	33,33	20,93	41,42	25,10	28,46	16,76	50,80	24,14	43,57	28,99
	Sin grullas	22,50	17,75	52,86	29,74	48,57	35,79	39,13	27,46	57,69	37,67
Obstrucción visual al sur	Con grullas	32,66	22,82	37,81	25,59	23,08	9,47	55,20	26,94	54,29	34,80
	Sin grullas	22,08	13,83	51,20	29,86	44,50	33,52	42,17	29,07	52,94	33,17
Obstrucción visual al este	Con grullas	31,33	23,26	39,76	25,90	26,92	14,37	46,80	26,73	48,57	34,16
	Sin grullas	32,92	22,74	43,81	27,14	74,29	37,80	38,26	28,07	53,08	36,37
Obstrucción visual al oeste	Con grullas	46,00	32,69	43,10	25,52	33,08	25,29	56,80	24,95	50,00	34,64
	Sin grullas	28,33	23,90	47,38	28,63	60,50	34,64	37,39	23,59	66,15	37,09

S = Desviación estándar

Tabla 4.7. Comportamiento de las variables estructurales estudiadas en términos de cobertura del suelo y obstrucción visual en parcelas con y sin grullas en sábanas naturales y antrópicas en Reserva Ecológica Los Indios. SPPA y SPPC están incluidos en SPP.

La Figura 4.13 muestra cómo, en sábanas naturales, las grullas se alimentan en sitios donde la cobertura de arena es muy similar a la existente en parcelas de tierra sin grullas, mientras que, en pinares, las grullas prefieren alimentarse en sitios donde esta cobertura es mucho más amplia que la uno observado en las parcelas de tierra sin grullas. Sin embargo, como se muestra en la Tabla 4.8, los valores estadísticos no tuvieron ninguna diferencia significativa en las sábanas antrópicas. Los valores difieren en parcelas de tierra con grullas y la Figura 4.14 muestra cómo, en pastizales (SP), las grullas se alimentan en áreas donde la capa de arena es mucho más estrecha que en sábanas secundarias (SS).

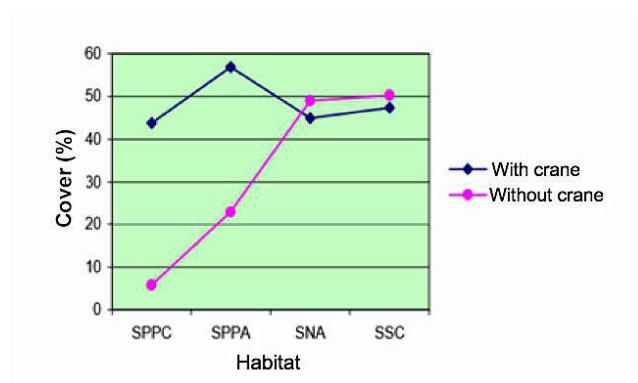


Fig. 4.13. Cobertura de arena en parcelas con grullas (línea azul oscuro)_y sin grullas (línea rosada) en sábanas naturales en la Reserva Ecológica Los Indios.

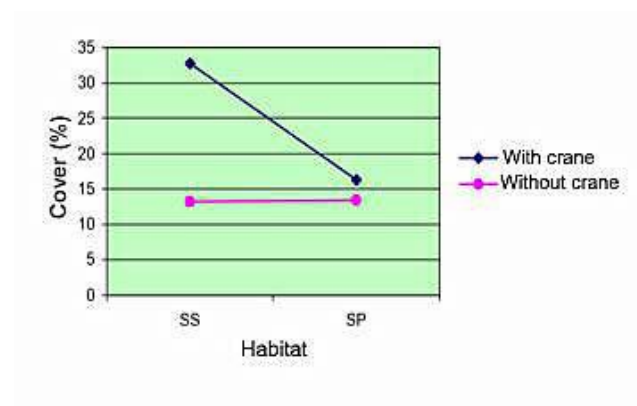


Fig. 4.14. Cobertura de arena en parcelas con grullas (línea azul oscuro)_y sin grullas (línea rosada) en pastizales (SP) las grullas se alimentan en áreas donde la cobertura de arena es mucho más estrecha que en las sábanas secundarias (SS) en Los Indios.

Variable	Hábitat	Condición	Promedio	S	Hábitat	Cond.	Interac.
Cobertura de arena (*) Sábanas naturales	SNA	Con grulla	45	16,84	NS	NS	NS
		Sin grulla	48,98	19,47			
	SPP	Con grulla	56,86	17,99			
		Sin grulla	22,92	39,69			
	SSC	Con grulla	47,43	24,76			
		Sin grulla	50,30	24,21			
Cobertura de arena (*) Sábanas antropicas	SP	Con grulla	16,25	12,13	NS	**	NS
		Sin grulla	13,41	9,51			
	SS	Con grulla	32,78	32,78			
		Sin grulla	13,21	6,41			
Cobertura de hojas caídas (*) Sábanas naturales	SP	Con grulla	23,14	32,79	***	***	***
		Sin grulla	81,99	20,83			
	SS	Con grulla	24,58	18,72			
		Sin grulla	8,33	3,61			
Cobertura de hojas caídas (*) Sábanas artificiales	SP	Con grulla	25,83	14,55	NS	**	NS
		Sin grulla	13,41	9,76			
	SS	Con grulla	33,18	26,48			
		Sin grulla	15,94	13,82			
Cobertura de hierbas (*) Sábanas naturales	SNA	Con grulla	62,32	115,64	NS	NS	NS
		Sin grulla	23,18	43,75			
	SPP	Con grulla	43,63	22,36			
		Sin grulla	27,50	27,50			
	SSC	Con grulla	64,13	112,49			
		Sin grulla	16,67	19,97			
Cobertura de hierbas (*) Sábanas antropicas	SP	Con grulla	42,65	40,14	***	NS	NS
		Sin grulla	50,39	28,71			
	SS	Con grulla	19,00	15,24			
		Sin grulla	35,88	22,84			

S = Desviación estándar

N = No significativo

Tabla 4.8. Significación estadística de las variables estructurales estudiadas en términos de cobertura del suelo en parcelas con y sin grullas en hábitats de sábana natural y antrópica en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud. SPPA y SPPC están incluidos en SPP.

Selección de estos hábitats antrópicos, según la capa de arena. Los análisis estadísticos muestran diferencias significativas entre parcelas de tierra con y sin grullas en lasábanas

antrópicas. Es lógico que, en sábanas secundarias (SS), los valores de cobertura de arena aumenten en parcelas de tierra con grullas y se acercan a las obtenidas en sábanas naturales, si tenemos en cuenta que se trata de un hábitat en recuperación que de alguna manera tiene elementos y características similares a las sábanas naturales. En los pastizales, el pasto sembrado para la alimentación del ganado se extiende por todo el terreno y los valores de cobertura de arena son, por tanto, inferiores a los obtenidos en el resto de los hábitats.

La cobertura de hojas caídas es una variable que mostró diferencias en todos los hábitats (Tabla. 4.9), y se observa que las grullas seleccionan la cobertura de hojas caídas según el hábitat. Esta tabla muestra diferencias significativas en ambos casos (sábanas naturales y sábanas antrópicas), siendo más notorias las diferencias en las sábanas naturales, donde no solo existe una selección sino también interacción según el hábitat (Fig. 4.15 y 4.16).

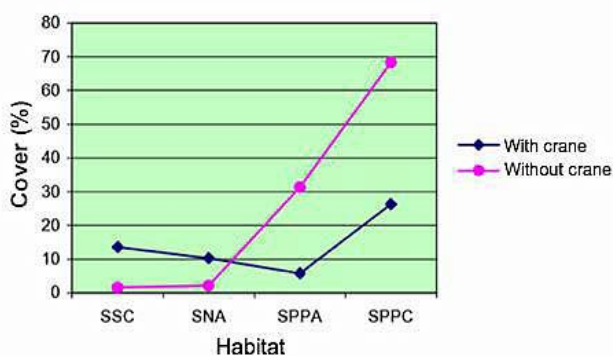


Fig. 4.15. Cobertura (*Cover*) de hojas caídas en parcelas con grullas (línea azul oscuro)_y sin grullas (línea rosada) en sábanas naturales en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

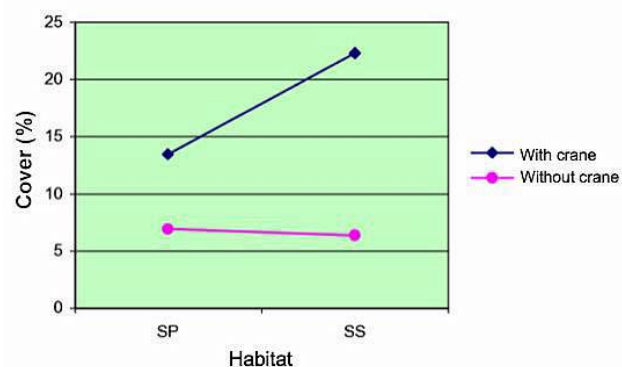


Fig. 4.16. Cobertura (*Cover*) de hojas caídas en parcelas con grullas (línea azul oscuro)_y sin grullas (línea rosada) en sábanas antrópicas de la Reserva Ecológica Los Indios.

Variable	Hábitat	Condición	Promedio	S	Hábitat	Cond.	Interac.
Obstrucción visual al norte	SNA	Con grulla	33,33	20,93	**	NS	*
		Sin grulla	22,50	17,75			
	SPP	Con grulla	28,46	16,76			
		Sin grulla	48,77	35,59			
	SSC	Con grulla	41,42	25,10			
		Sin grulla	52,86	29,54			
	SP	Con grulla	50,80	24,14			
		Sin grulla	39,13	27,46			
	SS	Con grulla	43,57	28,99			
		Sin grulla	57,69	37,67			
+Obstrucción visual al sur	SNA	Con grulla	32,66	22,82	***	NS	*
		Sin grulla	22,08	13,83			
	SPP	Con grulla	23,08	9,47			
		Sin grulla	44,50	33,52			
	SSC	Con grulla	37,81	25,59			
		Sin grulla	51,20	29,86			
	SP	Con grulla	55,20	26,94			
		Sin grulla	42,17	29,07			
	SS	Con grulla	54,29	34,80			
		Sin grulla	52,94	33,17			
Obstrucción visual al oeste	SNA	Con grulla	31,33	23,26	NS	NS	*
		Sin grulla	32,92	22,74			
	SPP	Con grulla	26,92	14,37			
		Sin grulla	74,29	37,80			
	SSC	Con grulla	39,76	25,90			
		Sin grulla	43,81	27,14			
	SP	Con grulla	46,80	26,73			
		Sin grulla	38,26	28,07			
	SS	Con grulla	48,57	34,16			
		Sin grulla	66,15	37,09			
Obstrucción visual al oeste	SNA	Con grulla	46,00	32,69	NS	NS	**
		Sin grulla	28,33	23,90			
	SPP	Con grulla	33,08	25,29			
		Sin grulla	60,50	34,64			
	SSC	Con grulla	43,10	25,52			
		Sin grulla	47,38	28,63			
	SP	Con grulla	56,8	24,95			
		Sin grulla	37,39	23,59			

	SS	Con grulla	50,00	34,64	
		Sin grulla	66,15	37,09	

S = Desviación estándar

N = No significativo

Tabla 4.9. Significación estadística de las variables estructurales estudiadas en términos de obstrucción visual en parcelas con y sin grullas en hábitats de sábana natural y antrópica en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

En sábanas naturales abiertas y semicerradas (SNA y SSC), se observa que las grullas eligen sitios donde la cobertura de hojas caídas es más amplia en comparación con la existente en parcelas de tierra sin grullas (Fig. 4.17), esto se puede explicar porque los invertebrados y los insectos de los que se alimentan las grullas se acumulan en las hojas caídas. Sin embargo, en pinares, donde estos valores de hojas caídas aumentan considerablemente debido a la acumulación de agujas de pino.

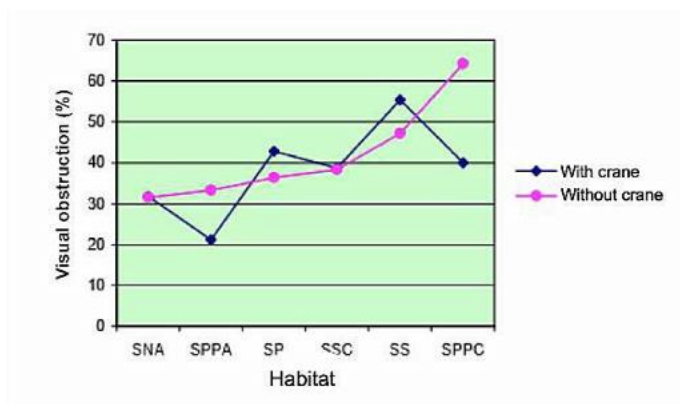


Fig. 4.17. Obstrucción visual Oeste en parcelas con grullas (línea azul oscuro) y sin grullas (línea rosada) en sábanas naturales y antrópicas, Isla de la Juventud.

Las grullas eligen áreas con menos cobertura de hojas caídas que facilitan el acceso a la comida animal mencionada. En sábanas antrópicas no se observa interacción entre hábitats y, en ambos casos (SP y SS), las grullas prefieren sitios donde la cobertura de hojas caídas es más amplia por las razones expuestas anteriormente. Por su parte, la obstrucción visual en todos los casos mostró una interacción estadísticamente significativa con los hábitats. En general, en hábitats cerrados, estos valores (para los cuatro puntos cardinales) fueron menores en las parcelas de tierra donde las grullas fueron vistas, en comparación con las parcelas de tierra sin grullas. Sin embargo, en hábitats abiertos se obtuvieron resultados contrarios. Las figuras 4.17 a 4.20 muestran los valores de obstrucción visual para tres puntos cardinales. En todos los casos, es difícil establecer un patrón, ya

que las grullas no eligen el hábitat de acuerdo con la obstrucción visual, pero se observa mucha interacción entre esta variable y los hábitats. Esto es lógico ya que, en sitios cerrados, no hay tanta necesidad de obstrucción visual para protección, como en sitios abiertos donde las aves están expuestas a un mayor peligro.

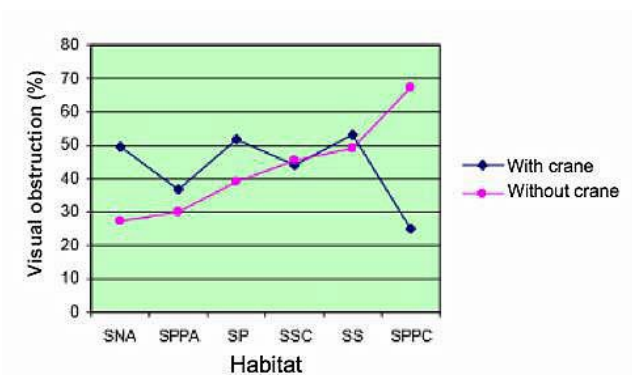


Fig. 4.18. Obstrucción visual Norte en parcelas con grullas (línea azul oscuro) y sin grullas (línea rosada) en sábanas naturales y antrópicas, Isla de la Juventud.

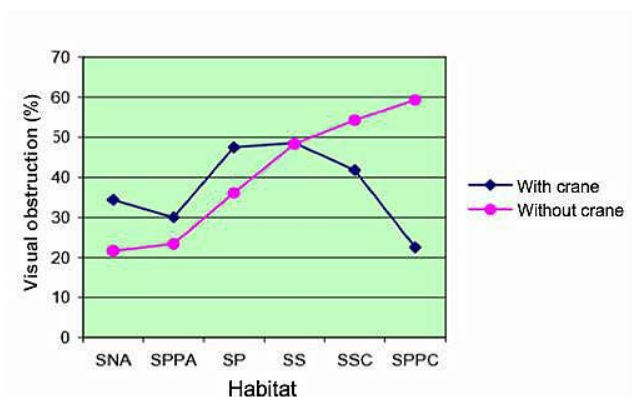


Fig. 4.19. Obstrucción visual Sur en parcelas con grullas (línea azul oscuro) y sin grullas (línea rosada) en sábanas naturales y antrópicas, Isla de la Juventud.

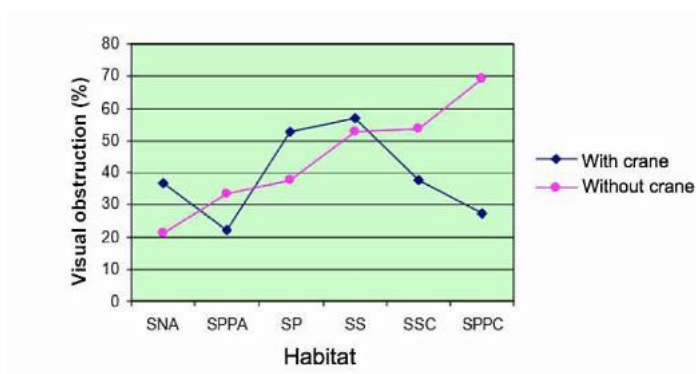


Fig. 4.20. Obstrucción visual al este en parcelas con grullas (línea azul oscuro) y sin grullas (línea rosada) en sábanas naturales, Isla de la Juventud.

Las especies arbóreas muestreadas y su frecuencia de aparición en parcelas de tierra con y sin grullas en cada uno de los hábitats analizados se muestran en la Tabla 4.10.

Species	SNA		SSC		SPPA		SPPC		SP		SS	
	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0,04	0,05	0,04	-	-	0,25	-	-	0,04	-	-	-
<i>Byrsonima wrightiana</i>	-	-	0,05	-	-	0,33	-	-	-	-	-	-
<i>Cameraria retusa</i>	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06
<i>Chrysobalanus icaco</i>	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dichrostachys sinerea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-
<i>Melastomataceae gen. div.</i>	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-
<i>Ouratea elliptica</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-
<i>Pinus caribaea</i>	-	0,04	0,07	0,04	0,22	0,67	0,50	0,93	-	0,04	-	-
<i>Pinus tropicalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-
<i>Tabebuia lepidophylla</i>	0,38	0,04	0,17	0,27	-	0,33	-	-	-	-	-	0,0

Tabla 4.10. Especies de árboles muestreadas y frecuencia de aparición por hábitat en parcelas con y sin grullas en la etapa de mayo-junio, Isla de la Juventud.

En los hábitats de las sábanas naturales (SNA y SSC), predomina el Roble de sábana (*Tabebuia lepidophylla*), el cual está determinado en gran medida por la resistencia de esta especie a los incendios naturales periódicos que ocurren como parte de la dinámica del ecosistema. El componente principal del hábitat natural en estas sábanas y su importancia para la grulla radica en la protección que brinda, principalmente durante su estado arbustivo, que es como predomina. El peralejo también es uno de los árboles más abundantes; entre ellos se encuentra la especie (*Byrsonima crassifolia*) Los frutos de estos árboles son fuente de alimento para las grullas, esta especie se encuentra en la mayoría de los hábitats, tanto naturales como antrópicos, y en los pinares (principalmente como arbusto).

En los pinares abiertos o cerrados (SPPA y SPPC) predomina el Pino Macho (*Pinus caribaea*), fue introducido por los hombres y actualmente cubre extensas extensiones del territorio.

En los hábitats antrópicos (SP y SS), los árboles en general se encuentran aislados ya que estas áreas fueron deforestadas para su aprovechamiento ganadero, solo quedan aquellos árboles que

dan sombra al ganado, El Peralejo Y Pino hembra (*Pinus tropicalis*). Esto resultó en la aparición de especies invasoras como Marabú (*Dichrostachys cinerea*), que se extiende por la zona y, en algunos casos, ha desplazado toda la vegetación natural de la sábana.

En las sábanas secundarias (SS), adicionalmente se ha observado cierta recuperación de la vegetación autóctona luego de que finalizara la ganadería y aparecieran especies arbóreas nativas de los hábitats naturales, entre ellas el Peralejo y el Maboá (*Cameraria retusa*). Los arbustos, a diferencia de los árboles, son muy importantes para la grulla, tanto para su alimentación como para su protección. Algunas de las especies más abundantes son el Trompeta y el Hypericum (*Hypericum styphelioides*), arbustos de las *Rubiaceae* y *Melastomataceae*, *Spoons* spp. y familias *Griseb*, entre otros.

En los hábitats naturales (SNA y SSC) las especies *Tabebuia lepidophylla*, *Hypericum styphelioides*, arbustos de las familias *Rubiaceae* y *Melastomataceae*, así como peralejo, predominan.

En los hábitats antrópicos (SP y SS) predominan los robles de sábana, el peralejo y las melastomatáceas.

En los pinares (SPPA y SPPC), en general, se encuentran las mismas especies arbustivas que en los hábitats naturales, aunque hay menor número de individuos y menor abundancia por especie.

Tanto en los hábitats naturales de la sábana (SNA y SSC) como en los pinares (SPPA y SPPC), las especies de palmeras más abundantes son el guano prieto (*Acoelorrhaphe wrightii*) y la palma barrigona cubana (*Colpothrinax wrightii*).

Este último también se puede observar en hábitats antrópicos (SP y SS), aunque en los últimos hábitats las palmas generalmente se distribuyen en menor número y de manera más aislada.

Los hábitats naturales de la sábana (SNA y SSC) incluyen especies autóctonas e invasoras. Las especies más abundantes son el Pajón macho (*Sorghastrum stipoides*), Bejuco fideo (*Cassytha filiformis*), *Cyperaceae* y *Acantaceae*, las especies *Panicum erectifolium*, *Eriocaulaceae* y *Xiridaceae* y el Espartillo (*Paspalum* sp).

En los pinares (SPPA y SPPC), las especies más significativas son Pajón macho (*Sorghastrum stipoides*), *Panicum erectifolium* y *Cyperaceae*.

En los hábitats antrópicos (SP y SS), se encuentran el género *Panicum* spp., Espartillo (*Paspalum* spp.), Malva de puerco (*Sida rhombifolia*) y el género *Sida* spp., dentro de la familia Malvaceae; (*Mimosa pudica* y Cortadera de dos picos (*Cladium jamaicense*).

En los hábitats de alimentación de las grullas en el sur de Texas, predominan las especies *Sagittaria latifolia*, *Cyperus* spp., *Nymphaea elegans* y *Eleocharis quadrangulata* (Guthery 1976), mientras que en los hábitats de alimentación de la grulla gris de Florida (Bennett 1988) se identificaron emergentes plantas acuáticas: *Sagittaria* spp., *Gramínea* spp., *Cyperus* spp., *Rhynchospora inundata* y *Calopogon pulchallus*.

Las Tablas 4.11 y 4.12 muestran las tasas ecológicas por hábitat y formas de vida en parcelas de tierra con y sin grullas en los sitios de alimentación en la temporada de mayo a junio.

Analizando las tasas ecológicas, se pueden determinar aquellos hábitats que representan las áreas con más diversidad. La Tabla 4.11 muestra cómo las tasas son mayores en parcelas de tierra con grullas en el hábitat SSC, es decir, en este hábitat las grullas eligieron las áreas con mayor biodiversidad para alimentarse, lo que corrobora lo encontrado por Gálvez Aguilera (2002), sábanas semicerradas (SSC) son el hábitat esencial para que esta especie se reproduzca. Por lo tanto, la protección y conservación de las sábanas semicerradas no solo garantiza que las grullas puedan reproducirse y alimentarse con mayor éxito durante esta etapa, sino que también asegura la protección de las áreas con mayor diversidad florística dentro de este ecosistema de sábanas de arena blanca, como muestran las tasas ecológicas.

Formas de vida	Taza	SNA		SSC		SPPA		SPPC	
		Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla
Árboles	H'c	0,001	1,43	1,74	1,09	0,001	1,29	0,80	0,28
Arbustos	B	1,00	3,00	4,07	1,92	1,00	2,67	1,80	1,14
Palmas	J'	0	1,00	0,89	0,68	0	0,95	0,92	0,35
Hierbas	H'c	2,21	2,04	2,51	1,76	1,37	0,94	2,37	2,16

Tabla 4.11. Tasas ecológicas por formas de vida en hábitats naturales para parcelas con grulla y sin grulla en los comederos en la etapa mayo-junio en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

Entre las áreas que representan hábitats exclusivos de alimentación, determinamos que el pastizal abandonado o sábana en recuperación (SP) es el hábitat más utilizado por las grullas, al compararlo

con los otros sitios en diferentes estaciones del año, tanto en la estación seca como en la lluviosa (Gálvez Aguilera 2002). En el análisis de los valores de las tasas ecológicas. Para los hábitats SP (Tabla 4.12), se puede ver que son más altos en parcelas de tierra con grullas que en parcelas de tierra sin grullas, es decir, la grulla elige las áreas con más diversidad de plantas herbáceas dentro hábitat SP para alimentarse, lo que demuestra la necesidad de preservar estas áreas antrópicas no solo para proporcionar a las grullas sitios de alimentación sino también para preservar la gran diversidad que allí existe.

Forma de vida	Taza	SP		SS	
		Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla
Árboles	H'c	1,43	0,00	0,00	0,94
	B	3,00	1,00	1,00	2,00
	J'	1,00	0	0	1,00
Arbustos	H'c	1,63	0,90	1,58	1,18
	B	B 3,57	1,85	3,60	2,57
	J'	0,96	0,73	0,96	0,92
Palmas	H'c	0,00	0,00	-	0,00
	B	1,00	1,00	-	1,00
	J'	0	0	-	0
Hierbas	H'c	3,08	2,78	3,39	3,08
	B	15,89	12,19	19,69	16,86
	J'	0,93	0,88	0,94	0,93

Tabla 4.12. Tasas ecológicas por forma de vida en hábitats antrópicos para parcelas con grullas y sin grullas en los sitios de alimentación en la etapa mayo-junio en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

Un análisis de ambas por formas de vida (Tabla 4.13) muestra que los arbustos, en todos los casos, son las plantas con valores más altos en parcelas de tierra con grullas que en parcelas de tierra sin grullas. Lo anterior demuestra que la protección de las grullas también garantiza la conservación de las áreas donde hay más biodiversidad vegetal en este ecosistema. La protección de esta ave no solo garantiza la conservación de la biodiversidad general en estas sabanas, sino que también garantiza la conservación del alto grado de endemismo florístico que existen.

Forma de vida	Especies endémicas	SNA		SSC		SPPA		SPPC		SP		SS	
		Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla	Con grulla	Sin grulla
Árboles	<i>Tabebuia lepidophylla</i>	100	33,33	7	7	0	25	0	0	0	0	0	33,33
	<i>Ouratea elliptica</i>	0	0	7	0	0	0	0	33,33	0	0	0	0
	<i>Byrsonima wrightiana</i>	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
Arbustos	<i>Ouratea elliptica</i>	5	0	5,9	0	14,3	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Phyllanthus imbricatus</i>	0	17,45	0,92	7,86	2,7	,0	0	0	0	0	1,64	0
	<i>Hypericum styphelloides</i>	15	38	17,24	18,42	0	0	14,3	33,33	0	0	16,6	0
	<i>Byrsonima wrightiana</i>	5	3,45	1,72	0	14,3	0	14,3	0	20	0	0	0
	<i>Brya ebenus</i>	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
	<i>Byrsonima pinetorum</i>	5	3,45	5,17	2,63	14,3	0	14,3	11,11	0	0	0	0
Hierbas	<i>Syngonantum spp.</i>	0	0	1,85	0	0	0	0	0	0	0	1,64	0
	<i>Elephantopus arenarius</i>	0	0	0,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Aster grisebachii</i>	56,6	6,14	4,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Xyridaceae</i>	5,66	1,4	4,63	1,12	8,1	14,28	10	0	0	0	0	0
	<i>Eriocaulaceae</i>	188	11,26	2,77	8,98	2,7	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 4.13. Valores de endemismo (%) por forma de vida, por especie y por hábitat registrados en parcelas con y sin grullas en los sitios de alimentación. Isla de la Juventud.

La Tabla 4.13 muestra los valores de endemismo (%) por forma de vida, por especie y por hábitat, registrados en las parcelas de tierra con y sin grullas en los sitios de alimentación. Un mayor número de especies endémicas que aparecen en los hábitats de las sábanas naturales (SNA y SSC). Si realizamos un análisis por formas de vida, podemos observar que los arbustos y las hierbas fueron los que presentaron más especies endémicas en las parcelas muestreadas, como se muestra en la Fig. 4.21. Los arbustos endémicos se encuentran en mayor medida en las parcelas de tierra con grullas, para la mayoría de los hábitats. Para los casos en los que no ocurre lo anterior (SNA y SPPC), el endemismo en parcelas de terreno con grullas está por encima del 62% con respecto al endemismo

total en las parcelas de terreno sin grullas, valor que indica la gran selectividad de las grullas en sitios donde la presencia de arbustos endémicos es muy destacable.

La Figura 4.22 muestra los valores de endemismo por hábitat de las plantas herbáceas. Podemos observar cómo, en la mayoría de los hábitats, el porcentaje de especies endémicas es mayor en las parcelas de tierra con grullas y, en todos los casos; este valor es superior al 87,5%. Se ha demostrado que las grullas eligen hábitats con alto endemismo en plantas herbáceas para alimentarse.

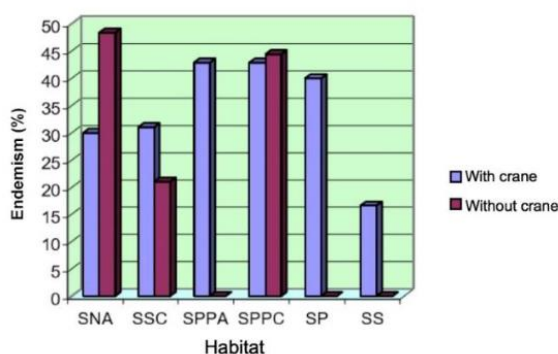


Fig. 4.21. Valores de endemismo (%) de arbustos por hábitat en parcelas con grullas (barras azules) y sin grullas (líneas rojas) en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

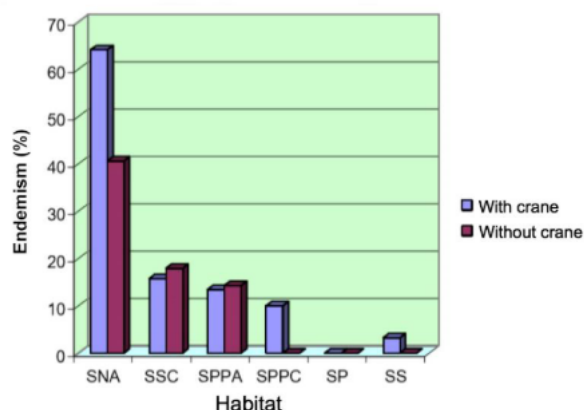


Fig. 4.22. Valores de endemismo (%) para herbáceas por hábitat en parcelas con grullas (barras azules) y sin grullas (líneas rojas) en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud.

Desde el punto de vista de las especies endémicas, podemos ver lo importante que es la conservación de las sábanas naturales (SNA y SSC), ya que son hábitats importantes para que esta especie alimente y cría a sus pollos. A través de la protección de las grullas, se preservan áreas con alta densidad de arbustos y plantas herbáceas endémicas.

4.4. Conclusiones

- La clasificación de hábitats, teniendo en cuenta las variables estructurales, mostró una agrupación bien definida en sábanas naturales, por un lado, y en sábanas antrópicas, por otro lado. De todas las variables estructurales que se analizaron comparando sitios con grullas con sitios sin grullas, solo el número de árboles, cobertura de arena en sábanas

antrópicas y cobertura de hojas caídas, tanto en sábanas naturales como antrópicas, fueron estadísticamente significativas.

- Descubrimos que las especies más abundantes en las parcelas de tierra con grullas en comparación con las parcelas de tierra sin grullas fueron: *Tabebuia lepidophylla*, *Byrsonima crassifolia*, *Pinus caribaea*, *Pinus tropicalis*, *Hypericum styphelioides*, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Colpothrinax wrightii*, *Sorghastrum stipoides filiformis* y *Panicum erectifolium*.
- El tratamiento de la grulla como especie paraguas radica principalmente en que la protección de esta ave garantiza la conservación de los hábitats en sábanas semicerradas (CSE) y pastizales (SP), hábitats donde se encuentra la mayor diversidad vegetal en sábanas de arena blanca. Además de contribuir a la conservación de la mayoría de las especies endémicas, destacan los arbustos (al menos un 62% en parcelas de grullas) y plantas herbáceas (al menos un 87,5% en parcelas de grullas).

4.5. Recomendaciones

- Presentar los resultados de este trabajo a las autoridades científicas y organismos responsables de la conservación de la biodiversidad en el municipio especial Isla de la Juventud y detener acciones y procesos que están afectando la desaparición de estos hábitats de sábanas de arena blanca que son únicos en el país, como:
- La extracción de ganado en áreas cercanas a la reserva, que con sus excrementos provocan la dispersión de plantas indeseables.
- Permitir el manejo controlado del fuego (ahora prohibido por la ley forestal) que es fundamental para preservar las plantas endógenas pirogénicas y las grullas.
- Iniciar procesos de control sobre el marabú (*Dichrostachys cinerea*) que está provocando el cierre de las sábanas naturales y, por tanto, la desaparición de la vegetación endémica y está afectando también la movilidad de las grullas, especie también amenazada en el archipiélago cubano.
- Aplicar los resultados de este trabajo para clasificar los hábitats antrópicos según su grado de afectación y proponer acciones de manejo para recuperarlos según su grado de endemismo, como prioridades dentro del plan de manejo de la Reserva Ecológica Los Indios.
- Realizar estudios similares en poblaciones de grullas que habitan en hábitats distintos a las sábanas de arena blanca para comprobar si las grullas también actúan como "especie paraguas" y contribuyen a la recuperación de la biodiversidad y las especies endémicas locales en esas sábanas.

LA GRULLA CUBANA EN EL MUNICIPIO DE CIEGO DE ÁVILA

La población de grullas en Ciego de Ávila es la segunda más grande del archipiélago cubano y vive en un hábitat muy diferente al de la subpoblación de Isla de la Juventud. Caracterizamos elementos de la ecología reproductiva de *Antigone canadensis nesiotes* en el Refugio de Vida Silvestre El Venero y determinamos patrones de selección de sitios de anidación en tres escalas espaciales de análisis, describimos patrones de actividad diaria y determinamos variaciones espaciales y temporales.

Yarelys Ferrer Sánchez

Dennis Denis Ávila

Idael Ruíz Companioni

Raúl Iguanzo González

V. LA GRULLA CUBANA EN EL MUNICIPIO DE CIEGO DE ÁVILA

Introducción

Las grullas (Aves: *Gruidae*) se consideran una de las familias de aves más antiguas del mundo (Meine y Archibald 1996c). Sus valores, en los ecosistemas que ocupan, se destacan en la compleja y dinámica interacción que allí se desarrolla. Los registros históricos sugieren que esta subespecie depende de sábanas y humedales naturales para su reproducción, pero en muchas provincias del archipiélago cubano, los reductos de estos ecosistemas que han permanecido libres de la actividad agrícola no han escapado a la acción modificadora de los hombres (Gálvez Aguilera 2002). En 1994, la Empresa Cubana para la Protección de la Flora y la Fauna inició estudios que definieron el número y distribución de las poblaciones actuales de la grulla gris cubana con base en los resultados publicados por Berovides y Gálvez Aguilera (1995), Gálvez Aguilera y Perera (1995), Gálvez Aguilera (1997), Gálvez Aguilera *et al.* (2001) y Gálvez Aguilera y Chávez Ramírez (2010). Estudios relacionados con la ecología reproductiva, uso de hábitat y área de distribución, en la población de la Isla de la Juventud, definida por Gálvez Aguilera (2002) como la más numerosa del archipiélago. Las limitaciones de estos estudios radican en el alcance de los resultados, ya que esta población analizada vive en el ecosistema de sábanas de arena blanca (único en el archipiélago cubano). Las otras poblaciones se distribuyen en prados y pantanos existentes como reductos de las antiguas sábanas de Cuba, similares a los hábitats que utiliza esta especie en América del Norte. Estos ecosistemas se han fragmentado y degradado a tal grado que solo tres poblaciones de grullas tienen más de 100 individuos (Gálvez Aguilera 2002).

Un enfoque decisivo también utilizado para interpretar las relaciones ecológicas de las especies es el estudio del comportamiento animal. Drickamer y Vessey (1992) definieron este tipo de estudio como un método para examinar las relaciones entre los animales y entre ellos y su entorno, con el fin de preservar el hábitat y la subespecie. El comportamiento de las grullas tiene variadas estrategias de supervivencia y adaptaciones. Sus características de monogamia, fidelidad y defensa de sus territorios de anidación (Walkinshaw 1989) han hecho que estas aves sean utilizadas frecuentemente como indicadores de la salud de los ecosistemas de humedales.

El comportamiento reproductivo de la grulla gris cubana fue descrito por Gálvez Aguilera (2002); sin embargo, no se han realizado estudios relacionados con el patrón de actividad de esta subespecie, su relación con las fuentes de perturbación y su variación temporal en el archipiélago cubano. El conocimiento de los factores que afectan el patrón de actividad es importante para

especies amenazadas como la grulla canadiense y el conocimiento de los factores que afectan la alimentación y otras actividades de comportamiento son necesarios para apoyar tanto el manejo de las grullas como los esfuerzos destinados a la conservación.

La población de grullas es la segunda más grande de Cuba y es necesario ampliar los estudios sobre esta población, su hábitat y las presiones que están afectando a la subespecie, proponiéndose los siguientes objetivos:

- Caracterizar elementos de la ecología reproductiva de *Antigone canadensis nesiotis* en el Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.
- Determinar los patrones de selección del sitio de anidación en tres escalas espaciales de análisis.
- Describir el patrón de actividad diaria y determinar sus variaciones espaciales y temporales.

Los objetivos se alcanzaron, basados en la realización de las siguientes tareas:

- Determinar la frecuencia diaria de varios comportamientos (alimentación, locomoción, acicalarse, alerta, descanso e interacción) durante las temporadas de no reproducción y preanidación en dos sitios con diferentes grados de perturbación humana.
- Determinación del número y distribución de nidos en las áreas de anidación en El Venero, Refugio de Fauna.
- Caracterizar el éxito de los nidos de grulla detectados en cuanto a tasas básicas de reproducción (número de huevos y polluelos).
- Comparar la composición del hábitat y la vegetación en los nidos y en puntos aleatorios a nivel de micro-, meso- y macrohábitat, utilizando un sistema de información geográfica, imágenes de satélite y datos de campo.

5.1 Área de estudio

Este estudio se realizó en las 5695,9 ha de prados pantanosos en El Venero Refugio de Fauna (22,01' 31,38" N – 78,30' 44,82" W), Provincia de Ciego de Ávila, Cuba (Figura 5.1), de 2005 a 2007.



Fig. 5.1. Ubicación geográfica del área de estudio de la grulla cubana (*Antigone canadensis nesiotis*) en el Refugio de Vida Silvestre El Venero en la provincia de Ciego de Ávila.

El Refugio de Fauna El Venero se encuentra en el noreste de la provincia de Ciego de Ávila, entre los municipios Primero de Enero (sureste), Bolivia (noreste) y Morón (noroeste). Comprende parte de la cuenca del río Yana, un área caracterizada por una llanura baja, una laguna palustre, acumulativa, plana y parcialmente pantanosa del Cuaternario-Holoceno. Actualmente pertenece al sitio Ramsar 'Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila' y se ubica en la región sur de dicho sitio Ramsar. El régimen de inundaciones es permanente y con muy poca variación y no existen extensos cuerpos de agua. Hay pequeños parches de bosque en estas llanuras que son sitios potenciales de alimentación y refugio para muchas especies. Los meses más lluviosos son mayo y junio, con valores superiores a 200 mm como promedio mensual, mientras que los meses más secos, enero y diciembre, tienen valores inferiores a 30 mm de precipitación. Las formaciones vegetales existentes son el bosque semidecíduo mesófilo con humedal fluctuante, los bosques siempreverdes y la típica vegetación de pantano (prados). Los bosques semidecíduos mesófilos están representados por especies de flora endémica como *Atkinsia cubensis*, *Bucida subinermis* y Griseb (*Cameraria retusa*) así como otras formas arbóreas como manjack rojo (*Cordia collococca*), leguminosa de pantano (*Lonchocarpus domingensis*) y roble (*Tabebuia agustata*). En los sitios más inundados hay abundantes epífitas como *Tillandsia usneoides* (Bisset 1988). Los bosques siempreverdes contienen

principalmente especies como el laurel de las Indias Occidentales (*Calophyllum antillanum*), el manzano de estanque (*Anonaglabra*), *Bucida* spp. y palmeras (*Copernicia* spp. y *Sabal parviflora*). La formación de plantas más abundante en ese sitio es la pradera pantanosa, que cubre aproximadamente el 90% de la superficie del área protegida. Entre las especies que caracterizan este tipo de vegetación se encuentran la espadaña del sur (*Thypha dominguensis*), el *spikerush* gigante (*Eleocharis interstincta*), el pasto sierra de los pantanos de Jamaica (*Cladium jamaicense*), la juncia de papiro (*Cyperus* sp.), el plume grass gigante (*Erianthus giganteus*) y el arrurruz (*Thalia geniculata*). También podemos encontrar la vegetación propia de las lagunas lacustres (Figura 5.2), compuesta por hierbas que habitan en el agua, ya sea flotantes o enraizadas, ya sea sumergidas o emergentes, incluyendo especies como el jacinto de agua (*Eichornia* spp.), la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), nenúfar fragante (*Nymphaea odorata*), milenrama de agua de hojas cortadas (*Myriophyllum pinnatum*) y escudo de agua (*Brasenia schreberi*).



Fig. 5.2. Vista panorámica del pastizal pantanoso típico del Refugio de Vida Silvestre El Venero. Provincia de Ciego de Ávila.

5.2 Metodología general

Ecología reproductiva. Para el estudio de la ecología reproductiva se siguió la metodología propuesta por Gálvez Aguilera (2002) para la población de grulla gris cubana que vive en el ecosistema de sábana de arena blanca, en la Isla de la Juventud. Los nidos se localizaron mediante viajes a la zona, se marcaron con una estaca con una placa de metal que contenía el número del nido, la fecha de ubicación y la cantidad de huevos, y se les dio seguimiento hasta que eclosionaron.

En 2005, 2006 y 2007 se localizaron 30 nidos ($n = 10$, $n = 8$, $n = 12$, respectivamente), totalizando 48 huevos ($n = 19$, $n = 13$, $n = 16$, respectivamente). Registramos la ubicación de cada nido, los diámetros interior y exterior (el más bajo y el más alto en cada caso, ya que los huevos con frecuencia no son circulares), el material de construcción, la fecha de inicio, la distancia entre nidos activos simultáneos, el número de huevos y pollitos y, al final de la etapa, hicimos un seguimiento de la pérdida de huevos y el número de parejas de grullas con pollitos. También registramos el tamaño de los huevos, el diámetro mayor, el diámetro menor, el volumen estimado por Hoyt (1979) y el peso, así como el grosor promedio de la cáscara en una muestra de ellos ($n = 10$), utilizando 10 réplicas, en las cáscaras abandonadas en los nidos que analizamos.

Si el nido se encontró en un período de incubación avanzado, la fecha de inicio o la fecha en la que se puso el primer huevo se estimó restando 30 días a la fecha de eclosión, según lo propuesto por Williams y Phillips (1972) y Layne (1981, 1983). Teniendo en cuenta los criterios de Dwyer (1990), un nido se consideró exitoso si observábamos uno o dos polluelos, un huevo pando o si un nido, en la fecha estimada de eclosión del huevo, tenía fragmentos de cáscaras de huevo con membranas separadas.

Para las medidas, utilizamos cintas métricas (1 cm de precisión), vernier caliper (0,05 mm de precisión) y una balanza de campo (5 g de precisión). Las coordenadas de cada nido se obtuvieron mediante un receptor GPS (± 15 m de precisión).

Con base en esta información, para los tres años de estudio, se calcularon las siguientes tasas de reproducción:

Nidos con huevos (%), huevos / nidos, nidos con dos huevos (%), polluelos / nidos, nidos con huevos incubados (%), polluelos / nidos, huevos incubados (%), polluelos / nidos exitosos, nidos exitosos (%).

En los nidos encontrados en la época de reproducción en 2005, medimos la distancia a las fuentes de agua, a los lugares para dormir y a los arbustos más cercanos. En la temporada de 2006, agregamos los registros de profundidad del agua a su alrededor y, en 2007, también tomamos las medidas morfológicas (largo del tarso, largo del pico, alto y ancho y peso corporal) de cinco pollitos de un día.

El área potencialmente utilizada por las grullas para anidar dentro de los límites del prado en el área protegida se determinó mediante una función de núcleo fija (Worton 1989) con un con un

parámetro de suavizado calculado ad hoc, en cada caso. Esta es una técnica aplicada tradicionalmente para estimar rangos de hogar y, con base en los diagramas de contorno generados, se calculó el área definida por la isolínea del 90% de probabilidad. El área de influencia de cada nido se determinó sobre la base de los polígonos definidos a través de una rutina de teselado de Dirichlet, un método alternativo para determinar rangos de hogar que no hace ninguna suposición sobre la distribución de datos y se utiliza para examinar las relaciones espaciales entre puntos y personajes (Silverman 1986). Ambos métodos se aplicaron sobre la base de Ambos métodos se aplicaron sobre la base de la extensión Animal Movement Analysis 1.1 para ArcView y se aplicaron sobre la base de las ubicaciones geográficas de los nidos activos simultáneos cada año.

Descripción del sitio de anidación. Con el fin de describir el sitio de anidación de la grulla gris cubana y determinar los posibles patrones de selección de esta especie en la pradera pantanosa de El Venero, realizamos tres diseños de estudio. Estos diseños incluyeron una descripción a nivel de microhábitat; la estructura de la vegetación que rodea el nido y a pocos metros de distancia. A nivel de mesohábitat, mediante la descripción de la vegetación alrededor del nido y, en puntos aleatorios y a nivel de macrohábitat, realizando un análisis espacial de la ubicación de los nidos dentro de un rango máximo de 1000 metros a través de un sistema de información geográfica. Los detalles de cada diseño se muestran a continuación.

Descripción a nivel de microhábitat. El diseño del estudio del microhábitat de anidación se realizó después de la eclosión de los huevos en 2006. Se consideró que cada nido era el centro de una parcela particular de tierra, que se subdividía en tres anillos concéntricos cuyos rangos externos eran de 6 m, 12 m y 18 m. Dentro de estas franjas, se demarcaron aleatoriamente 4, 8 y 12 parcelas de 1 m², respectivamente. En las parcelas se midió la altura de la capa de hierbas y la distancia entre las hierbas con una cinta métrica de 1 cm de precisión, así como la cobertura vegetal a una altura de 30 cm y 100 cm sobre el suelo con una densidad pantalla. En total, se cuantificaron 24 parcelas de tierra por nido con este diseño. Con base en las distancias entre hierbas, se determinó su distribución espacial mediante una tasa de agrupamiento (Krebs 1999). En cada anillo concéntrico, la profundidad del agua (si la hubiera) también se midió en las cuatro direcciones cardinales.

Descripción a nivel de mesohábitat. Para analizar la selección del sitio de anidación a nivel de mesohábitat, se tomaron en cuenta ocho de los nidos ubicados en la época de reproducción en 2007. En este nuevo diseño de estudio, los nidos se convirtieron en el centro de una parcela circular de 15 m de radio, dentro de la cual se demarcaron 16 parcelas de 1 m² distribuidas al azar. En estos

puntos se midieron las mismas variables estructurales de la vegetación mencionadas en el diseño anterior. Lo mismo se aplicó en cuatro puntos ubicados a 100 m de cada nido en los cuatro puntos cardinales; en el que se midieron las mismas variables para determinar los posibles patrones de selección.

Descripción a nivel de macrohábitat. Para el análisis del macrohábitat se utilizaron datos de los nidos detectados durante los tres años de estudio. Se utilizó el Sistema de Información Geográfica ArcView, versión 3.2, para localizar los nidos y calcular el área de los elementos significativos del paisaje definidos como prados, bosques, lagunas, prados con casuarinas, prados con palmeras y plantaciones de caña de azúcar. Además, se midió la distancia a otros elementos como canales menores, canales mayores, caminos y bosques. Todo el análisis se realizó sobre un mapa temático digitalizado basado en las hojas cartográficas de la zona (escala 1:25.000, proyección UTM, datum NAD27 para Cuba) provistas por el Instituto de (Geodesia y Cartografía 1985).

Se corrigieron y actualizaron las áreas superponiendo una composición de falso color (RGB) de las bandas 3, 2, 1 del sensor ETM + de Landsat (fecha de compra: marzo de 2001) y de las imágenes descargadas del servidor Google Earth Plus en diciembre 2007.

Con la extensión Animal Movement Analysis 1.1, localizamos los puntos aleatorios en el sitio disponibles para anidar. De cada nido ($n = 26$) y en 27 puntos aleatorios, se demarcaron círculos con un rango de 100, 400, 700 y 1000 m, que cubrían un área de 0,03 km², 0,5 km², 1,5 km² y 3,1 km², respectivamente. Para elegir estos rangos, tomamos en cuenta la distancia mínima entre nidos activos simultáneos y el rango de hogar de los polluelos de grulla definido por Samuel *et al.* (1994) (Figura 5.3). En estos círculos, determinamos el porcentaje de cobertura de cada tipo de hábitat y la distancia más cercana (m) a caminos, canales menores, canales mayores y el bosque.

En el análisis de las áreas demarcadas, tanto en nidos como en puntos aleatorios, incluimos áreas no digitalizadas que incluían diferentes tipos de uso del suelo y asentamientos humanos. Baker *et al.* (1995) utilizaron una metodología similar para el estudio del hábitat de cría de la subespecie *A. c. tabida* en Michigan, EE.UU.

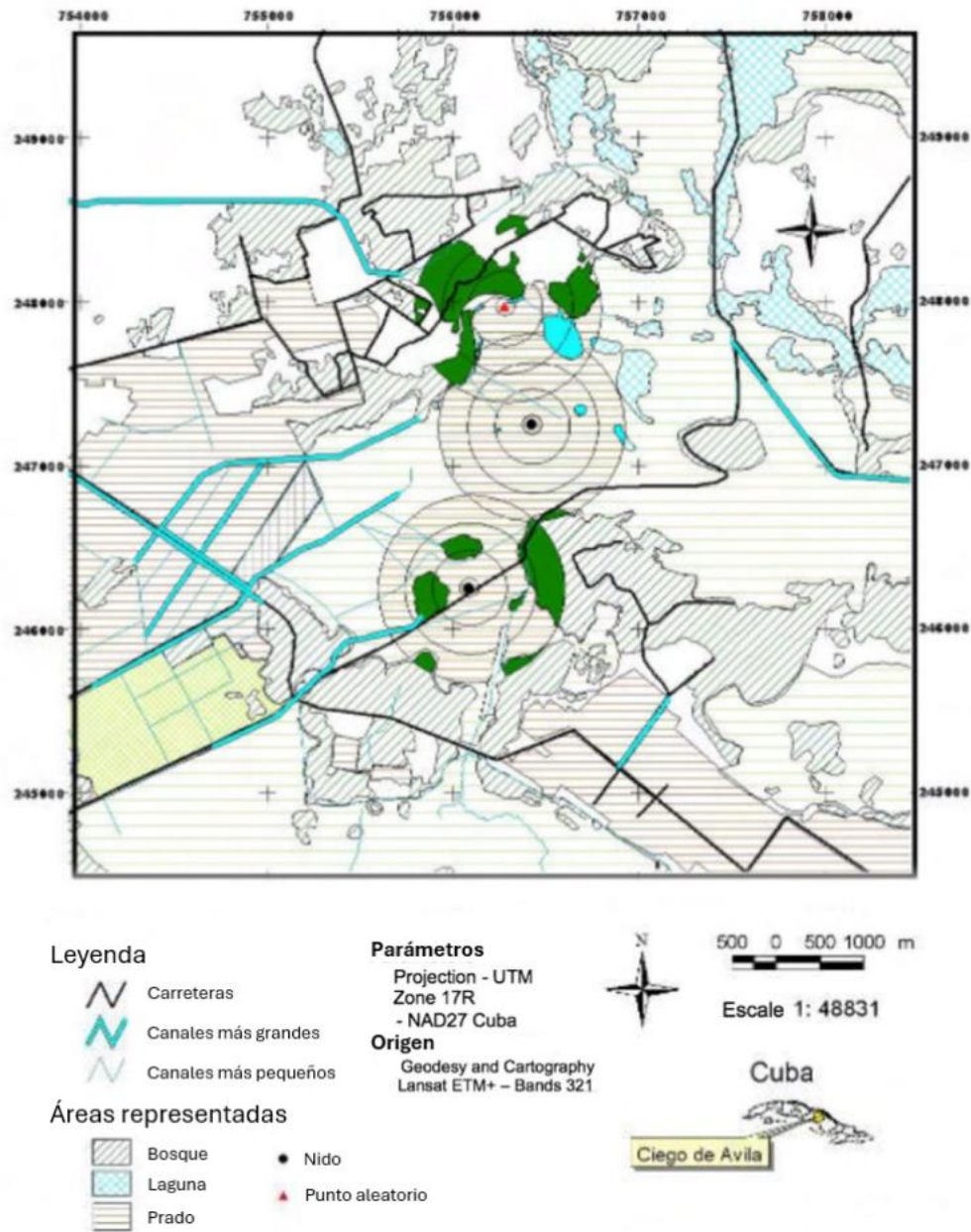


Fig. 5.3. Representación de las áreas definidas alrededor de los nidos de *Antigone canadensis nesiotés* y puntos aleatorios, desde radios de 100, 400, 700 y 1000 m, en El Venero Wildlife Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

Patrón de actividad. El estudio del patrón de actividad se llevó a cabo en 2006 y 2007, en las temporadas de no reproducción (septiembre a noviembre) y preanidación (diciembre a marzo) reportadas por Gálvez Aguilera *et al.* (2005) para *A. c. nesiotés*.

Mediante el método de Muestreo Focal descrito por Altmann (1974), realizamos 118 observaciones de comportamiento con una duración de 30 minutos, durante seis semanas desde septiembre de 2006 a marzo de 2007, para un total de 59 horas de observación. Estas observaciones se realizaron desde las 07:00 a las 17:00 horas. Se tuvo en cuenta el análisis realizado por Tacha *et al.* (1985) para elegir el método de muestreo óptimo de acuerdo con los objetivos de este estudio y, para el registro de datos, se siguió la metodología propuesta por Chávez Ramírez (1996) que también fue utilizado por Watanabe (2006).

Los puntos de observación se ubicaron en torres y en sitios ocultos en la vegetación circundante para evitar que los observadores produzcan perturbaciones. Los puntos de observación se acercaron lenta y silenciosamente si las aves estaban en el área de estudio antes de que llegaran los observadores. Los registros del patrón de actividad comenzaron al menos 30 minutos después de la localización de las grullas.

En cada sesión de muestreo, se eligió al azar un ave focal, que se observó durante 30 minutos consecutivos con binoculares de 10x50. En este intervalo, se cuantificó la frecuencia de comportamientos de la grulla registrando sistemáticamente 120 “comportamientos instantáneos” a intervalos de 15 segundos. Si el observador perdía de vista la grulla focal durante más de cinco minutos consecutivos, se daba por finalizada la sesión de observación para ese individuo y, al final, solo se analizaban aquellas observaciones en las que los animales permanecían más de 15 minutos donde los observadores podían verlos. En este diseño, existe el riesgo de una pseudoreplicación, ya que existe la posibilidad de observar a los mismos individuos en diferentes momentos del mismo día. Este riesgo es inevitable y se asumió porque, en los estudios de especies amenazadas con tamaños poblacionales tan pequeños, el efecto de este supuesto estadístico es menor que el costo de perder datos (principio de precaución).

Para la identificación de la conducta y el registro de la categoría de conducta de *A. c. nesiotés* en el campo, seguimos las referencias de Tacha (1981, 1987), Tacha *et al.* (1987a), Chávez Ramírez (1996) y Watanabe (2006) (Tabla 5.1). Cada comportamiento fue clasificado en las categorías de alimentación, locomoción, acicalarse, interacción, alerta y descanso, además de una categoría denominada “desconocido” que incluía otras actividades que no pudieron ser identificadas, como se ilustra en la Tabla 5.1.

Categoría de comportamiento	Descripción	Referencia
Alimentación	Incluye la búsqueda, persecución, ataque, manipulación e ingestión de presas con todos los comportamientos involucrados: empujar, picotear, tirar, cortar, golpear con el pico. La acción de beber agua también se registró en esta categoría.	Tacha 1981, 1987, Tacha <i>et al.</i> 1987, Kreger <i>et al.</i> 2004, Watanabe 2006
Locomoción	Incluye todos los movimientos: caminar, correr, saltar, volar (vuelo bajo, extender las alas, correr con las alas batiendo, postura previa al vuelo) que no estaban relacionados con interacciones agresivas o sociales.	Tacha 1981, 1987, Chávez Ramírez 1996
Acicalamiento	Agrupó las actividades de limpieza y mantenimiento de las plumas, estiramientos y otros comportamientos destinados al bienestar corporal: levantar las plumas, levantarse batiendo, rascarse o sacudirse.	Chávez Ramírez 1996, Watanabe 2006
Interacción	Incluye las actividades realizadas al reaccionar a otros individuos de la misma especie. Pueden ser vocalizaciones o interacciones de lucha que contienen movimientos hacia otras grullas o alejándose de ellas.	Chávez Ramírez 1996, Watanabe 2006
Vigilancia	Un comportamiento en el que el ave permanece quieta en el lugar, con el cuello recto y la cabeza y el pico paralelos al suelo. Las grullas con este comportamiento tratan de localizar las fuentes de perturbación y mantenerlas bajo contacto visual durante mucho tiempo y en ocasiones reiteradas. También expanden la piel desnuda de la cabeza, levantan las plumas terciarias y emiten vocalizaciones de alerta a las que se unen otros individuos.	Chávez Ramírez 1996, Kreger <i>et al.</i> 2004
Descanso	Se caracteriza por períodos de inactividad del ave, mientras muestra signos de descanso, como dormir, tumbarse o levantarse, pero sin adoptar una postura de alerta.	Chávez Ramírez 1996
Desconocido	Incluye comportamientos no identificados, principalmente debido a la pérdida de la vista por un momento o interferencia causada por la cobertura de la capa herbácea.	Kreger <i>et al.</i> 2004

Tabla 5.1. Descripción de las categorías de comportamiento utilizadas durante la caracterización del patrón de actividad de *Antigone canadensis nesiotés* en el Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

Usamos el porcentaje de ocurrencia de cada comportamiento dentro del período de observación como una estimación del porcentaje de tiempo general que las aves le dedican. Se diferencia el comportamiento de adultos ($n = 38$) y juveniles ($n = 9$) con el fin de controlar el posible efecto de la edad, así como el tamaño de la manada, que puede mostrar la disponibilidad de alimento y otros valores físicos y sociales (Alonso *et al.* 1987).

Los datos se tomaron en dos áreas con diferente grado de alteración: el área de estricta conservación en el Refugio de Fauna y el área de Sábana de Manacas, siendo esta última libre de

acceso y, por tanto, con mayor perturbación humana, pero que también es zona de alimentación y reproducción de esta subespecie. La comparación de las dos áreas nos permitió evaluar el posible efecto de este factor en el comportamiento de la especie.

Procesamiento estadístico. Todos los datos obtenidos en el estudio fueron sometidos a pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Scheiffe-Box) con el fin de analizar el cumplimiento de los principios de las pruebas paramétricas.

Los porcentajes de tasas de reproducción se compararon entre años y sitios de reproducción mediante una prueba T para proporciones. Las comparaciones pareadas entre tamaños de nidos, características de vegetación entre puntos aleatorios y nidos, y comportamientos promedio entre sitios, estaciones o años se realizaron con pruebas U de Mann-Whitney.

La comparación de las características de la vegetación a diferentes distancias del nido se realizó mediante una prueba de Kruskal-Wallis. Además, se creó un módulo nulo basado en el método MonteCarlo, obteniéndose 10.000 muestras mediante remuestreo aleatorio sin reposición de datos generales, dichas muestras se compararon con los valores de los nidos. La tasa de selección W de Manly *et al.* (1993) se calculó para determinar la selección de las proporciones en las que los elementos del paisaje aparecieron alrededor de los nidos y en los puntos aleatorios.

Los datos sobre el patrón de actividad entre estaciones y áreas se compararon utilizando la probabilidad precisa de Fisher. Las frecuencias de los comportamientos se correlacionaron entre ellos mediante una correlación de rango de Spearman. La distribución en el tiempo de los comportamientos de alerta se comparó entre áreas mediante una prueba de racha.

Todos los análisis se realizaron con un nivel de significancia de 0,05, utilizando el software Statistica 6.0. El análisis del modelo nulo de vegetación se realizó con Ecosim v7.72.

5.3 Resultados

5.3.1 Parámetros de reproducción

El período de reproducción de *A. c. nesiotés* en el Refugio de Fauna El Venero se extendieron desde finales de febrero hasta mayo, con un período de máxima actividad durante la segunda quincena de marzo y abril. Las principales áreas de reproducción definidas en el área de estudio (Venero y Manacas) se ubicaron en prados pantanosos con parches de bosque, en algunos casos relacionados

con fuentes de agua. Como es típico de esta especie, los nidos eran simples plataformas construidas sobre el estrato herbáceo, se utilizó el material disponible en los alrededores del sitio seleccionado (Figura 5.4). Sobre los nidos, predominó el pasto sierra de los pantanos de Jamaica como material de construcción, pero casi la mitad (41%) también tenía junquillos, y la espadaña del sur se utilizó en dos nidos.



Fig. 5.4. Nido de *Antigone canadensis nesiotes*, El Venero Fauna Refuge, Ciego de Ávila, Cuba.

De los 30 nidos ubicados en los prados, el 63,3% se encontraron en El Venero, el 33,3% en Manacas y uno en Monte Malo, un sitio alejado del área de estudio que comprende áreas de humedal (Figura 5.5).

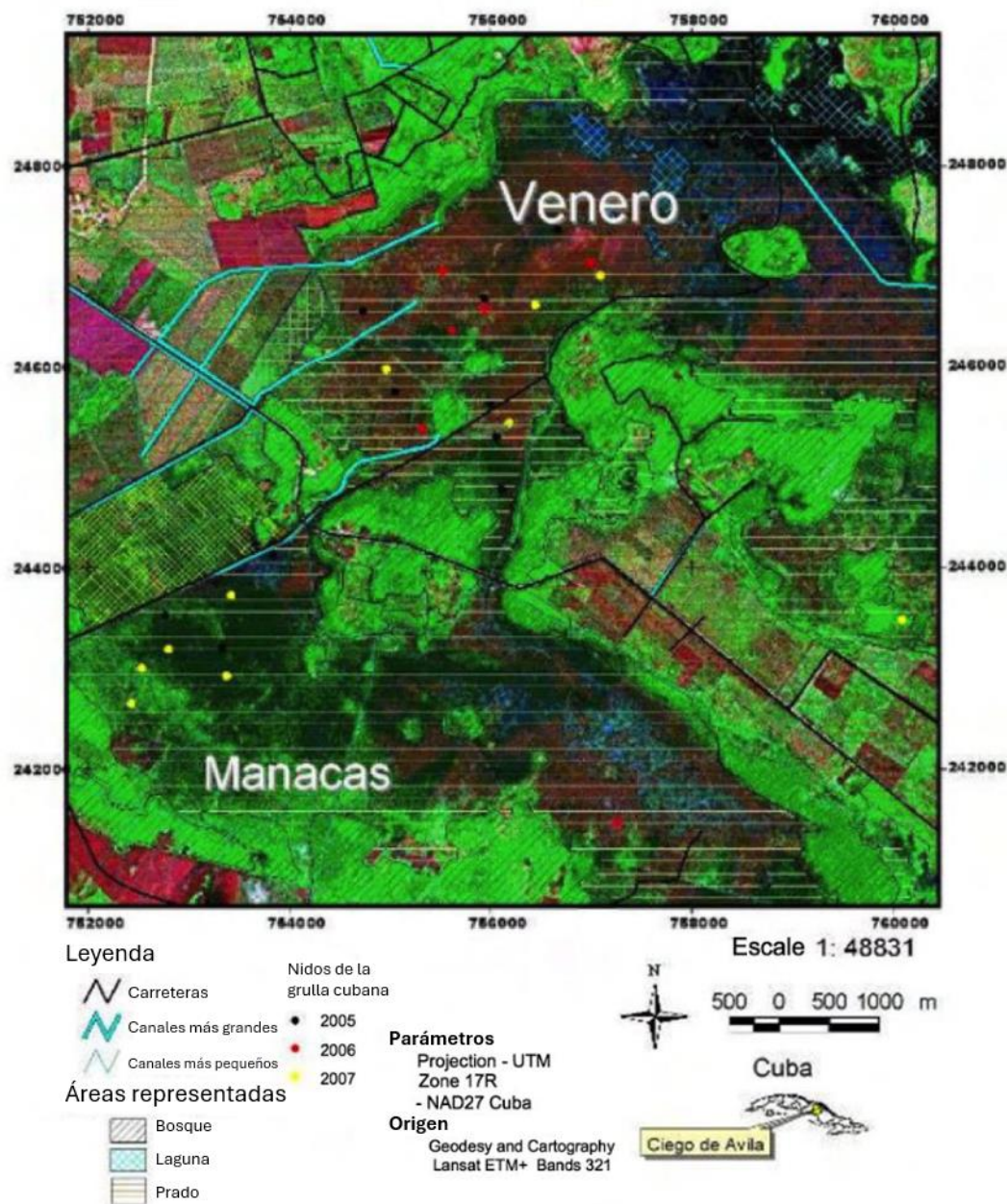


Fig. 5.5. Ubicación de nidos de *Antigone canadensis nesiotas* en el Refugio de Fauna El Venero, en 2005 y 2007.

Durante la temporada de reproducción en 2005, todos los nidos se ubicaron sobre tierra seca; sin embargo, ocho mediciones de la profundidad del agua alrededor de dos nidos en 2006 promediaron 5,75 cm. En 2007, ocurrieron las dos situaciones, nidos sobre una capa de agua poco profunda y nidos sobre tierra seca. Durante la etapa de estudio, los nidos más grandes

(para todas las variables) fueron construidos en 2006, seguidos por los construidos en 2005 y 2007 (Tabla 5.2). En cuanto a las áreas de anidación, los valores más altos ocurrieron en El Venero, aunque la diferencia de tamaño entre sitios no tuvo significación estadística ($t = 1,8$; $p > 0,1$).

Variables (cm)		Por Sitio		Por Año			Total (n= 26)
		Venero (n = 16)	Manacas (n = 9)	2005 (n = 10)	2006 (n = 4)	2008 (n = 12)	
Diámetro exterior mayor	Promedio	66,7	65,6	65,4	80,5	61,8	66,1
	LC 95%	58,8-74,7	57,9-73,2	59,5-71,2	44,7-116-3	55,8-67,9	60,8-71,3
	E.S.	3,7	33,3	2,6	11,3	2,8	2,5
Diámetro exterior menor	Promedio	58,2	55,4	58,6	64,8	52,9	56,9
	LC 95%	52,3-64,1	48,4-62,3	53,3-63,9	39,8-89,7	52,2-58,6	52,8-61,10
	E.S.	2,8	3,0	2,3	7,8	2,6	2,0
Diámetro interior mayor	Promedio	37,5	30,0	40,8	49,0	23,5	34,1
	LC 95%	30,4-44,6	25,1-34,9	36,0-45,6	33,8-64,2	20,4-26,7	29,2-39,0
	E.S.	3,3	2,1	2,1	4,8	1,4	2,4
Diámetro interior menor	Promedio	32,4	25,3	33,4	46,0	20,4	29,3
	LC 95%	26,0-38,9	21,3-29,4	29,1-37,7	33,6-58,4	17,9-22,8	25,0-33,7
	E.S.	3,0	1,8	1,9	3,9	1,1	2,1
Altura del nido	Promedio	4,3	3,8	4,3	8,0	2,9	4,2
	LC 95%	2,6-6,0	2,5-5,2	3,3-5,4	1,5-14,4	1,7-4,1	3,1-5,3
	E.S.	0,8	0,6	0,5	2,0	0,5	0,5

n = Número de nidos medidos

E.S. = Error estándar

LC = Límites de confianza

Tabla 5.2. Tamaños de nidos de *Antigone canadensis nesiotés* en las áreas de nidificación y durante el período de estudio 2005-2007, en el Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

El tamaño del nido encontrado en Monte Malo fue menor que el de las principales áreas de anidación. Los diámetros exteriores más alto y más bajo midieron 60 cm y 50 cm, y los diámetros interiores más alto y más bajo midieron 17 cm y 15 cm, respectivamente, mientras que la altura fue de 6,5 cm.

No se encontraron diferencias significativas entre las temporadas de reproducción de 2005 y 2006 en cuanto al tamaño de los nidos ($U = 14$; $p = 0,4$); sin embargo, entre 2005 y 2007, hubo diferencias en las variaciones en los diámetros interiores más alto ($U = 7,5$; $p = 0,001$) y más bajo ($U = 9,0$; $p = 0,001$) (Figura 5.6). Además, entre 2006 y 2007, las medidas de los nidos variaron significativamente, dado por el mayor diámetro interior ($U = 1,0$; $p = 0,005$), el menor diámetro interno ($U = 2,5$; $p = 0,009$) y la altura del nido ($U = 7,0$; $p = 0,04$).

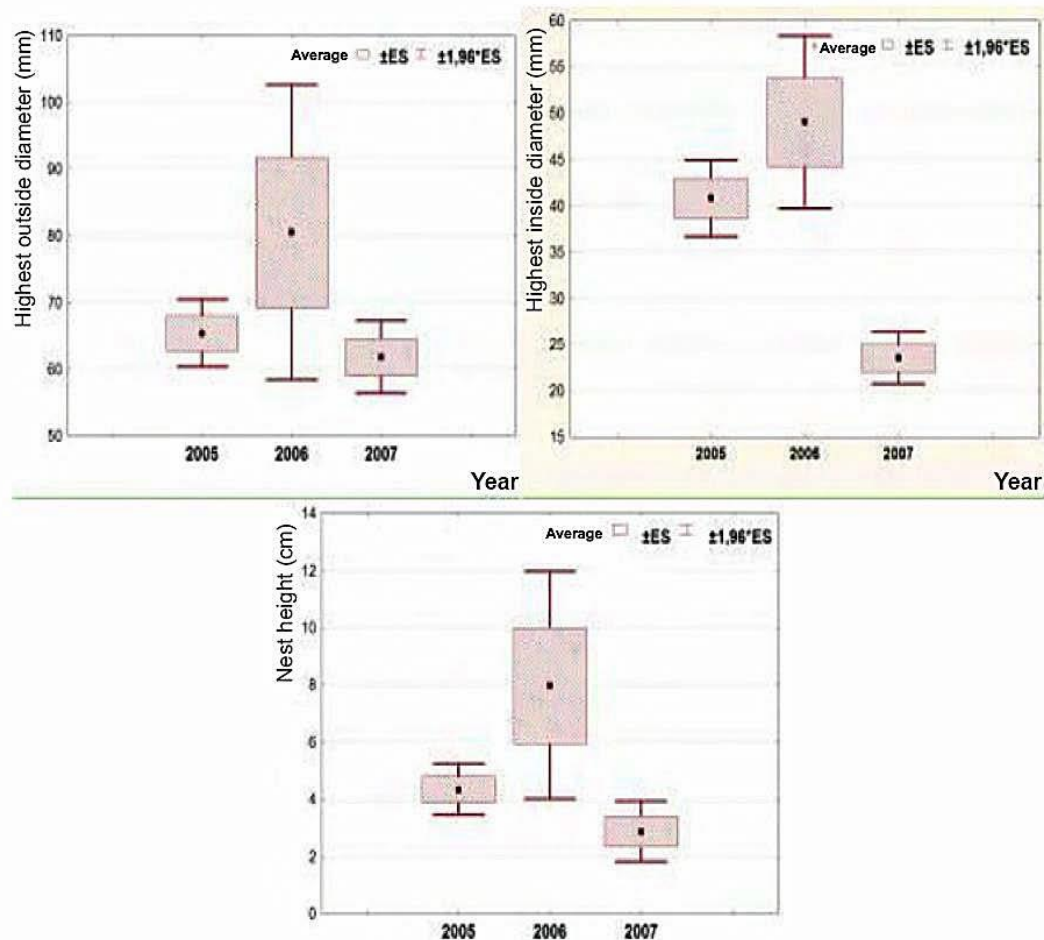


Fig. 5.6. Variación del tamaño (*outside & inside diameter* - diámetro exterior & interior; *height* - altura) de los nidos de *Antigone canadensis nesiotes* entre los años 2005 y 2007 en el Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

La puesta de huevos promedio de la población de grullas en esta área fue de 1,7 huevos por nido (Tabla 5.3). Del total de nidos con huevos, más del 60% tenía dos huevos y alrededor del 60% de los

huevos eclosionaron. El éxito reproductivo para toda la temporada que analizamos fue casi del 66% con 1,0 pollitos por nido y 0,6 pollitos por huevo.

El análisis comparativo de las variables expresadas en porcentaje entre los años de estudio 2005 y 2007 resultó en que el porcentaje de nidos con dos huevos y el éxito reproductivo fue significativamente mayor ($p = 0,04$ y $p = 0,05$, respectivamente) en 2005. El resultado de la comparación entre sitios no mostró ningún patrón con respecto al conjunto de datos analizados (Tabla 5.3.)

Tazas de reproducción	Años			Sitios		Total (n = 29)
	2005 (n = 10)	2006 (n = 8)	2007 (n = 11)	Venero (n = 18)	Manacas (n = 10)	
Huevos/nido	1,9	1,6	1,5	1,7	1,5	1,7
Polluelos/huevo	0,7	0,8	0,3	0,7	0,5	0,6
Polluelos/nido	1,3	1,3	0,5	1,2	0,7	0,97
Polluelos/Nidos exitosos	1,6	1,7	1,3	1,6	1,4	1,6
Nidos con huevos (%)	100	100	100	100	100	100
Nidos con dos huevos (%)	90	62,5	45,5	72,2	50	65,5
Huevos eclosionados (%)	68,4	76,9	31,3	67,7	46,7	58,3
Nidos exitosos (%)	80	75	36,4	72,2	50	65,5

n = Número de nidos medidos

Tabla 5.3. Tazas de reproducción de *Antigone canadensis nesiotas* en las temporadas reproductivas en 2005-2007, en dos áreas de el Refugio de Fauna Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

El tamaño de los huevos de la población reproductora de *A. c. nesiotas* en El Venero se muestran en Tabla 5.4. El análisis comparativo entre sitios no tuvo significación respecto a las leves diferencias que se encontraron; sin embargo, al comparar años, se obtuvieron diferencias significativas en el peso del huevo entre 2005 y 2006 ($U = 2$, $p = 0,04$) y entre 2006 y 2007 ($U = 16$; $p = 0,0001$). Los huevos en el nido encontrados en Monte Malo son de tamaño similar a los de las principales áreas de reproducción (Tabla 5.4).

Variable		Por Sitio		Por Año			Total
		Manacas (n = 9)	Venero (n = 13)	2005 (n = 5)	2006 (n = 4)	2007 (n = 15)	
Diámetro menor (mm)	Promedio	56,9	58,4	58,3	59,6	56,9	57,7
	LC 95%	53,8-59,9	56,5-60,2	56,8-59,8	54,9-6,44	54,9-59,0	56,3-59,1
	E.S.	1,3	0,9	0,5	1,5	1,0	0,7
Diámetro mayor (mm)	Promedio	93,6	93,2	93,8	96,1	91,5	92,7
	LC 95%	87,5-99,7	90,5-95,9	84,7-102-,8	888-103,4	88,2-94,8	90,2-95,3
	E.S.	2,7	1,2	3,3	2,3	1,5	1,2
Peso(g)	Promedio	170,4 (N = 7)	169,4 (N = 18)	134,0 (N = 2)	189,0 (N = 10)	160,8 (N = 15)	169,3
	LC 95%	141,1-199,7	154,1-184,8	196,4-464,4	166,5-211,5	150,9-170,7	157,7-180,8
	E.S.	11,9	7,3	26,0	9,9	4,6	5,6
Volumen (cm ³)	Promedio	155,8	162,3	162,4	174,3	152,3	158,1
	LC 95%	132,5-179,1	149,9-174,6	142,2-182,6	143,7-204,9	138,1-1666,61	148,0-168,2
	E.S.	10,1	5,6	7,3	9,6	6,7	4,9
Anchura del casco (mm)	Promedio	0,4 (N = 2)	0,5 (N = 8)	0,5 (N = 3)	0,4 (N = 4)	0,4 (N = 3)	0,5 (N = 10)
	LC 95%	0,1-0,9	0,4-0,5	0,4-0,7	0,4-0,5	0,3-0,5	0,4-0,5
	E.S.	0,04	0,02	0,04	0,01	0,003	0,02

n = Número de huevos medidos

E.S. = Error estándar

LC = Límites de confianza

Tabla 5.4. Tamaños de huevos de *Antigone canadensis nesiotés* en las áreas fundamentales de nidificación y durante la época reproductiva en estudio, en el Refugio de Fauna Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

Se midieron cinco pollitos de un día de edad durante la temporada de reproducción en 2007. Sus medidas morfológicas se muestran en la Tabla 5.5. Estas son las primeras mediciones de pichones de esta subespecie que se han registrado en el humedal de Ciego de Ávila.

Nido	Tarsus (mm)	Largitud de pico (mm)	Anchura de pico (mm)	Altitud del pico (mm)	Peso (g)
2	47	22	9	11	125
3	41	21	7	12	129
7	52	22	11	8	140
7	45	21	10	7	80
10	46	21	7	11	135
promedio	46,2	21,4	8,8	9,8	121,8
E.S.	1,77	0,24	0,80	0,97	10,76

E.S. = Error estándar

Tabla 5.5. Medidas morfológicas de cinco polluelos de un día de *Antigone canadensis nesiotés* capturados durante la época reproductiva en 2007 en el Refugio de Fauna Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

Los nidos encontrados en 2005 estuvieron, en promedio, a 157,6 m (E.S. = 22,1 m) de arbustos (estaque-manzano y botoncillo, principalmente), 465 m (E.S. = 91,0 m) de fuentes de agua y 283,3 m (E.S. = 91,2 m) lejos de los lugares para dormir del miembro de la pareja que no incubaba por la noche.

5.3.2 Descripción del microhábitat de anidación

Las características del sitio de anidación a nivel de microhábitat se relacionaron con la estructura de la capa herbácea típica de esa zona. La altura promedio de la vegetación fue de alrededor de 80 cm, con valores máximos de hasta un metro y medio de altura (Tabla 5.6). La cobertura herbácea era alta, acorde con la densidad de la vegetación y, a 30 cm del suelo; se mantuvo casi sin variación con valores superiores al 95%.

Variable	n	Promedio	E.S	IC 95 %	Min	Max
Altura (cm)	105	78,9	2,1	74,8 – 83,0	24,6	150,0
Cobertura 30 cm (%)	105	97,8	0,6	96,6 – 98,9	53,3	100,0
Cobertura 100 cm (%)	105	64,7	1,6	61,5 – 68,0	0,0	100,0

n = Número de mediciones

IC = Intervalo de Confianza

E.S. = Error estándar

Tabla 5.6. Estadísticas de la posición y dispersión de las variables de vegetación herbácea alrededor de los nidos de *Antigone canadensis nesiotés* durante las temporadas 2006-2007, en el Refugio de Fauna El Venero. Ciego de Ávila, Cuba.

Al describir la vegetación en los anillos alrededor de los nidos a tres distancias sucesivas, encontramos una tendencia a la variación en la estructura de la vegetación con la distancia radial al nido, luego de estandarizar el valor promedio general de cada nido para eliminar el efecto de ubicación. La altura y cobertura a una altura de 100 cm del estrato herbáceo tuvo diferencias significativas al compararlas entre las franjas de tierra de 0-6 y 12-18 m (Figura 5.7). Sin embargo, las variaciones que encontramos en la cobertura de la capa herbácea a una altura de 30 cm sobre el suelo no fueron estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis $H(2, N = 79) = 2,4$; $p = 0,3$), lo que indica que la cobertura vegetal a ese nivel se mantiene homogénea en la zona alrededor del nido.

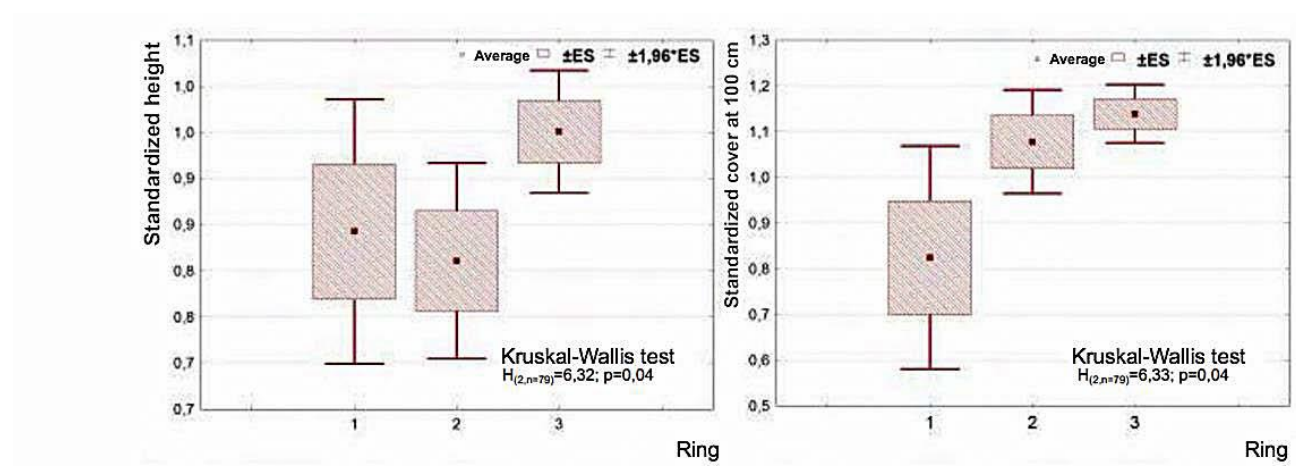


Fig. 5.7. Variaciones en la altura del pasto y la cobertura vegetal a una altura de 100 cm (estandarizada) a tres distancias (6, 12 y 18 m) de los nidos de *Antigone canadensis nesiotes* en Refugio El Venero.

Al comparar los valores medios obtenidos por nido con los resultados de un modelo nulo, cuya distribución se obtuvo mediante una simulación de Monte Carlo basada en un remuestreo aleatorio con reemplazo ($n = 10.000$ muestras) de los datos totales (Figura 5.8), se obtuvieron que cinco de los ocho nidos usados en el modelo (Figura 5.9) tenían tamaños de vegetación herbácea mayores a los esperados por el modelo (altura, $p = 0,0001$ y cobertura a 30 cm, $p = 0,11$), excepto para la cobertura en 30 cm ($p = 0,03$).

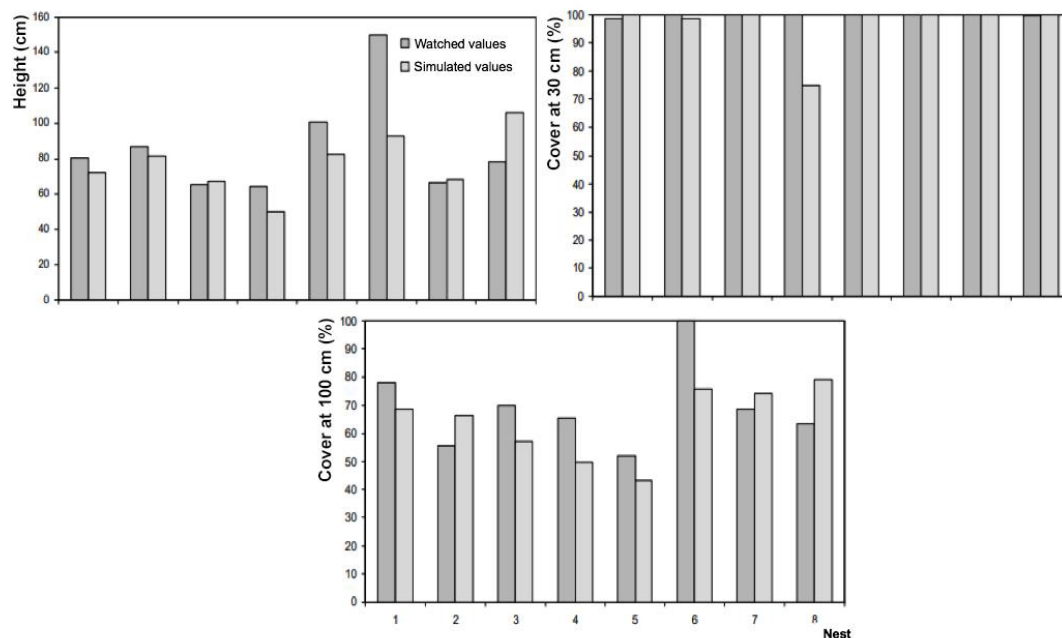


Fig. 5.8. Características de la vegetación herbácea en ocho nidos de *Antigone canadensis nesiotis*, en el Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, con un modelo nulo obtenido mediante simulación de Monte Carlo. Las barras oscuras son valores observados, y las claras valores simulados.

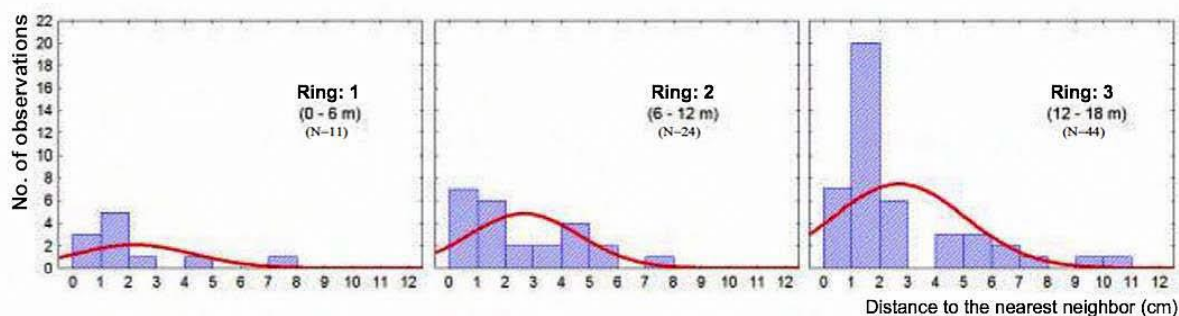


Fig. 5.9. Distribución de frecuencias de la distancia entre pastos vecinos a diferentes distancias alrededor de los nidos (*distance to the nearest neighbor*) de *Antigone canadensis nesiotis* en el Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

5.3.3 Descripción del mesohábitat de anidación

El diseño utilizado para estudiar el mesohábitat mediante la comparación de la estructura de la capa herbácea entre nidos y puntos aleatorios no arrojó ningún patrón significativo (Tabla 5.7). Las

leves diferencias entre altura y cobertura vegetal a 100 cm sobre el suelo no fueron estadísticamente significativas.

Variables	Nido (n = 26)			Punto aleatorio (n = 92)			U
	Promedio	IC 95 %	E.S.	Promedio	IC 95 %	E.S.	
Altura (cm)	77,5	69,785,3	3,8	80	75,2-84,7	2,4	1099 ns
Cobertura 30 cm (%)	99,7	93,3-100,2	0,2	99,5	99,1-99,8	0,2	1143,5 ns
Cobertura 100 cm (%)	67,5	60,9-74,1	3,2	72,1	68,9-75,4	1,6	998 ns

n = Número de observaciones

IC = Intervalo de Confianza

E.S. = Error estándar

U = Estadística U de Mann-Whitney

Tabla 5.7. Resultados de la comparación de las características de la vegetación herbácea en ocho nidos de *Antigone canadensis nesiotés* en el Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila, con un modelo nulo obtenido mediante simulación de Monte Carlo.

La subespecie cubana de Grulla, en ecosistemas de humedales palustres, construye sus nidos solo en prados pantanosos: de 2005 a 2007 todos los nidos se ubicaron en esta formación vegetal, en la que especies vegetales como *Cladium jamaicense*, *Thypha domingensis* y *Cyperus* spp. predominar. El área potencialmente utilizada por las grullas para anidar en el prado pantanoso se determinó mediante una función de grano (Figura 5.10). En general, esta zona con potencial de uso alcanzó valores medios anuales de 21,2 km². Las variaciones de rango encontradas entre los años de estudio se muestran en mayor proporción entre 2007 (30,3 km²), 2005 (17,5 km²) y 2006 (16,7 km²), respectivamente.

Los nidos de grullas simultáneamente activos se distribuyeron a distancias de casi 1.300 m. Esta distancia se analizó entre los nidos activos que no tenían barreras físicas que impidieran la visibilidad entre ellos. La distancia mínima que encontramos fue de 330 m aproximadamente y los nidos más lejanos se encontraban a unos 2.800 m de distancia (Tabla 5.8). Hubo ligeras variaciones en el promedio de estas distancias entre los años de estudio, con un valor menor en 2007. Sin embargo, el análisis comparativo de las distancias entre nidos activos simultáneos en 2005 y 2007 no tuvo diferencias significativas ($t = 1,2$; $p = 0,2$).

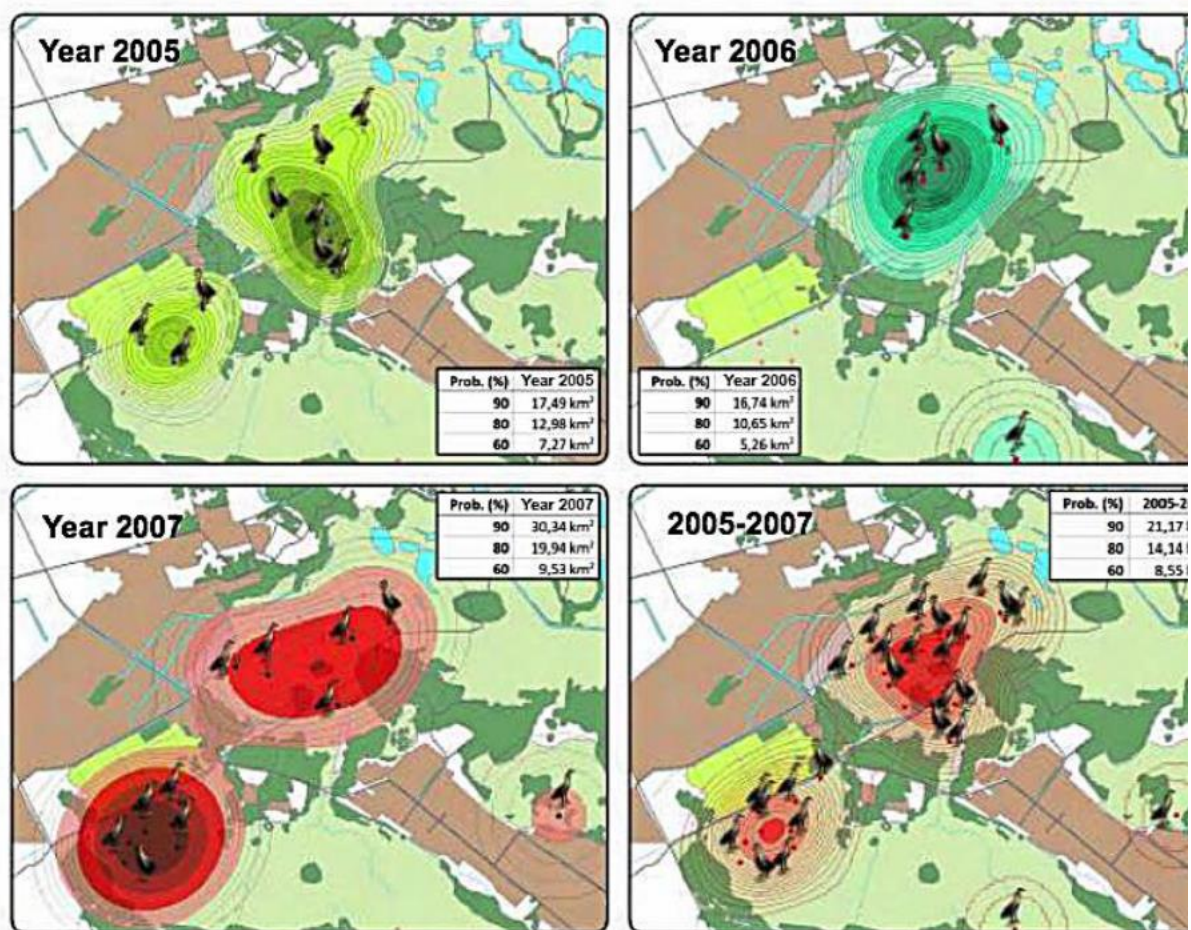


Fig. 5.10. Resultados de la comparación entre las características de vegetación herbácea en ocho nidos de *Antigone canadensis nesiotes*, en el Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila, con un modelo nulo obtenido por una simulación.

Año	Distancia entre Nidos (m)	n	E.S.	Mínimo	Máximo
2005	1433,7	15	153,5	332,7	2661,9
2006	1353,9	4	363,7	596,6	2338,3
2007	1159,2	17	162,6	333,4	2812,6
Total	1305,8	39	106,0	332,7	2812,6

N = Número de mediciones de distancia de nido a nido

E.S. = Error estándar

Tabla 5.8. Estadísticas de la distancia entre nidos activos simultáneos de *Antigone canadensis nesiotas* durante el tiempo de estudio, en el Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

La estimación del área de influencia de los nidos mediante teselaciones de Dirichlet fue diferente en cada año de estudio. En general, el área de influencia se extendía hasta 2 km² alrededor de los nidos, con una variación que iba de 0,5 km² a 8 km² (Figura 5.11). En 2005 se encontró el área de influencia promedio más pequeña, aproximadamente la mitad del área estimada en 2007, lo que está en consonancia con el valor más alto de área de distribución determinada ese año.

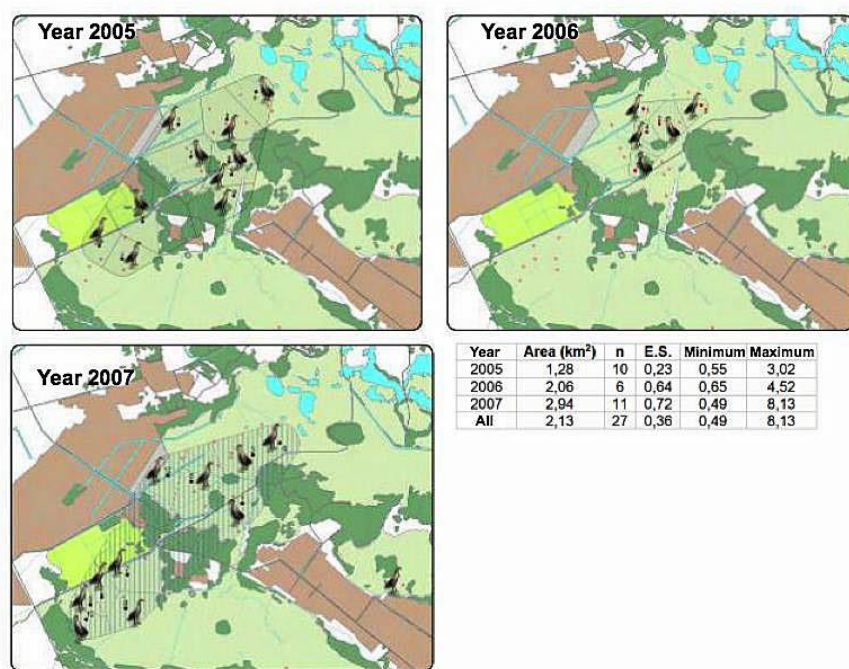


Fig. 5.11. Representación de las áreas de influencia de cada nido de *Antigone canadensis nesiotas* en el Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba, a partir de los polígonos generados mediante teselaciones de Dirichlet (con un margen de seguridad del 15%) para los nidos activos entre 2005 y 2007.

5.3.4 Nivel del paisaje

El análisis de las características, a nivel de paisaje, del sitio de anidación de *Antigone canadensis nesiotes* en el Refugio de Fauna El Venero se realizó a diferentes distancias de los nidos. En general, el área protegida contiene, en diferentes proporciones, los elementos del paisaje analizados en este estudio (Figura 5.12).

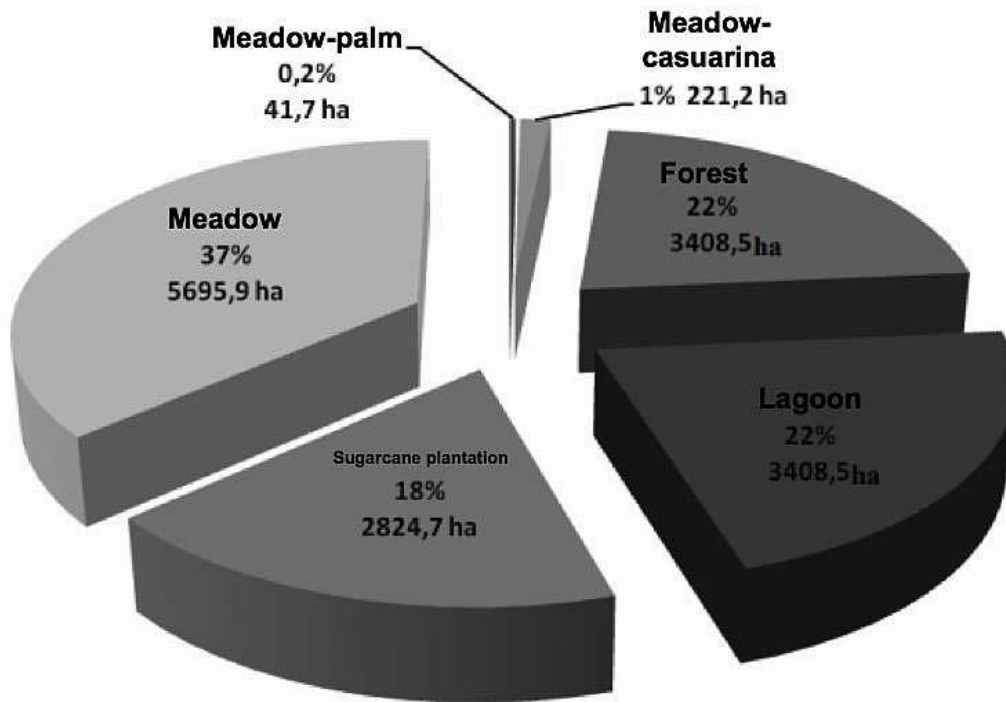


Fig. 5.12. Representación del área y porcentaje de los elementos del paisaje analizados en el área de estudio de *Antigone canadensis nesiotes*, mostrando prado-palma (*meadow-palm*), prado-casuarina (*meadow-casuarina*), prado (*meadow*), bosque (*forest*), plantación de azúcar (*sugarcane plantation*) y laguna (*lagoon*).

Las áreas definidas por los diferentes rangos establecidos también tenían elementos del paisaje representados en diferentes porcentajes y frecuencias de aparición (Fig. 5.13).

Tanto en nidos como en puntos aleatorios, en los dos sitios de reproducción, los diferentes elementos del paisaje en un rango de 1.000 m aparecieron en diferentes frecuencias. En los nidos de El Venero y Manacas, la frecuencia de aparición de prados, bosques, canales menores, canales mayores, caminos y plantaciones de caña de azúcar se comportó de manera similar. Sin embargo, la frecuencia de aparición de lagunas y praderas con palmeras en Manacas fue nula, mientras que en

El Venero no se encontró pradera con casuarinas en el área definida. En ambos sitios, la pradera, el bosque y los canales más pequeños y grandes, lo que puede indicar que las grullas construyen sus nidos en los sitios donde aparecen estos elementos del paisaje, algunos a cierta distancia, representaron las frecuencias más altas. La presencia de la pradera con casuarinas en las zonas de Manacas fue en proporción similar a los elementos más frecuentes.

En El Venero, hubo diferencias entre nidos y puntos aleatorios en cuanto a la frecuencia de aparición de lagunas y canales menores. Las lagunas en puntos aleatorios aparecen el doble de veces que en el área de los nidos; sin embargo, los canales más pequeños en este último tienen una frecuencia más alta. Los nidos en Manacas se diferencian de sus puntos aleatorios en la frecuencia de aparición de canales más grandes, la pradera con casuarinas y la plantación de caña de azúcar. La frecuencia de la plantación de caña de azúcar y la pradera con casuarinas es mayor en los puntos aleatorios, mientras que en los nidos la frecuencia de canales más grandes es mayor.

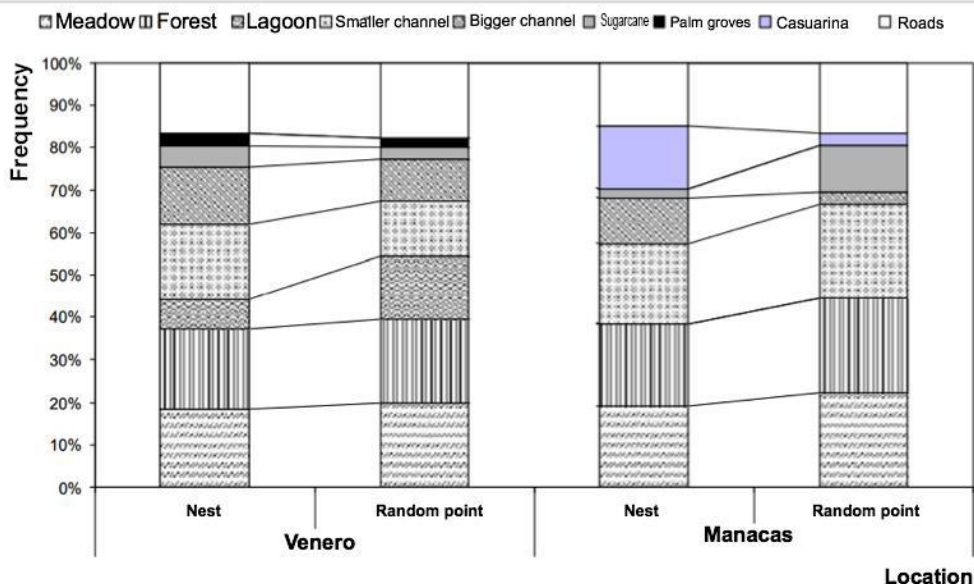


Fig. 5.13. Frecuencia de aparición de diferentes elementos del paisaje en un radio de 1000 m alrededor de los nidos de *Antigone canadensis nesiotes* y puntos aleatorios en dos sitios del Refugio de Fauna Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba. Los elementos son: pradera (*meadow*), bosque (*forest*), laguna (*lagoon*), canal menor (*smaller channel*), canal mayor (*bigger channel*), plantación de azúcar (*sugarcane*), palmeral (*palm grove*), casuarina (*casuarina*) y calles (*roads*).

El análisis de la frecuencia de los elementos del paisaje entre todos los nidos y los puntos aleatorios rastreando los diferentes rangos que establecimos, tuvo resultados variables para las diferentes

áreas. Respecto al rango de 100 m, la frecuencia de pradera fue mayor que los otros elementos, tanto en nidos como en puntos aleatorios. La frecuencia de los canales cada vez más pequeños y las carreteras era similar y son los otros elementos que aparecen a esa distancia. Sin embargo, en los puntos aleatorios hay bosques, lagunas, prados con casuarinas y palmeras y no hay caminos ni canales más grandes, lo que marca la diferencia respecto a los nidos (Fig. 5.14).

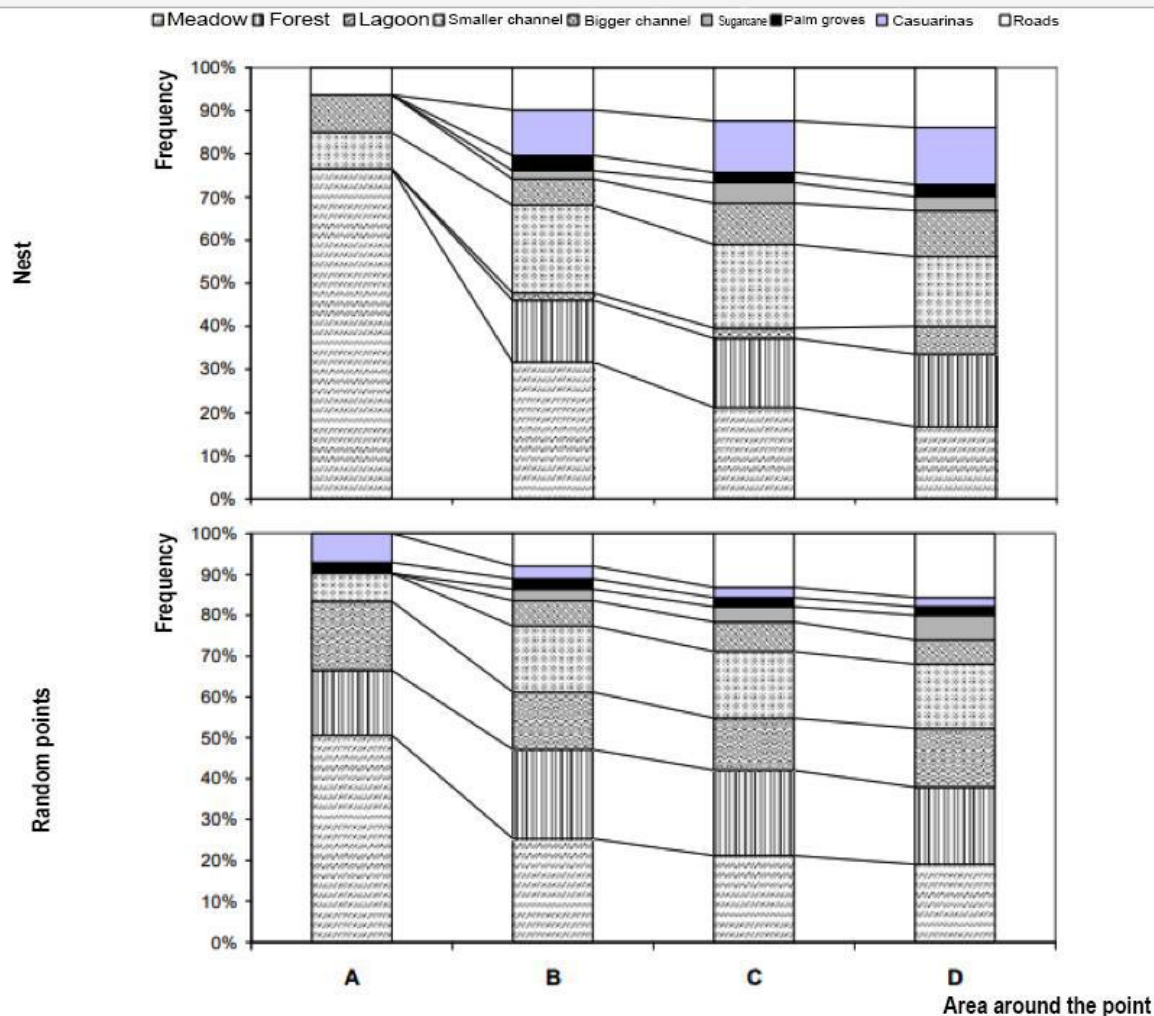


Fig. 5.14. Frecuencia de aparición de diferentes elementos del paisaje en distintas áreas alrededor de los nidos de *Antigone canadensis nesiotés* (n = 26) y en puntos aleatorios (n = 27) en dos sitios del Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba (radio de las áreas: A 100 m, B 400 m, C 700 m y D 1000 m). Los elementos son: prado (*meadow*), bosque (*forest*), laguna (*lagoon*), canal menor (*smaller channel*), canal mayor (*bigger channel*), plantación de azúcar (*sugarcane*), palmeral (*palm grove*), casuarina (*casuarina*) y calles (*roads*).

En los nidos, para los rangos de 400 m, 700 y 1000 m, apareció la plantación de caña de azúcar, el prado con palmeras y casuarinas y, por lo tanto, la frecuencia del prado disminuyó notablemente. En los puntos aleatorios aparecieron los caminos y los canales más grandes y la frecuencia de la pradera se comportó como en el nido. Para estos resultados generales, no se encontraron estadísticas significativas en cuanto a las frecuencias de los elementos del paisaje, analizados para nidos y puntos aleatorios ($p > 0,05$).

El porcentaje de los elementos del paisaje (prados, bosques, lagunas, pradera con palmeras o casuarinas y plantación de caña de azúcar) representados en el área definida por todos los rangos se muestra en la Figura 5.15. En los nidos y puntos aleatorios, el mayor porcentaje del área está ocupada por la pradera, luego viene la pradera con casuarinas y los bosques.

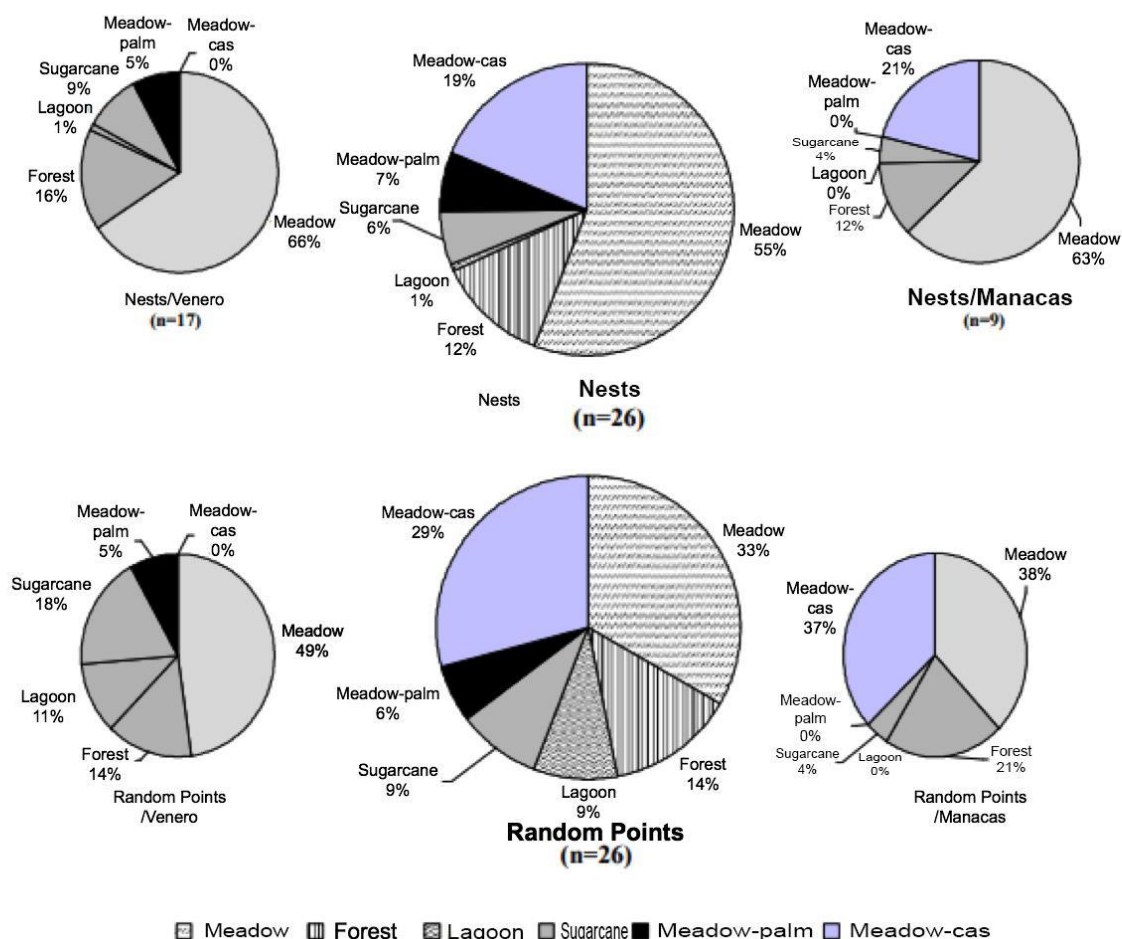


Fig. 5.15. Porcentaje de áreas ocupadas por diferentes elementos del paisaje alrededor de los nidos de *Antigone canadensis nesiotes* y puntos aleatorios, en dos sitios del Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba. Los elementos son: prado (*meadow*), bosque (*forest*), laguna (*lagoon*), plantación de azúcar (*sugarcane*), prado con palma (*meadow-palm*) y prado con casuarina (*meadow-cas*).

Las mayores diferencias en este análisis se encontraron entre el porcentaje de pradera (que es mayor en nidos; $z = 3,55$; $p = 0,0004$) y lagunas (mayor en puntos aleatorios; $z = 2,99$; $p = 0,003$). La diferencia en la distancia a los bosques también fue estadísticamente significativa ($z = 2,0$; $p =$

0,04). Estas diferencias sugieren que las grullas no construyen sus nidos en sitios cercanos a lagunas y bosques, pero apoyan la idea de que las extensas áreas de pradera son necesarias para la reproducción de esta subespecie en el Refugio de Fauna El Venero. El porcentaje de pradera en los nidos del sitio El Venero es mayor que en los puntos aleatorios, mientras que el porcentaje de lagunas y plantaciones de caña de azúcar es mayor en este último. En cuanto a Manacas, el porcentaje de pradera en los nidos sigue siendo mayor que en los puntos aleatorios, pero en este último el porcentaje de bosques y prados con casuarinas es mayor. Los resultados del análisis del porcentaje de área ocupada por los diferentes elementos del paisaje en nidos y puntos aleatorios en diferentes escalas espaciales mostraron que, a 100 m de distancia del nido, el paisaje contiene solo prados pantanosos. En cuanto a puntos aleatorios, la misma área está representada por un porcentaje similar de pradera, pradera con casuarinas y pradera con palmeras y, en menor medida; hay bosques (Fig. 5.16).

A medida que la escala del estudio fue aumentando, aparecieron bosques, plantaciones de caña de azúcar y los otros dos tipos de prados, pero el porcentaje de prados siempre fue mayor que el resto de los elementos del paisaje. En cuanto a los puntos aleatorios, el área de pradera se mantuvo estable, pero menor que en los sitios de anidación, hubo un aumento en el porcentaje de lagunas, bosques y plantaciones de caña de azúcar y disminución del porcentaje de pradera con palmeras. En este estudio, las mayores diferencias entre nidos y puntos aleatorios en el área disponible en el humedal se encontraron a distancias radiales menores a 400 m.

Las distancias promedio a elementos del paisaje tales como bosques, canales y caminos más pequeños y grandes, medidas a partir de nidos y puntos aleatorios, se muestran en la Tabla 5.9. Las mayores diferencias se encontraron al analizar la distancia al bosque, lo que apoya la hipótesis de que la presencia de bosques cercanos puede influir algo negativamente en la selección del sitio de anidación. De manera general, las otras distancias analizadas no difirieron significativamente entre nidos y puntos aleatorios.

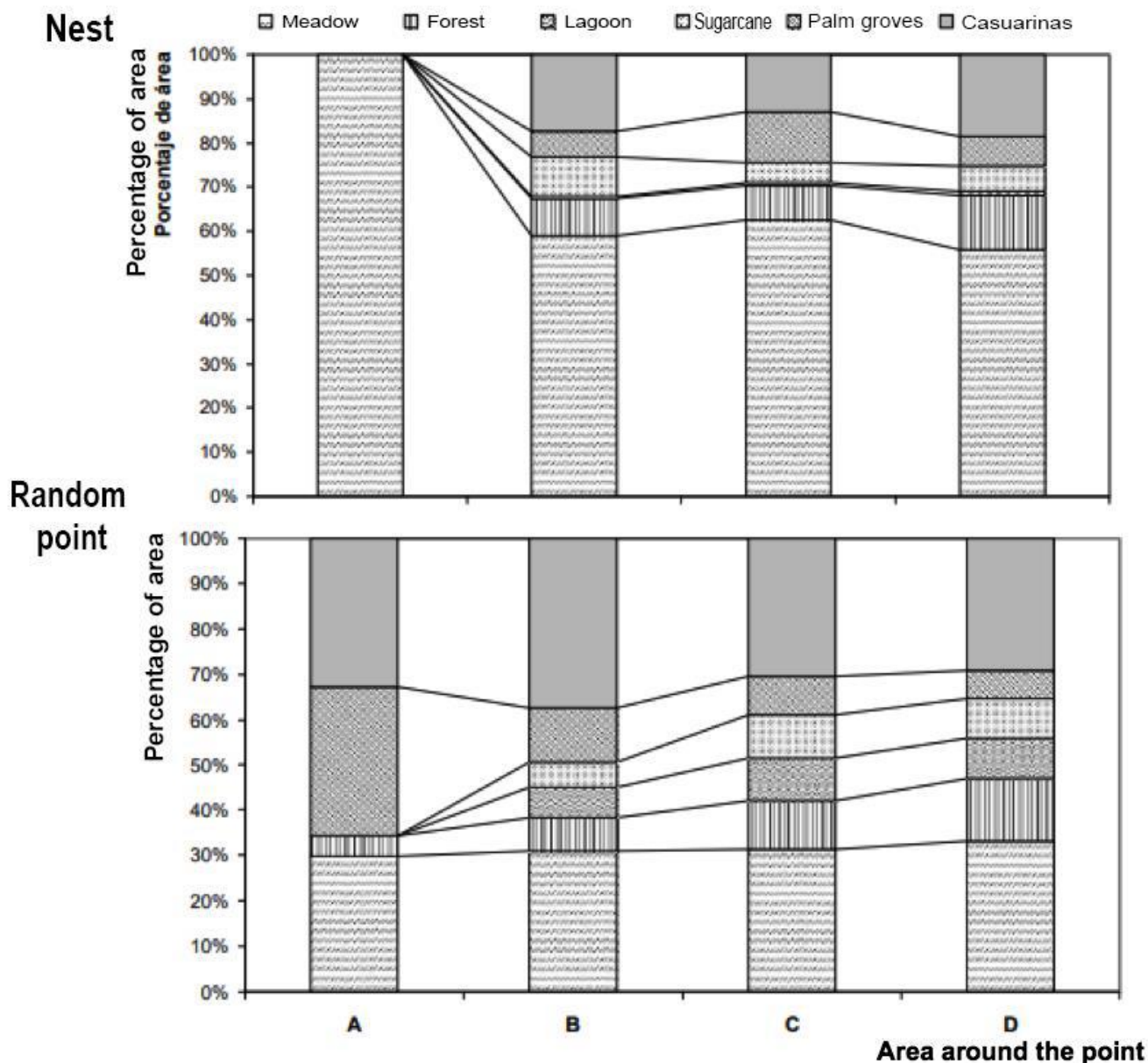


Fig. 5.16. Porcentaje ocupado por diferentes elementos del paisaje a distintas escalas espaciales alrededor de los nidos de *Antigone canadensis nesiotis* y puntos aleatorios en dos sitios del Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila, Isla de Cuba. Los elementos son: prado (*meadow*), bosque (*forest*), laguna (*lagoon*), plantación de azúcar (*sugarcane*), palmeral (*palm grove*) y casuarina (*casuarina*).

Al separar el análisis por áreas de reproducción, los resultados indican que, en los dos sitios, la distancia de los nidos al bosque fue aproximadamente el doble de la distancia de los puntos aleatorios a los bosques. Los mayores valores de distancia a canales menores se encontraron en los nidos de Manacas ($290,3 \pm 54,4$ m) y difieren notablemente de los de El Venero (46,8 m) y de los

puntos aleatorios (37,3 m). Esto indica que la anidación en la zona de El Venero se relaciona más con la cercanía a fuentes de agua poco profundas, y esta distancia fue mayor en los puntos aleatorios (22,7 m) analizados en ese sitio.

Elementos	Nidos		Punto aleatorios		U de Mann-Whitney	
	Promedio ± ES	n	Promedio ± ES	n	Z	p
Distancias (m)						
A calles	5237 ± 59,11	23	508,4 ± 47,71	24	0,17	0,86
A canales menores	313,1 ± 34,51	26	333,9 ± 42,90	21	-0,41	0,68
A canales mayores	502,1 ± 62,21	18	552,7 ± 80,99	11	-0,67	0,50
A bosques	461,9 ± 4520	27	236,9 ± 26,38	27	3,59	0,0003

n = Número de medidas

Z = Estadística de prueba estandarizada de U de Mann-Whitney

p = p-valor

Tabla 5.9. Estadística descriptiva de las distancias medidas desde los nidos de *Antigone canadensis nesiot*es y puntos aleatorios a diferentes elementos del paisaje en que se ubican, en el Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

Con respecto a los canales más grandes, la distancia de los nidos se comporta inversamente a la distancia a los canales más pequeños entre las áreas de reproducción. Respecto a Manacas, la distancia a canales más grandes es menor que en los nidos ubicados en El Venero. En comparación con puntos aleatorios, las distancias de los nidos en ambos sitios fueron más cortas (Figura 5.17). Los nidos se ubicaron en puntos cercanos a las carreteras, tanto en Manacas como en El Venero. Los valores de las distancias mínimas a estos elementos desde los puntos aleatorios fueron mayores (Venero, 293,7 m; Manacas, 251,9 m) con respecto a los nidos (Venero, 48,8 m; Manacas, 97,4 m).

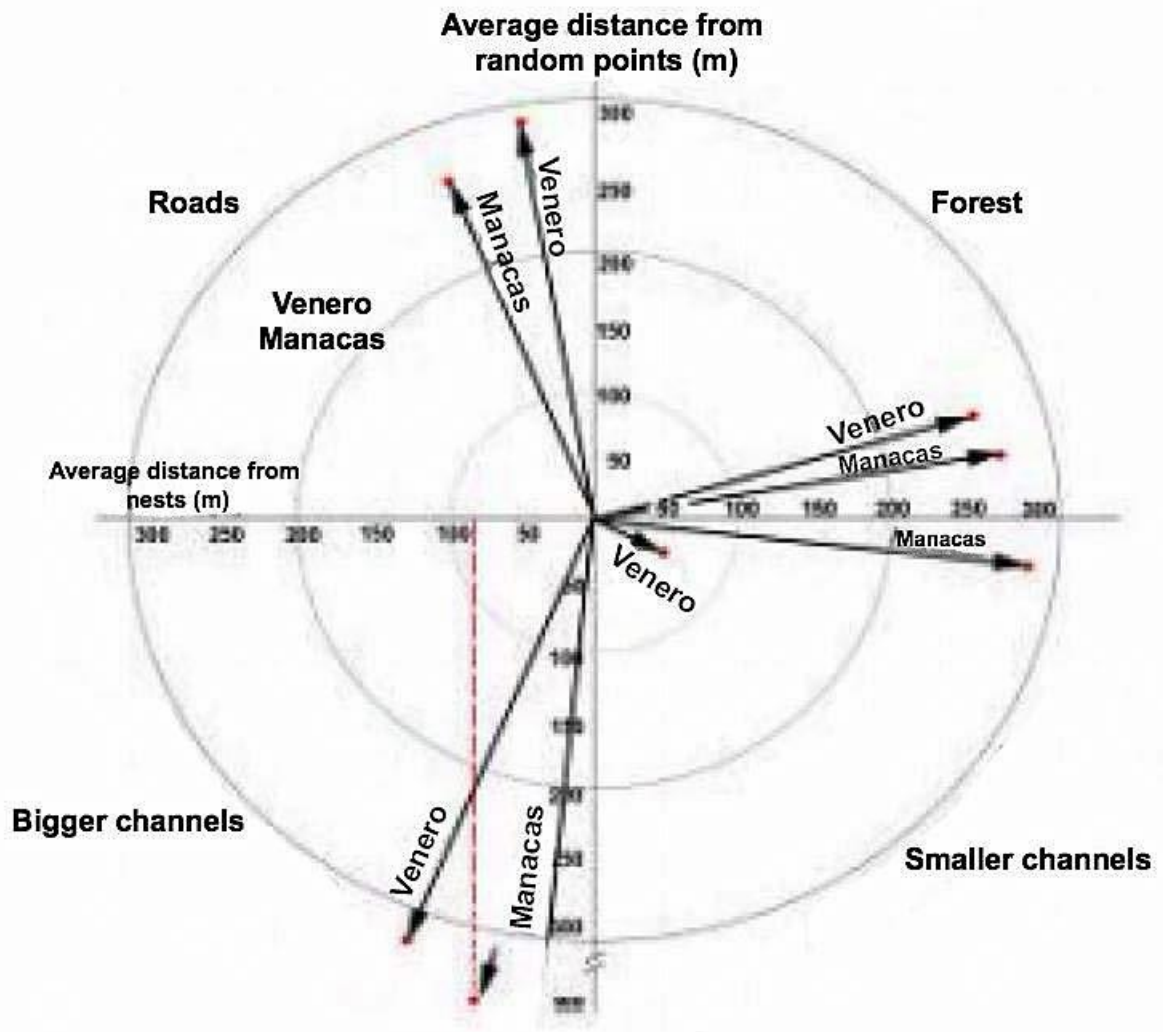


Fig. 5.17. Diferencias entre las distancias promedio de los nidos de *Antigone canadensis nesiotas* y de puntos aleatorios, a cuatro elementos del paisaje de posible importancia en la selección del sitio de ubicación de los nidos (calles – *roads*, bosques – *forest*, canales mayores – *bigger channels*, canales menores – *smaller channels*), en dos sitios del Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila, Cuba.

Los resultados de la tasa de selección de Manly aplicada a las proporciones de hábitat en nidos y puntos aleatorios apuntan a una selección para los elementos de bosque, laguna, plantación de caña de azúcar y pradera con casuarinas (Tabla 5.10). Siendo estadísticamente significativa ($\chi^2 = 23,4$; $p = 0,0003$), esta selección apoya los resultados anteriores con respecto a la composición del paisaje en los sitios seleccionados para la anidación. Las grullas anidan en la pradera siempre que se

encuentre a cierta distancia de bosques, lagunas, plantaciones de caña de azúcar y cualquier combinación de praderas que permita a las aves tener visibilidad para detectar posibles amenazas.

Categoría	Index	E.S.	LC 95 %
Pradera	0,59	0,08	0,38 – 0,81
Bosque	1,12	0,34	0,22 – 2,02
Laguna	10,55	10,37	0,00 - 37,93
Plantación de azúcar	1,50	0,65	0,00- 3,21
Pradera-palm	0,94	0,42	0,00-2,06
Pradera-Casuarina	1,57	0,35	0,65- 2,48

E.S. = Error estándar

LC = Límites de confianza

Tabla 5.10. Tasa de selección de Manly aplicada a la proporción de elementos del paisaje en los nidos de *Antigone canadensis nesiotés* y en puntos aleatorios, en el Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila.

5.3.5 Patrón de actividad

Las bandadas de grullas tuvieron variaciones en cuanto al número de individuos (13 individuos, número máximo que observamos) y composición por edades, desde una familia aislada (un par de grullas con uno o dos juveniles acompañantes) hasta grupos compuestos por adultos sin descendencia (no -reproductiva y / o reproductiva sin éxito reproductivo). Las familias de los grupos mixtos podían identificarse con frecuencia por la proximidad espacial continua de los padres y su descendencia.

Al analizar la frecuencia de aparición de los comportamientos estudiados de la grulla gris cubana en Manacas y El Venero, la alimentación se encontró en una mayor proporción, ya que le dedicamos más de la mitad del tiempo de observación (67,9%) (Tabla 5.11).

El estado de alerta y la locomoción son los comportamientos posteriores a la alimentación, aunque sus proporciones son, al menos, cinco veces menores.

Comportamiento	Manacas (n = 54)				Venero (n = 58)				Total (n = 112)			U
	Prom.	Min	Max	E. S.	Prom.	Min	Max	E. S.	Prom.	IC – 95%	E. S.	
Alimentación	58,3	1,7	94,2	3,1	76,8	39,3	96,7	2,0	67,9	63,9-71,9	2,0	932,5*
Locomoción	16,2	0	78,3	2,6	8,4	0	42,9	1,2	12,1	9,3 -15,0	1,4	1591,5
Acicalamiento	8,9	0	87,5	2,5	2,1	0	28,3	0,7	5,4	2,9-7,9	1,3	1038*
Vigilancia	14,3	0	45,0	1,6	12,4	0	52,5	1,6	13,3	11,0-15-5	1,1	1505
Descanso	0,2	0	2,2	0,1	0,1	0	2,5	0,1	0,1	0-0,2	0	1581,5
Interacción	1,4	0	20,0	0,5	0,1	0	2,8	0,1	0,7	0,2-1,3	0,3	1425,5
Desconocido	0,7	0	18,3	0,4	0,2	0	8,3	0,2	0,5	0,1-0,8	0-2	1607,5

n = Número de observaciones

E.S. = Error estándar

IC = Intervalo de confianza

U = Estadística U de Mann-Whitney

* Asteriskos indican diferencias significantes entre etapas por $p < 0.05$ (según una prueba U de Mann-Whitney).

Tabla 5.11. Estadísticas de posición y dispersión de la frecuencia media de comportamientos (expresados en porcentaje) registrados para *Antigone canadensis nesiototes* durante la temporada de estudio 2006-2007 en dos localidades del Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila.

La comparación de los porcentajes de tiempo dedicados a las actividades analizadas entre los sitios estudiados fue significativa en cuanto a alimentación y distribución, ya que las grullas de la zona de El Venero dedicaban su tiempo con mayor frecuencia a la alimentación que en la zona de Manacas. El acicalamiento se comportó a la inversa, ya que hubo un mayor porcentaje en el sitio de Manacas. En cuanto a la locomoción, aunque el tiempo dedicado a ella parece ser dos veces mayor en Manacas que en El Venero, la prueba estadística no arrojó diferencias significativas, con una potencia del 74%. Otros comportamientos constituyen el 12-16% del resto de actividades y, aunque aparentemente se comportaron de manera similar entre las áreas, la potencia de la prueba estadística no fue suficiente.

La variación en el patrón de actividad entre las temporadas analizadas fue significativa en cuanto a las interacciones entre los individuos, ya que hubo más tiempo dedicado a este comportamiento durante la temporada previa a la anidación (1,3% vs 0,02%) (Tabla 5.12). Los valores promedio obtenidos para los comportamientos de alimentación, locomoción y descanso fueron mayores en la época de no reproducción y representaron el 86,3% del tiempo presupuestado, mientras que en la época de preanidación descendieron a 75,2%. Acicalarse y estar alerta alcanzaron sus valores más

altos durante la última temporada y, sumando totales, 23,3%. Sin embargo, estas aparentes diferencias no tienen ninguna significación estadística ya que sus potencias son inferiores al 75%.

	Comportamiento	Manaca (n=25)				Venero (n=25)				Total por etapa		
		Promedio	Min	Max	E.S.	Promedio	Min	Max	E.S.	Promedio	IC-95%	E.S.
No reproductiva	Alimentación	56.1	13	83.3	16.4	83.5	69.2	96.7	82	69.8	66.4-77.2	27
	Locomoción	26.7	0	78.3	22.6	-	0	16.7	63	-	10.7-21.8	28
	Acicalarse	4.6	0	23.3	5	0.8	0	7.5	1.9	2.7	1.5-3.9	0.6
	Vigilancia	10.9	0	38.3	9.6	9.8	0	30	7.7	10.3	7.9-12.8	1.2
	Descansar	0.3	0	2.2	0.6	0.1	0	2.5	0.5	0.2	0.03-0.4	0.1
	Interacción	0.04	0	1.1	0.2	1.1	0.02	-	-	-	0.02-0.1	0.02
	Desconocida	1.5	0	18.3	3.9	0	-	-	-	0.7	0.1-1.5	0.4
		n=29			n=33							
Pre-anidación	Alimentación	60.3	1.7	94.2	27.7	71.3	39.3	95	17.2	66.3	60.4-72.2	2.9
	Locomoción	7.1	0	30	8.8	10.3	0	42.9	10.1	8	6.3-11.2	1.2
	Acicalarse	12.6	0	87.5	23.8	3.1	0	28.3	6.5	7.6	3.1-12	2.2
	Vigilancia	17.2	0	45	4	14.3	0	52.5	14.9	15.7	12.2-19.2	1.8
	Descansar	0.1	0	1.7	0.4	0.1	0	1.7	0.3	1	0-0.2	0.04
	Interacción	2.7	0	20	5.1	0.2	0	2.8	0.7	1.3	0.4-2.3	0.5
	Desconocida	0.1	0	0.9	0.2	0.4	0	8.3	1.5	0.2	-0.1-0.5	0.1

E.S. = Error estándar

IC = Intervalo de confianza

Tabla 5.12. Estadísticas descriptivas de la frecuencia media de comportamientos (expresados en porcentajes) registrados para *Antigone canadensis nesiototes*, por etapas y áreas de estudio del Refugio de Fauna El Venero, provincia Ciego de Ávila, entre 2006 y 2007.

Durante la época de no reproducción, el patrón de actividad tuvo variaciones significativas en alimentación, locomoción y mimos, en los sitios de Manacas y Venero, se percibió un mayor tiempo dedicado a la alimentación en El Venero y mayores valores del porcentaje de locomoción y acicalamiento en Manacas. El resto de las actividades se comportaron de manera similar durante esta temporada. En la temporada previa a la anidación, las únicas variaciones significativas fueron la locomoción y la interacción. En este caso, la actividad de locomoción alcanzó valores más altos en El Venero y las interacciones entre individuos se comportaron de manera inversa. Al analizar las frecuencias promedio de aparición de comportamientos por sitios y etapas de estudio, utilizando la

prueba p precisa de Fisher, solo encontramos significancia en la locomoción ($p = 0,004$). Esto permitió inferir que existe interacción entre los efectos de los sitios y la temporada sobre este comportamiento y apoya las diferencias encontradas en los valores promedio de esta actividad entre sitios por etapa de estudio. Respecto al resto de actividades, no hubo interacción en este sentido.

En los comportamientos analizados para describir el patrón de actividad de *Antigone canadensis nesiotes*, encontramos correlaciones significativas. La alimentación fue la actividad más correlacionada negativamente con la locomoción ($r_s = 0,5$), acicalarse ($r_s = 0,4$) y el estado de alerta ($r_s = 0,2$). La locomoción y el estado de alerta también se correlacionaron entre sí ($r_s = 0,3$). Al realizar las sesiones de observación diarias, el número de grullas en el área de estudio, en general, influyó en el acicalamiento ($r_s = 0,2$, $n = 113$). La distancia a las fuentes de perturbación fue una de las variables que puede tener alguna influencia en las actividades de las grullas; sin embargo, las correlaciones al nivel establecido no fueron significativas, quizás por las bajas potencias alcanzadas por las pruebas ($<36\%$).

5.3.6 Patrones de comportamiento por categoría de edad

Al analizar los patrones de comportamiento, según categorías de edad de la grulla (juvenil, adulta), encontramos diferencias significativas en las frecuencias ($\chi^2 = 256,8$; $gl = 4$; $p < 0,001$). En general, los juveniles de grulla se alimentaron con mayor frecuencia que los adultos, lo que provocó que otras actividades (locomoción, vigilancia y acicalarse) quedaran por debajo del porcentaje referido a los adultos (Figura 5.18).

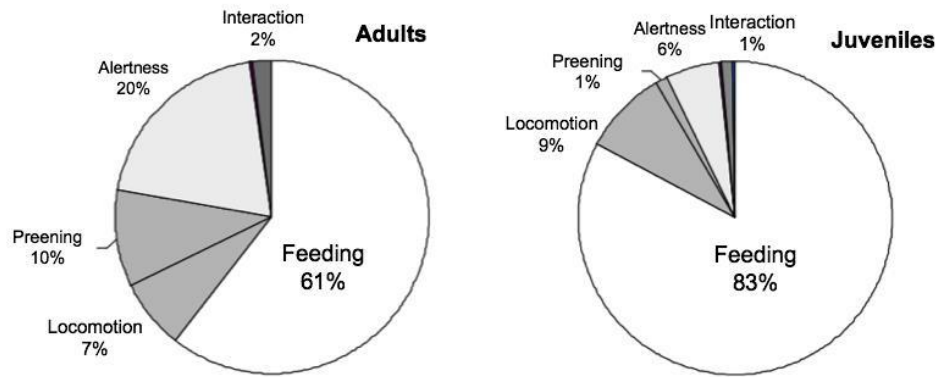


Fig. 5.18. Tiempo dedicado a diferentes comportamientos (interacción – *interaction*, vigilancia – *alertness*, acicalamiento – *preening*, locomoción – *locomotion* y alimentación - *feeding*) en el patrón de actividades de *Antigone canadensis nesiotis*, tanto juveniles (*juveniles*) como adultos (*adults*), en el Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba, en 2006 y 2007.

El patrón de actividad de la grulla gris cubana tiene variaciones a lo largo del día (Figura 5.19). Al llegar a las zonas de alimentación, después del amanecer, las grullas inician su actividad alimentándose y realizando movimientos en busca de hábitats óptimos o parches para hacerlo. A medida que pasa la mañana, la frecuencia de estos comportamientos disminuye y el estado de alerta y el aumento de la activación aumentan, manteniéndose más estable a lo largo de las horas con la luz del día. La locomoción alcanza su valor máximo por la tarde (14:30) mientras que la alimentación tiene un punto de inflexión diferente en estas mismas horas, con un comportamiento inverso a partir del mediodía.

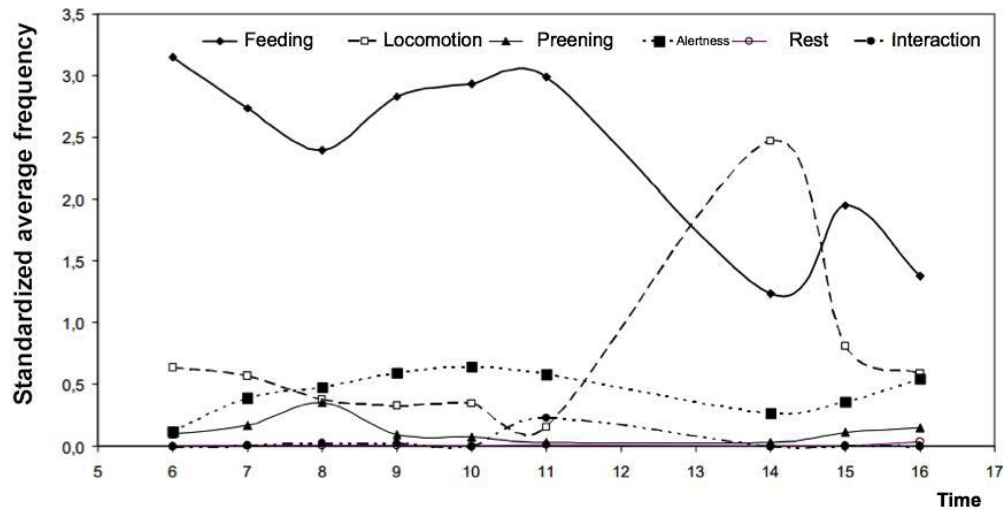


Fig. 5.19. Variaciones diarias del patrón de actividad (alimentación – *feeding*, locomoción – *locomotion*, acicalamiento – *preening*, vigilancia – *alertness* y interacción – *interaction*) de *Antigone canadensis nesiotas* en el Refugio de Vida Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba en las temporadas 2006 y 2007.

El patrón de actividad de la grulla gris cubana también tuvo variaciones mensuales que fluctuaron según la etapa de muestreo (Figura 5.20). Las mayores variaciones se produjeron en enero y febrero, con una disminución de la alimentación y un aumento del estado de alerta y acicalamiento en el caso del primer mes, y un aumento de la alimentación e interacciones entre los individuos y una disminución de la locomoción y relajación en el último mes.

La distribución en el tiempo de determinados comportamientos puede aportar información sobre los parámetros o características del entorno. El comportamiento de alerta, por ejemplo, puede reflejar la abundancia de fuentes potenciales de depredación o fuentes sostenidas de perturbación. La prueba de barrido mostró diferentes comportamientos en los sitios estudiados, lo que sugiere que, en la zona de El Venero, las grullas en estado de alerta se comportan de manera estable en el tiempo a intervalos regulares (22 rachas, $Z = 1,19$; $p = 0,24$). Sin embargo, en la zona de Manacas, este comportamiento tiene un patrón diferente y más variable en el tiempo (20 rachas, $Z = 1,93$; $p = 0,05$), lo que indica que dicha actividad se comporta de manera irregular, lo cual es consistente con el hecho de que hay menos protección en la zona y más disturbios.

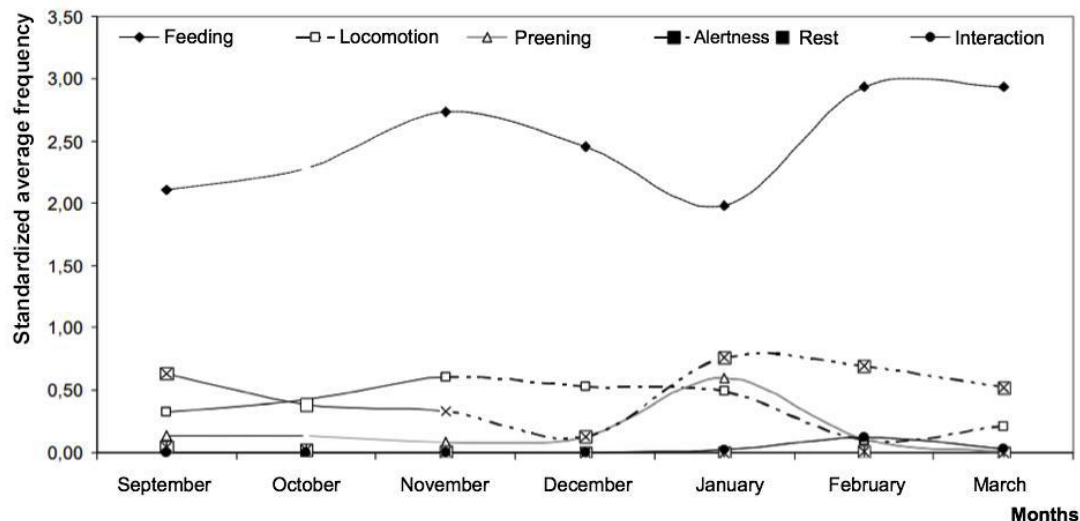


Fig. 5.20. Variaciones anuales en el patrón de actividad (alimentación – *feeding*, locomoción – *locomotion*, acicalamiento – *preening*, vigilancia – *alertness* y interacción – *interaction*) de *Antigone canadensis nesiotas* a lo largo de la época no reproductiva y presanitaria, en el Refugio de Fauna Silvestre El Venero, Ciego de Ávila, Cuba entre 2006 y 2007.

5.4 Discusión

5.4.1 Reproducción

Para la población en estudio, el 100% de los nidos se ubicaron en prados pantanosos, con predominio del estrato herbáceo y a una distancia promedio de 465 m de arbustos escasos (*Anona glabra* y *Conocarpus erecta*). La reproducción de la grulla gris cubana fue discutida por Gálvez Aguilera *et al.* (2005) en un ecosistema de sábana de arena blanca (Isla de la Juventud), donde el mayor porcentaje de nidos (51%) se ubicó en sábanas naturales semicerradas, con presencia de arbustos (*Tabebuia lepidophylla* y *Byrsonima crassifolia*) y palmeras (*Colpothrinax wrightii* y *Coccothrinax miraguama*). La asociación encontrada entre los nidos de la Isla de la Juventud y los arbustos se explica por la similitud fisonómica (en tamaño y coloración) de los arbustos con respecto a las grullas, que proporcionan un camuflaje perfecto al ave incubadora. Mientras que, en el caso de las grullas en el Refugio de Fauna El Venero, la existencia de arbustos dispersos en el área de influencia de algunos nidos está relacionada con la presencia de fuentes de agua, es decir, las grullas en estos ecosistemas no seleccionan su sitio de anidación según esta variable sino según

la cercanía (en ciertos límites) a los canales. La diferencia entre las poblaciones está determinada por las variaciones geomorfológicas en los ecosistemas que utilizan. La variación en los hábitats de anidación de las diferentes especies depende de sus rangos de distribución. Bennett y Bennett (1990) informaron que las grullas anidan alrededor de extensos humedales donde la vegetación herbácea emergente está acompañada de árboles y arbustos, o en pequeños pantanos abiertos. Thompson (1970) también encontraron nidos en áreas abiertas de prados húmedos, con árboles dispersos, y Walkinshaw (1981) comentó sobre la anidación en pequeñas lagunas que pueden estar rodeadas de aguas poco profundas o pequeñas lagunas con vegetación emergente. Los pequeños humedales también pueden ser aprovechados por esta especie y, según Depkin *et al.* (1994), aunque aislados, deben ser tomados en cuenta por su importancia para la reproducción de estas aves. En esta etapa de estudio, comenzamos a detectar nidos desde finales de febrero hasta mayo, con picos de mayor abundancia en la segunda quincena de marzo y la primera de abril. Este período de anidación coincide con el reportado por Gálvez Aguilera *et al.* (2005) para la subespecie cubana y se encuentra dentro del intervalo propuesto (Bennett y Bennett 1990; Dwyer 1990; Dwyer y Tanner 1992) para *A. c. pratensis*. Este período de reproducción en la subespecie *A. c. pratensis* y *A. c. nesiotés* está estrechamente relacionado con la temporada de lluvias definida para la zona tropical. Según Bennett y Bennett (1990), las precipitaciones acumuladas durante la época de reproducción de *A. c. pratensis* puede ser uno de los factores más importantes que influyen en el tiempo de anidación. Asimismo, Gálvez Aguilera *et al.* (2005) encontraron una correlación positiva ($r_s = 0,6$) entre las tasas de reproducción y la precipitación acumulada antes de la anidación y otra correlación inversa ($r_s = 0,6$) entre el éxito reproductivo y la precipitación acumulada durante la época de reproducción. Con base en los resultados de esta investigación, los sitios estudiados en el Refugio de Fauna El Venero se consideran áreas de importancia para la reproducción de esta especie, que también se utilizan durante la época de no reproducción como hábitat de alimentación. Las zonas de Manacas y El Venero albergaron el 96,7% de los nidos encontrados en los tres años de estudio. Las diferencias en el porcentaje de nidos encontrados por área están determinadas por el esfuerzo de muestreo, el cual fue mayor en el área de El Venero, debido a que el acceso a los sitios más remotos en el área de Manacas fue difícil. A pesar de que las grullas son aves acuáticas, existen variaciones en este grupo que se definen por las áreas geográficas y los tipos de ecosistemas que utilizan. En el caso de *Antigone canadensis*, ha habido informes sobre la construcción de nidos sobre el agua en humedales extensos y también sobre tierra seca, tanto en prados (Layne 1982, Littlefield 2001) como en sábanas de arena blanca Gálvez Aguilera (2002). Las tres variantes encontradas a lo largo del período de estudio: todos los nidos sobre tierra seca y

húmeda, los nidos sobre el agua, y sobre la tierra seca y húmeda, se relacionaron con la lluvia acumulada. Según los datos de una estación de recursos hídricos en el humedal, hubo variaciones en 2005 y 2006 en lo que respecta a las precipitaciones en febrero y mayo. En 2005, cuando todos los nidos se encontraron en sitios húmedo-secos, los valores de precipitación acumulada fueron menores (221 mm) en comparación con 2006 (245,5 mm), y no hubo lluvias en febrero del año anterior. Esto fue acompañado por una estación extremadamente seca (581,4 mm) en 2004, que se registró como el año más seco en un intervalo de 17 años (González Abreu, comunicación personal). En 2005, la precipitación acumulada anual (1186,6 mm) fue superior al valor crítico en 2004, lo que resultó, en 2006, en las áreas del humedal disponibles para la anidación con agua acumulada. En este estudio no se obtuvieron los datos de precipitación en 2007, pero sabemos que la acumulación en 2006 alcanzó los 919.9 mm, contribuyendo así a la presencia de agua en la temporada de puesta de huevos en 2007.

De acuerdo con los criterios de Walkinshaw (1981) y Dwyer (1990), *A. canadensis* construye sus nidos en sitios donde la profundidad del agua varía de 25 a 40 cm, esto puede ser un componente importante en la selección del sitio de anidación Austin *et al.* (2001) y, para algunas poblaciones, el agua permanente puede convertirse en un requisito previo para la anidación (Bennett 1978). También debemos tener en cuenta que los sitios secos son utilizados con menor frecuencia por esta especie y Layne (1982) lo relacionó con la pérdida continua de los hábitats típicos para la reproducción, así como la construcción de nidos accesorios que este autor relacionó con los hábitos migratorios de la subespecie de Florida. El aprovechamiento de las áreas secas, aunque existen áreas con agua disponible en los humedales, puede estar relacionado con la territorialidad de las parejas, sobre todo si, en la temporada de reproducción anterior, tuvieron éxito reproductivo y contribuyeron al reclutamiento de la población. El tamaño y la altura de los nidos alcanzaron sus valores más altos en 2006, como consecuencia de lo explicado anteriormente sobre el nivel de agua acumulada en el humedal. Los nidos en el área de estudio tienen tamaños más grandes que los construidos por la grulla cubana en sitios secos como la Isla de la Juventud. Según Gálvez Aguilera *et al.* (2005), los nidos construidos en sitios secos alejados de las fuentes de agua no necesitan tener tamaños tan grandes como los de las especies que anidan sobre el agua. Los tamaños informados por Thompson (1970) para *A. c. pratensis* en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Loxahatchee caen dentro del rango de las mediciones registradas en el área de estudio. Solo el diámetro exterior es mayor, como consecuencia de que la construcción de los nidos está a 16,7 cm sobre el agua. Las tasas de reproducción generales reportadas en este estudio tienen

valores similares a los analizados en la Isla de la Juventud, solo en cuanto a la puesta de huevos, el resto de ellos son mayores, excepto por el porcentaje de nidos con dos huevos. Estas variaciones están influenciadas por las lluvias antes y durante la temporada de reproducción, lo que contribuye al aumento de la disponibilidad de alimentos antes de la reproducción. Si el nivel del agua en los humedales aumenta rápidamente, las grullas llevan a sus polluelos a un lugar seguro para evitar que se ahoguen o mueran por otras causas como la neumonía (Dwyer 1990; Gálvez Aguilera 2002).

Esta situación ocurrió en 2007 en el Refugio de Fauna El Venero, encontrándose diferencias significativas al comparar los porcentajes de estas variables con los datos del año 2005. La variación en el éxito reproductivo entre años está relacionada con el fenómeno atmosférico durante la época de lluvias en 2007 (mayo-octubre), que incluyó el último período de la temporada de anidación. Durante esta temporada, los nidos que no habían eclosionado en ese momento se perdieron. El año 2007 fue reportado como un año extremo en cuanto a precipitaciones en la estación húmeda (González Abreu, comunicación personal). El éxito reproductivo también estuvo influenciado por estas variables abióticas en los años analizados y no hubo diferencias notables entre las áreas de reproducción. En general, el tamaño de los huevos puestos de la subespecie cubana es similar al referido por Nesbitt (1988) para *A. c. pratensis*. Thompson (1970) (1,84 huevos), Walkinshaw (1981) (1,94 huevos) y Nesbitt *et al.* (2001) (1,8 huevos) informaron valores más altos. Dwyer (1990) reportó algunos valores sobre éxito reproductivo (73%), porcentajes de nidos con dos huevos (53%) y huevos incubados (78,5%), presentando variaciones respecto a los resultados referidos a la Grulla Canadiense. Los tamaños de los huevos de *A. c. nesiototes* fueron similares a los reportados para la grulla de Florida por Littlefield (2001). Las diferencias entre años pueden estar relacionadas con la gran sequía que se produjo antes del tiempo de estudio. Probablemente, la disponibilidad de alimentos estaba restringida en este momento, lo que dificultaba el desarrollo normal del ciclo reproductivo que incluía la formación de huevos. Littlefield (2001) comentó que estos elementos pueden no influir intensamente en el tamaño de los huevos de grulla, ya que no existen diferencias significativas en los huevos de diferentes años. Sin embargo, cuando hubo una disminución notable en el tamaño del huevo, surgieron pensamientos sobre las consecuencias que podrían tener los desequilibrios meteorológicos. Además, se deben tener en cuenta las variaciones intraespecíficas entre áreas geográficas dispersas.

5.4.2 Microhábitat de anidación

El tamaño de la capa herbácea caracterizada en los alrededores del nido tuvo un valor superior en comparación con los resultados obtenidos por Littlefield (2001) ($37,7 \pm 23,66$ cm) y Dwyer (1990) (max = 73,0 cm) para la grulla de Florida. La cobertura vegetal a 100 cm fue más alta que la cobertura total también reportada por Dwyer (1990) (31,1%).

El tamaño y la cobertura a 100 cm mostraron un patrón bien definido a medida que aumentaba la distancia al nido. Los valores de estas variables sugieren que las grullas seleccionan un punto de la pradera desde el cual la vegetación circundante puede protegerlas de los depredadores y restringir la visibilidad de otras parejas. A su vez, este punto debe facilitar la entrada de la grulla a su nido y la visibilidad necesaria para detectar cualquier situación de potencial peligro.

La densidad de vegetación determinada por la distancia entre hierbas vecinas no mostró ningún significado a diferentes distancias del nido; sin embargo, es interesante subrayar la posible importancia biológica del hecho de que, a medida que aumentaba la distancia desde el nido, aumentaba la distribución de frecuencias de las hierbas más cercanas. Esto puede considerarse un elemento más para la selección del nido, ya que la distribución y densidad de las hierbas pueden afectar de alguna manera a los polluelos, haciéndolos abandonar su nido casi inmediatamente después de la eclosión, moviéndose detrás de sus padres a través de la capa herbácea. La complejidad y agregación de las hierbas también se usa como camuflaje para escapar de los depredadores aéreos que atacan a los polluelos. Bennett (1978) informó resultados similares y apoya la idea de la selección de sitios donde la altura y densidad de la vegetación permite que las grullas se muevan y Walkinshaw (1949) informó que los sitios con vegetación alta y densa podrían mantener bien escondidas las grullas que anidan.

5.4.3 Mesohábitat de anidación

El análisis a mayor escala espacial (100 m) no mostró ninguna tendencia notable entre el área de anidación y las zonas disponibles a la distancia analizada. La aparente homogeneidad entre nidos y puntos aleatorios puede indicar que las grullas, a nivel de mesohábitat, no eligen su sitio de anidación de manera tan estricta, al menos no toman la estructura de la vegetación analizada como elemento primario. Otros pueden ser los principales factores favorecedores de la anidación en determinadas áreas del humedal, que no fueron considerados en esta escala de estudio, aunque se descarta la contribución de las variables analizadas a la selección.

Esta homogeneidad espacial en las áreas de anidación de *A. c. pratensis* reportado por Dwyer (1990), quien tampoco encontró ninguna variación significativa en la estructura de la vegetación entre nidos y puntos aleatorios. Halbeisen (1980) informó resultados similares, basados en mediciones de la altura y densidad de la vegetación en los pantanos utilizados por las grullas para anidar y en otros sitios no utilizados para este propósito; sin embargo, (Watanabe 2006) considera la altura de la vegetación en las áreas de reproducción de *A. c. canadensis* para ser importante. Otros estudios han tenido en cuenta la composición de la comunidad vegetal para identificar los patrones de selección. Bennett y Bennett (1987) demostraron que la anidación en el pantano de Okefenokee estaba fuertemente relacionada con los niveles de agua durante la temporada de reproducción. Las parejas eligieron una comunidad vegetal específica en años de sequía intensa, mientras que en los años lluviosos eligieron otra composición vegetal. Es comprensible que la selección no se base en la composición de la vegetación sino en los regímenes hídricos del humedal, que dan como resultado el crecimiento secundario de varias especies vegetales. Tebbel y Ankney (1978) llegaron a las mismas conclusiones con respecto a la composición de la flora de las comunidades y Walkinshaw (1949, 1973) y Bennett (1988) concluyeron que las especies de plantas son solo un pequeño componente, en comparación con la estructura de la vegetación, en la selección del área de anidación.

Finalmente, los resultados que obtuvimos también pueden sugerir que las similitudes estructurales de la vegetación en áreas sin uso contribuyen a la disponibilidad de áreas óptimas para las parejas que conquistan nuevos territorios durante la reproducción y cría de pichones. Por lo tanto, si existe un área disponible en el humedal con las mismas características que los hábitats de anidación, entonces este ecosistema puede soportar una mayor carga de parejas reproductoras y esta población puede tener una tendencia al crecimiento en el número de adultos reproductivos exitosos. Debemos tener en cuenta que factores de comportamiento, como la territorialidad y la experiencia de los adultos, así como factores espaciales como la distancia entre nidos activos simultáneos y la dispersión de nidos en el humedal, pueden influir en la selección del área de anidación. Además de esto, (Dwyer 1990) comentó que las presiones poblacionales pueden influir en este sentido.

5.4.4 Macrohábitat de anidación

La distribución de nidos de *A. c. nesiotés* en el humedal estuvo parcialmente condicionado por la disponibilidad del hábitat del prado y la distancia entre nidos activos simultáneamente. Esta distancia entre nidos en áreas abiertas como prados fue menor que la reportada por Gálvez Aguilera (2002) para *A. c. nesiotés* (2,9 a 6,0 km) en la Isla de la Juventud. Estas diferencias están relacionadas con las características de los ecosistemas, que favorecen tanto a la población estudiada en cuanto a cobertura y altura del estrato herbáceo como a la población de la Isla de la Juventud en cuanto a la frecuencia de aparición de arbustos.

Dwyer (1990) reportó resultados similares, con distancias mínimas sorprendentes de 72 m. Thompson (1970) informó distancias más largas de 36,5 km, que pueden disfrazarse por factores como la calidad de los hábitats disponibles. Para *A. c. canadensis* y *G. leucogeranus*, Watanabe (2006) reportó distancias promedio de 6,5 y 6,3 km, respectivamente. Esta distancia para *A. c. canadensis* es mucho más extenso que los referentes a las subespecies en las principales áreas de reproducción en Alaska y las islas Banco (Reed 1988), por lo que Watanabe (2006) sugiere un posible crecimiento de la población en la región oriental de Siberia, lo que provoca una disminución en la distancia media entre nidos. Esta variable es un indicador importante de la territorialidad de esta especie. En relación con la distancia entre nidos activos simultáneos, el área de influencia de los nidos de *Antigone canadensis nesiotés* tiene valores inferiores a los referidos a *A. c. canadensis* (21,9 km²) y *G. leucogeranus* (41,9 km²) informados por Watanabe (2006). Estas diferencias están relacionadas con las distancias más largas y la menor densidad de nidos activos en el área de Siberia, mientras que en el área de estudio pudimos encontrar hasta siete nidos activos simultáneos en 4.736,1 ha de pradera pantanosa. La metodología utilizada por este autor para calcular el área de influencia de nidos tomó en cuenta la distancia promedio entre nidos, asumiendo que el área era circular y su rango mínimo representaba el área entre nidos de la misma especie. Sin embargo, en este estudio, el uso de teselaciones de Dirichlet (Silverman 1986), método que crea un polígono alrededor de cada nido de tal manera que todas las preferencias de anidación en áreas protegidas de depredadores y con visibilidad también fueron reportadas por Littlefield (2001). Según el criterio de este autor, *A. c. canadensis* anida en varios hábitats que van desde prados abiertos hasta marismas profundas. Parece que esta especie prefiere anidar en hábitats abiertos sin restricciones de visibilidad; sin embargo, la selección natural (poca supervivencia de los huevos) probablemente favorece el uso de sitios no expuestos. En las regiones con abundancia de depredadores, las parejas

que anidan sobre aguas profundas, con vegetación alta y cubierta espesa, tienen ventajas reproductivas con respecto a las parejas que construyen sus nidos en prados abiertos y expuestos.

La presencia de canales en la zona próxima a los nidos beneficia a las grullas que no tienen que alejarse mucho de su territorio para beber agua y así no ponen en peligro a sus polluelos. Los pichones permanecen con sus padres en la zona próxima al nido durante las primeras semanas de su vida, por lo que este territorio debe tener las características necesarias para la supervivencia (alimento, agua y protección). La asociación de caminos y nidos no muestra exactamente una relación o beneficio de los mismos, sino que es consecuencia de su presencia en la zona. La población de grullas se ha mantenido en esta zona de reproducción durante varios años; sin embargo, los caminos construidos en la pradera están relacionados con fuentes de agua, bosques y actualmente algunos caminos no son utilizados por personal que no sea el relacionado con el área protegida. Las personas que circulan por las carreteras no presentan aparentemente ningún riesgo potencial para las grullas incubadoras, por lo tanto, las grullas pueden ser alertados, pero se han acostumbrado a la presencia humana y no se alejan mucho de sus nidos. Además, la proximidad a estas fuentes de perturbación humana no parece tener ninguna influencia en el éxito reproductivo.

Las variaciones entre zonas de reproducción en cuanto a cercanía a canales mayores y menores tienen que ver con las características del relieve de estas praderas. La zona de Manacas es un poco más elevada, por lo que hay menos acumulación de agua en la pradera y las principales fuentes de agua son los canales más grandes. Sin embargo, en El Venero, el agua permanece más tiempo en la superficie antes de infiltrarse y hay canales más pequeños que desembocan en la pradera de forma natural.

El análisis general del paisaje mostró que, una medida que aumentaba la escala de estudio, disminuía las probabilidades de encontrar diferencias entre el área con nidos y los puntos aleatorios. Es posible que la superposición entre la zona con nidos y los puntos aleatorios a mayor escala limite la heterogeneidad del paisaje, ya que se miden las mismas características en ambas zonas. Según Baker *et al.* (1995), en este tipo de análisis hay que tener en cuenta que, a medida que aumenta la escala de estudio, disminuye la disponibilidad de hábitat no utilizado. Realmente, uno puede confundir los resultados, ya que no se conoce el área disponible para su uso. Johnson (1980) comentó que, para comprender mejor el comportamiento de la selección de las grullas, se debe restringir la investigación al área del humedal en el lugar de realizar un análisis a nivel regional. A su vez, esto reduce las posibilidades de detectar diferencias.

Además de estas interpretaciones, hay que tener en cuenta que los patrones de comportamiento y de tiempo de las grullas pueden influir en la adquisición de territorios para la reproducción. Las parejas son territoriales y regresan al mismo sitio durante cada temporada de reproducción durante muchos años (Walkinshaw 1989). Si defienden territorios que contienen varios sitios potenciales de anidación y variación convenientemente entre años, los estudios enfocados en un nido pueden ser débiles para detectar patrones de uso a escalas más grandes.

5.4.5 Patrón de actividad

El presupuesto de tiempo dedicado a los comportamientos estudiados de *Antigone canadensis nesiotés* en el Refugio de Fauna El Venero mostró un patrón diferente entre las actividades. Para las grullas, durante el tiempo de estudio, la actividad más importante a realizar fue la alimentación, en la que las cañas dedicaron mucho más tiempo durante el día que en el resto de las actividades analizadas. En menor medida, las actividades de locomoción y vigilancia son las siguientes en importancia. Relacionado con la búsqueda de parches de hábitat o áreas con abundantes recursos alimenticios; a la necesidad de mantener la vigilancia; detectar depredadores y su respuesta a cualquier perturbación, huir y/o permanecer alerta cuando localizan con precisión la amenaza.

Al igual que ocurre con otras especies, se espera que las grullas se dividan y prioricen el uso del tiempo disponible realizando los diferentes comportamientos a lo largo del día. Entre estos comportamientos, la alimentación es una necesidad fisiológica de todos los animales y puede expresarse en diferentes grados dependiendo de los estímulos endógenos al cuerpo y los estímulos exógenos del entorno. El tiempo de estudio comprendió las temporadas de no reproducción y preanidación de la grulla gris cubana. Esta subespecie se mantiene alimentándose por más tiempo con el fin de recuperar las reservas gastadas en la temporada anterior de apareamiento, defensa de territorios, anidación y cría de pichones, durante la cual los animales gastan mucha energía, el inicio de la próxima temporada de reproducción implica incrementar los esfuerzos adquirir recursos alimentarios del medio ambiente. Esta actividad siempre se ve afectada por otros comportamientos que contribuyen a la supervivencia del individuo y forman parte de su conjunto de movimientos espontáneos. Dependiendo de las energías dedicadas a las exigencias fisiológicas obligatorias que influyen decisivamente en la cantidad de energía disponible para estas actividades opcionales (Walsberg 1983). Según Chávez Ramírez (1996), las conductas obligatorias de *Grus americana* incluyen la alimentación y la locomoción, ya que muchas de las actividades locomotoras en el estudio de este autor estaban relacionadas con la búsqueda de alimento. Este autor también

incluye el estado de alerta en esta categoría, a pesar de ser un comportamiento costoso y considerarse una producción de energía que podría ahorrarse si se dedicara ese tiempo a la alimentación (Lendrem 1983; Metcalfe y Furness 1984). En realidad, el comportamiento de alerta y la posterior detección de riesgos potenciales para la supervivencia, como depredadores, son importantes y siempre deben ocurrir, aunque no se hayan satisfecho las necesidades energéticas diarias (Chávez Ramírez 1996). Las conductas de descanso y mantenimiento se consideran actividades opcionales, siempre que se asegure la supervivencia.

Para la subespecie migratoria de *A. canadensis* incluida en el grupo “Grullas grises mesocontinentales” por Tacha (1981) y Tacha *et al.* (1987a) se obtuvo el presupuesto de tiempo dedicado a la alimentación en diferentes áreas como Texas (39,5%), Nebraska (52,2%), Saskatchewan (63,7%) y Alaska (51,8%). Para este estudio, el presupuesto de tiempo dedicado a la alimentación fue de 67,9%, superior al reportado por Tacha *et al.* (1987a) durante la temporada migratoria. Las diferencias entre estos resultados y los valores para las subespecies migratorias pueden tener que ver con las áreas que utilizan para alimentarse durante esta etapa. Iverson *et al.* (1987) reportaron que, durante la migración de primavera, estas subespecies utilizan campos de grano (maíz, trigo, cebada) y (Tacha *et al.* 1992) reportaron que, en las áreas destinadas a la invernada, los cultivos disponibles son los mencionados junto con los campos de mijo. En estas áreas utilizadas con fines agrícolas, la perturbación causada por la presencia humana es mayor y sostenida en el tiempo, lo que contribuye a que las aves pasen más tiempo en actividades como la locomoción (caminar y volar) y estar alerta. Sin embargo, las áreas incluidas en este estudio abarcan zonas de prados pantanosos en un área protegida, donde la perturbación humana está restringida hasta cierto punto. Aunque en esta zona existen zonas con cultivos pertenecientes a agricultores, todas las observaciones se realizaron en prados pantanosos. Por tanto, los valores más altos obtenidos en este estudio están relacionados con la disponibilidad de alimento en áreas naturales, con el bajo grado de perturbación que enfrentan las aves y también con el menor número de individuos en las bandadas, lo que puede reducir la competencia intra-específica. Estas diferencias ambientales contribuyen a la variación en el tiempo dedicado a los comportamientos de las especies en general.

El porcentaje de tiempo dedicado a las actividades analizadas entre los dos sitios, El Venero y Manacas, tuvo variaciones notables en cuanto a alimentación y acicalamiento, pero también difirieron la locomoción y el estado de alerta. A pesar de la cercanía espacial entre las áreas de alimentación y las áreas de reproducción de esta subespecie (unos 4 km), las variaciones que

encontramos en los comportamientos pueden estar relacionadas con el grado de alteración en las áreas y la disponibilidad de recursos alimenticios. El sitio de El Venero es un área de estricta conservación, de acuerdo con la clasificación funcional del área protegida, en la cual el acceso solo está permitido para las actividades de investigación y seguimiento de las poblaciones de animales, mientras que el sitio de Manacas, aunque es dentro de los límites del área protegida, es una zona expuesta a la perturbación humana. La presencia de un camino secundario que atraviesa los prados pantanosos permite el acceso a la zona a los cazadores furtivos, además del paso del personal de trabajo generalmente acompañado de perros. A esta situación, hay que sumar la cercanía (1,5 km) de asentamientos agrícolas que son posibles fuentes de perturbación. Estos elementos implican que las grullas que utilizan este sitio dediquen más tiempo al estado de alerta y locomoción en comparación con El Venero. La alerta fue irregular durante el tiempo de observación en esa zona, donde las perturbaciones son más frecuentes y sostenidas en el tiempo en comparación con El Venero, donde la frecuencia de este comportamiento es regular, siguiendo el patrón de vigilancia de estas aves, sin ninguna perturbación externa. También se han reportado incrementos en el porcentaje de tiempo dedicado a este comportamiento como consecuencia de la perturbación humana (cazadores furtivos) para *Grus americana* por Mabie *et al.* (1989) y Chávez Ramírez (1996) en la Isla Matagorda.

En este estudio, la alimentación no parece verse afectada por ninguna alteración, a pesar de tener valores más bajos en comparación con El Venero. Esto se puede explicar por el hecho de que el comportamiento de acicalarse en Manacas es significativamente mayor que en El Venero, lo que puede indicar que hay mayor disponibilidad de alimentos en esa zona. La tasa de ingestión neta (éxito relativo del esfuerzo de alimentación) y la tasa de ingesta diaria absoluta (necesidades relacionadas con la energía) se satisfacen más rápidamente. Por tanto, las actividades opcionales como el mantenimiento se pueden realizar en mayor proporción con respecto a una zona con menor disponibilidad de recursos, donde la mayor parte del tiempo se dedica a la búsqueda de alimentos.

Según Walsberg (1983), los individuos que dedican poco tiempo a actividades de relajación y descanso pueden estar cerca de un déficit energético, mientras que aquellos que dedican su tiempo a estas y otras actividades opcionales lograron acumular suficientes recursos energéticos. Alonso y Alonso (1993) afirmaron que, en el caso de las grullas migratorias, la cantidad de tiempo dedicado a las actividades diarias de alimentación y descanso durante la época de no reproducción es un buen indicador del esfuerzo de alimentación. Pero también sugieren que el aumento en las

actividades de acicalarse puede resultar de la disminución en la disponibilidad de alimentos. Durante este estudio, observamos a las grullas alimentándose en esta zona con perturbación (Manacas) y existen observaciones previas desde 2005 que apoyan la idea de que esta zona está más perturbada por la presencia humana que un área con suficientes recursos para mantener esta subespecie.

El patrón de actividad de esta subespecie a lo largo del tiempo de estudio mostró diferencias significativas en cuanto a interacción, con un mayor porcentaje en la época de preanidación. Es en esta temporada cuando las parejas de grullas comienzan a defender sus futuros territorios de anidación, volviéndose más agresivos ante la presencia de otras grullas intrusivas en la misma zona. Las bandadas comienzan a dividirse y los individuos adultos o subadultos sin pareja intentan acercarse a las parejas que tienen un vínculo débil para romperlo (Nesbitt y Tacha 1997). En general, los demás comportamientos se mantuvieron estables según los resultados del análisis de las dos temporadas; sin embargo, al observar el comportamiento de las frecuencias mensualmente, hubo variaciones notables en la alimentación, acicalamiento, estado de alerta, interacción y locomoción durante enero y febrero. La disminución en la frecuencia de la alimentación y el aumento del acicalamiento y el estado de alerta en enero podrían haber resultado de la acumulación de energía suficiente para cubrir las reservas necesarias. Con esta disminución, las actividades opcionales como acicalarse aumentaron significativamente. Las parejas ya se habían asentado para entonces, y comenzaron a desarrollar comportamientos para camuflar sus plumas y se podía escuchar el canto unívoco específico de la especie que las caracteriza. Este comportamiento fue reportado por Nesbitt (1975) para *Antigone canadensis pratensis* y, en cuanto a la subespecie cubana, Gálvez Aguilera (2002) mencionó que las parejas de grullas de la Isla de la Juventud se pintan las plumas con barro rojizo en los lugares donde hay agua. El estado de alerta entre parejas aumenta cuando escuchan el canto unánime de otras parejas que definen territorios y fortalecen sus vínculos, esto es necesario para evitar agresiones intra-específicas. El aumento de la frecuencia de alimentación e interacción en febrero y la disminución de la locomoción y acicalamiento están relacionados con las necesidades energéticas de la grulla que deben acumular a partir de ese momento, tanto en machos como en hembras, para incubar sus huevos. Como se comentó anteriormente, la interacción durante este mes está estrechamente relacionada con los lazos y relaciones de la pareja y la defensa de los territorios.

Según Fox *et al.* (1995), durante la época previa a la anidación, *Antigone canadensis* dedica menos del 1% del tiempo diario de actividad (24 h) a comportamientos como acicalarse y cortejar. Las

grullas dedican el mayor porcentaje de tiempo a la alimentación (33,5%), al descanso (37,8%), a la locomoción (15,4%) y al estado de alerta (13%). Las diferencias en los porcentajes, con respecto a los reportados en este estudio, radican en el diseño muestral. El análisis de la grulla gris cubana se restringe a las horas diurnas cuando la actividad de descanso es mínima, mientras que los resultados del estudio de (Fox *et al.* 1995) incluyen las horas nocturnas, durante las cuales la alimentación es nula, por lo que su total el porcentaje disminuye. Asimismo, en ambos estudios se deben cumplir los requisitos energéticos en esta etapa para garantizar la puesta e incubación de huevos. La frecuencia de las categorías conductuales: alimentación y estado de alerta a que se refiere este estudio de diciembre a febrero siguió la misma tendencia que los resultados presentados por Alonso y Alonso (1993) y Avilés y Bednekoff (2007) para la Grulla común *Grus grus* en España. De manera similar al comportamiento de la subespecie cubana, la especie europea adquiere sus reservas de energía lo antes posible en invierno y, una vez finalizado el invierno, disminuye su alimentación a niveles estables, lo justo para mantenerse con vida. La disminución de la disponibilidad de recursos en el hábitat no influyó en la variación de la frecuencia de alimentación de esta especie (Alonso y Alonso 1993).

Los resultados del análisis de la variación en el patrón de la grulla gris cubana durante la temporada de no reproducción entre las áreas de estudio apoyan las ideas discutidas sobre la disponibilidad de alimentos en el área sujeta a perturbación humana, en comparación con el área de conservación. Sin embargo, en la época prenidificante, las variaciones en la locomoción se comportan de manera inversa, esta actividad se incrementó significativamente en El Venero mientras que, en Manacas, los incrementos están relacionados con la interacción. Estos resultados sugieren que, mientras las grullas en El Venero continúan realizando actividades locomotoras relacionadas con la alimentación, en Manacas las interacciones entre los individuos aumentan su frecuencia, por lo que se evidencia la defensa de los territorios y los comportamientos propios de la época de reproducción. Es decir, las grullas de esta zona inician más temprano sus actividades relacionadas con la reproducción y ello se sustenta en la ganancia temprana de reservas energéticas necesarias para afrontar esta temporada, así como en una mayor disponibilidad de alimentos en la zona.

En cuanto a las categorías de comportamiento que se analizaron, hubo una correlación negativa entre alimentación y locomoción, estado de alerta y acicalarse. Estas correlaciones se deben a la relación excluyente que existe entre estos comportamientos, cuando el tiempo dedicado al estado de alerta es mayor, las grullas dejan de alimentarse y, cuando la alimentación disminuye por estímulos endógenos como la acumulación de energía, aumentan las actividades como el

acicalamiento. La locomoción puede aumentar por esta razón, y también cuando las grullas buscan parcelas de hábitat con disponibilidad de alimento. La locomoción y el estado de alerta también se correlacionaron negativamente. Cuando las grullas se mantienen alerta, localizando la fuente de perturbación o los posibles depredadores, la locomoción disminuye al igual que la alimentación.

La diferencia en el presupuesto de actividad entre las categorías de edad de las grullas es consecuencia de la inexperiencia de los juveniles que aún permanecen con sus padres. Aunque mantener a los juveniles en la familia durante la temporada de no reproducción no implica ningún costo energético para sus padres (Nowald 2001), los adultos pasan más tiempo cuidando a los depredadores que cuidando a los juveniles. Estos últimos dedican más tiempo a alimentarse, esto se relaciona con los requerimientos propios de su edad como juveniles, ya que aún no han alcanzado la condición y tamaño de un adulto, además pasan menos tiempo en las actividades de acicalamiento y alerta.

Los resultados obtenidos para *Grus grus* por Avilés (2003) coinciden con lo mencionado aquí sobre los comportamientos de alimentación y alerta. Los juveniles de muchas especies de aves tienen una alta tasa de mortalidad en comparación con los adultos. Esta tasa de mortalidad es consecuencia de la inexperiencia de los juveniles para evitar a los depredadores, obtener los nutrientes adecuados y establecer relaciones sociales adecuadas (Brown 1975). Estas diferencias entre grupos de edad a veces resultan en diferentes estrategias de comportamiento que pueden reflejarse en diferentes presupuestos de tiempo y usos del hábitat para evitar depredadores y adquirir recursos (Yoerg 1998).

Las variaciones en el patrón de actividad a lo largo de las horas diurnas se produjeron principalmente en relación con la alimentación y el acicalamiento. El análisis de la tendencia diaria de los comportamientos de *Antigone canadensis* en la región ártica de Canadá mostró un patrón estable de alimentación a lo largo del día, las variaciones más altas ocurrieron de 22:00 a 06:00 horas (Fox *et al.* 1995). Sin embargo, el acicalamiento durante el día muestra un comportamiento similar al aquí mencionado, ya que la principal variación se da de 12:00 a 16:00 horas y el mayor porcentaje ocurre a las 14:00 horas.

Estas variaciones en la alimentación y el acicalamiento, que son comportamientos mutuamente excluyentes, pueden reflejarse más claramente entre individuos con o sin descendencia. Según Alonso y Alonso (1993), en esta etapa el tiempo “libre” es mayor para las grullas que no tienen crías, que suelen desplazarse en las horas del mediodía hacia sus lugares de dormir secundarios. Allí

descansan, realizan actividades de mantenimiento de plumas y beben agua. Las grullas con crías se alimentan con más regularidad durante el día y descansan menos tiempo.

Las observaciones realizadas en este estudio apoyan la idea propuesta, ya que, en las horas de mayor incidencia de la radiación solar, las grullas se retiraron a zonas de sombra y disminuyeron su actividad de alimentación al realizar con mayor frecuencia actividades para el bienestar de su organismo.

En general, el desarrollo de los comportamientos del patrón de actividad de la Grulla cubana en el área de estudio se comportó como se esperaba, con más tiempo dedicado a actividades como alimentación, locomoción y vigilancia. Sin embargo, hubo variaciones espaciales y temporales en el patrón de actividades relacionadas con la fisiología de las aves y su comportamiento territorial, así como, probablemente, con la disponibilidad y calidad de los recursos tróficos en las áreas analizadas. A pesar de la diferencia en el grado de perturbación humana existente en los sitios, las grullas no parecen verse afectadas por este factor, lo que sugiere que, a pesar de estar alerta a la presencia de intrusos y ruidos, esta subespecie se ha acostumbrado a los moderados. frecuencia de intervenciones humanas en las áreas de estudio. Tal es el caso que, durante la época de reproducción, las grullas construyen sus nidos en estos sitios y el éxito reproductivo varía dentro del rango de valores reportados para esta subespecie, aunque difiere de otras poblaciones de esta subespecie en el país, sin estar aparentemente emparentadas. a la presencia humana. A pesar de construir sus nidos en estas áreas, estas aves siguen un patrón de selección que parte de la presencia de elementos en el paisaje general, como la existencia de prados (en mayor proporción), bosques (a cierta distancia), ausencia de lagunas (que ponen en peligro la supervivencia de huevos y polluelos), y la distancia a canales que garantizan la supervivencia de estas aves en un área defendida por las parejas. Luego de este nivel de selección, las grullas se enfocan en elegir sitios que garanticen suficiente altura y cobertura de la capa herbácea para permanecer camuflados en el nido y tener visibilidad para detectar cualquier intruso y depredador que se acerque al área. Estas son las razones consideradas para inferir que el patrón de actividad diaria y la selección del sitio de anidación garantizan el éxito reproductivo en general, pero no determinaron variaciones importantes en esta tasa durante el tiempo de estudio.

5.5 Conclusiones

- El tamaño de los nidos de *Antigone canadensis nesiotas* en el Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila. Las tasas de reproducción entre los años 2005 y 2007 caen dentro del rango de valores registrados para esta subespecie en Cuba, probablemente por las características de los ecosistemas donde se encuentran, y las diferencias en las precipitaciones, influenciadas por la distancia entre los años de ambos estudios.
- La ubicación del sitio de anidación de esta subespecie está determinada, a nivel de macrohábitat, por un compromiso entre las distancias a la cubierta arbórea, las fuentes de agua y el porcentaje de prados y bosques pantanosos existentes hasta distancias de 400 m. lejos. En una escala espacial más pequeña, las características estructurales de la vegetación herbácea (principalmente altura y cobertura herbácea a 100 cm) determinan una selección más fina, solo a nivel de microhábitat.
- El patrón de actividad diaria de la grulla gris cubana está dominado por comportamientos como la alimentación, la locomoción y el estado de alerta, con diferencias estacionales locales, posiblemente debido a diferencias en la disponibilidad y calidad de los recursos tróficos. Las diferencias en la distribución del estado de alerta en el tiempo posiblemente reflejen la influencia de la perturbación humana en el patrón de actividad. Las interacciones entre los individuos son las actividades que marcan la diferencia entre la temporada de no reproducción y la temporada previa a la anidación.

5.6. Recomendaciones

- Ampliar el diseño del estudio de los patrones de selección del sitio de anidación de *Antigone canadensis nesiotas* utilizados en la población residente en Ciego de Ávila al resto de poblaciones que habitan en ecosistemas de humedales del archipiélago cubano.
- Expandir el uso de SIG a las áreas de alimentación utilizadas por las grullas durante la temporada de no reproducción, de esta manera los hábitats utilizados serán incluidos en la base de datos.
- Realizar un análisis más profundo de la vegetación actual utilizando imágenes satelitales del humedal para determinar las áreas de prados que se han perdido debido al desarrollo de la agricultura y la ganadería.
- Caracterizar el patrón de actividad de esta subespecie durante la época de reproducción y analizar la influencia de la perturbación humana en esta época.

Este humedal es el más parecido al que ocupa el resto de la población de grullas del país, ha profundizado los aspectos de su ecología reproductiva y uso del hábitat hasta 2015 (Ferrer Sánchez *et al.* 2010; Ferrer Sánchez *et al.* 2017). Sus resultados se resumen en el Capítulo VIII.

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y COMPORTAMIENTO DE *ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES* EN DOS LOCALIDADES DEL ARCHIPIELAGO CUBANO

La mayor población de *Antigone canadensis nesiotes* habita las sábanas de arena silíceas de la Isla de la Juventud. La segunda población más grande se encuentra en los humedales protegidos interiores al norte de Ciego de Ávila. Los diferentes ecosistemas habitados por las grullas en el país probablemente definen usos de hábitat únicos, así como patrones de abundancia contrastantes durante la temporada no reproductiva de la especie. El establecimiento de estos patrones puede proporcionar un conocimiento básico del estado de ambas poblaciones y cómo permanecen distribuidas dentro y fuera de las áreas oficialmente protegidas.

Yordanis Torrez Ramírez

Yarelys Ferrer Sánchez

Dennis Denis Ávila

Idael Ruiz Companioni

VI. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y COMPORTAMIENTO DE *ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES*, EN DOS LOCALIDADES DEL ARCHIPIELAGO CUBANO

Introducción

Los registros históricos sugieren que las grullas dependen para su reproducción de sábanas y humedales, pero en muchas provincias, los reductos de estos ecosistemas no han escapado a las acciones modificadoras del hombre. Estas áreas han sufrido sobreexplotación, procesos de drenaje artificial, así como los consiguientes efectos sobre sus regímenes hídricos. La pérdida de estos ecosistemas en Cuba ha contribuido al declive de la población de grullas, por lo que solo tres poblaciones superan los 100 individuos (Gálvez Aguilera 2002).

La mayor población de esta subespecie se encuentra en la Isla de la Juventud, en una sábana de arenas silíceas. La segunda población más grande se encuentra en los humedales interiores al norte de Ciego de Ávila. Las diferencias entre las características de los ecosistemas habitados por las grullas en Cuba probablemente definen diferentes usos del hábitat, así como patrones de abundancia contrastantes durante la época no reproductiva de la especie (Gálvez Aguilera 2002).

La determinación de estos patrones puede proporcionar un conocimiento básico del estado de ambas poblaciones y cómo se mantienen distribuidas dentro y fuera de las áreas protegidas. La calidad de los hábitats es otro factor que influye en el uso que hacen estas aves. Probablemente el patrón de actividad de las grullas dentro de cada hábitat podría ser un indicador de la calidad de las mismas y su idoneidad para la especie.

En Cuba, la pérdida y fragmentación de hábitats ha sido provocada principalmente por la invasión de especies exóticas, canalización de humedales, entre otros. Los humedales son los mejores productores de alimento para las especies de aves acuáticas, por lo que las poblaciones de estas especies probablemente tengan tamaños más altos en los humedales. Por otro lado, las sábanas secas están siendo invadidas por especies exóticas que no contribuyen, a la alimentación de las aves. Se espera que las poblaciones de aves sean menores en los ecosistemas secos. Sin embargo, en las sábanas de arena seca (silíceas) de la Isla de la Juventud, las poblaciones más numerosas de *Antigone canadensis nesiotes* fueron registrado en 2002, mientras que, en los humedales del norte de Ciego de Ávila, la población registrada a la misma fecha es mucho menor. Cómo la estructura de

la población y los patrones de comportamiento de la grulla gris cubana varían según el tipo de hábitat en estos ecosistemas. Los objetivos fueron:

- Determinar la distribución espacial, la abundancia y los patrones de comportamiento de *Antigone canadensis nesiototes* en un ecosistema de sábana seca e inundada según los tipos de hábitat.
- Comparar los tamaños de población de *Antigone canadensis nesiototes* en un ecosistema inundado con los de un ecosistema seco.
- Determinar la distribución espacial y la abundancia de *A. c. nesiototes* según el tipo de hábitat.
- Describir el patrón de actividad por tipos de hábitat y sesiones de conteo.
- Determinar el modelo que mejor predice la probabilidad de presencia de esta subespecie.

6.1 Área de estudio

El estudio se realizó en dos áreas protegidas y sus alrededores: la Reserva Ecológica Los Indios (RE) en 2008 y el Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) del Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, en 2008, 2009 y 2010. Estas las áreas tienen diferentes valores paisajísticos que definen diferentes grados de endemismo.

Los trabajos se realizaron los días 1-2 de febrero de 2008, 7-8 de febrero de 2009 y 17-18 de febrero de 2010 en todo el humedal norte de la provincia de Ciego de Ávila. El área de estudio comprende parte de la vertiente La Yana, un área caracterizada por una llanura baja, palustre-laguna, acumulativa, plana y parcialmente pantanosa. Esta área está ubicada dentro del sitio Ramsar Gran Humedal en el Norte de Ciego de Ávila y, para los fines de este estudio; Se excluyeron los cayos adyacentes a la costa. Las formaciones vegetales que existen son el bosque mesófilo semicaducifolio con humedal fluctuante, los bosques siempreverdes, los manglares y la vegetación típica de los pantanos (prados) (Inganzo *et al.* 2008). También hay algunos hábitats (antiguos prados pantanosos) convertidos por el hombre en pastizales. El 19 y 20 de diciembre de 2008, un conteo simultáneo de *A. c. nesiototes* se realizaron en todas las sábanas de arena silíceas de la Reserva Ecológica Los Indios, las praderas y playazos de los alrededores y la región norte de la reserva. Esta área de estudio se ubica en la región centro-occidental de la Isla de la Juventud (21° 36' N, 82° 48' O).

El estudio se realizó dentro de la cuenca hidrográfica Itabo-La Majagua-Los Indios. El área está compuesta por sábanas naturales de arena silíceas, pinares, playazos y manglares (Gálvez Aguilera 2002). La flora está representada por 556 especies de plantas superiores y 13 especies de helechos, con unas 105 especies endémicas, tres de las cuales se encuentran estrictamente en la zona sur (EMPA 1994). Los hábitats elegidos para este estudio fueron los pastizales, los pinares, la sábana natural y los playazos.

6.2 Metodología general

Metodología de conteo. Para determinar la distribución, abundancia y patrones de comportamiento de las grullas en los hábitats que utilizan, organizamos un conteo simultáneo en 32 estaciones de observación en el humedal del norte de Ciego de Ávila y 24 en las sábanas de arena silíceas de la Isla de la Juventud. Todos ellos fueron geo-referenciados. Estas estaciones se ubicaron en los hábitats con posibilidades de ser utilizadas por esta subespecie y clasificadas por Gálvez Aguilera *et al.* (2005) en estudios previos (pastizal, sábana natural, pinares, playazos, prados pantanosos).

Para seleccionar la etapa de conteo, se tomó en cuenta el inicio y la extensión de la temporada de reproducción, así como la temporada de eventos meteorológicos severos en Cuba. Evitamos el período marzo-junio, en el que se reproduce esta subespecie, y el período junio-noviembre por el que se extiende la temporada de huracanes. La metodología que utilizamos para el conteo fue adaptada, basada en el protocolo aplicado en Wisconsin, EE. UU., por la International Crane Foundation (Meine y Archibald 1996a) y en Mississippi para el estudio de la subespecie *A. c. pulla* (Hereford *et al.* 2001; Gálvez Aguilera *et al.* 1999; Gálvez Aguilera 2002) al iniciar los conteos en Cuba estandarizaron esta técnica.

Para realizar los conteos se involucró a personal escogido de las comunidades rurales, especialistas que trabajan en las áreas protegidas y estudiantes de biología de la Universidad de Oriente. Con conocimientos previos de esta subespecie de grulla, estas personas fueron capacitadas en el campo y se les impartieron seminarios con información sobre estas aves, las especies con las que podrían confundirse y las pautas para la toma de datos. Las estaciones de conteo se ubicaron en torres de observación de aproximadamente 10 m de altura y de 1,5 a 2 km de distancia entre sí, de modo que se pudiera cubrir todo el hábitat disponible. Todas las grullas observadas o escuchadas durante parte de la tarde (tres horas antes del anochecer) y la mañana (al amanecer) (16:00 - 19:00,

06:00 - 09:00, respectivamente) se contaron simultáneamente en dos días consecutivos. Con base en este recuento, se registró lo siguiente:

Análisis de comportamiento. El estudio de comportamiento se realizó durante los conteos simultáneos de grullas, en la época de no reproducción. Mediante el método instantáneo descrito por Altmann (1974), se tomaron 592 observaciones de comportamiento durante las sesiones de conteo. Se tuvo en cuenta el análisis realizado por Tacha *et al.* (1985) para la selección del método de muestreo óptimo de acuerdo con los objetivos de este estudio.

Se acercó a las estaciones de conteo lenta y silenciosamente si las aves estaban en el área de estudio antes que los observadores. Los registros de comportamiento se iniciaron al menos 30 minutos después de la localización de las grullas, excepto para aquellas aves que fueron escuchadas u observadas al volar.

Para identificar el comportamiento y el registro de la categoría de comportamiento de *A. c. nesiotés*, se siguieron las referencias proporcionadas por Tacha (1981, 1987), Tacha *et al.* (1987a), Chávez Ramírez (1996), Watanabe (2006) y Ferrer Sánchez (2008). Cada comportamiento se clasificó dentro de las categorías de alimentación, locomoción, vuelo, arreglos, interacción, estado de alerta y descanso (Kreger *et al.* 2004). El comportamiento de las aves fue diferenciado según el tamaño de la parvada, lo que puede reflejar aspectos relacionados con la disponibilidad de alimento y otros factores físicos y sociales (Alonso *et al.* 1987).

Análisis espacial y espectral. Para analizar la relación entre la presencia de grullas y las variables ambientales espaciales y espectrales, se trabajó con información espacial de imágenes de satélite. Utilizamos el sistema de información geográfica MapInfo, versión 8,5, para ubicar las estaciones de conteo georreferenciadas y obtener la distancia a varios elementos del paisaje como lagunas, ríos, arroyos, caminos y edificaciones. Todo el análisis se realizó en un mapa temático digitalizado a escala 1:100.000 (Sistema de proyección Norte de Cuba de Coordenadas Rectangulares Planas según Lambert).

Se trabajó con imágenes del sensor ETM + (Improved Thematic Mapper) del satélite Landsat 7 (fecha de adquisición: 2 de octubre de 2008 para la Isla de la Juventud y 20 de enero de 2009 para Ciego de Ávila; Proyección UTM zona 17 norte, Datum: WGS -84). Este sensor actualmente tiene un problema causado por una falla en el instrumento que corrige las líneas escaneadas, conocido como Scan Line Corrector (SLC-off), que ha estado apagado desde mayo de 2003. Esto resultó en todas las escenas de Landsat 7 adquiridas desde esa fecha. que se recopilan con bandas de datos

no válidos (Gaps). Para corregir este dato inválido, se siguió la metodología para llenar los vacíos descrita por Rodríguez *et al.* (2009).

De las escenas originales (8201x6941x1, Ciego de Ávila; 8341x7121x1, Isla de la Juventud), se obtuvieron sub-escenas del área de trabajo (2630x1500x8, Ciego de Ávila, 973x1020x1, Isla de la Juventud) mediante un procedimiento de redimensionamiento por coordenadas geográficas. Todas las bandas redimensionadas se convirtieron a la misma resolución espacial (27,67 x 38,4 m) y se calibraron (reflectancia relativa media interna). Mediante esta técnica, las imágenes se normalizaron a un espectro promedio de la subescena, reduciendo los datos hiperespectrales a una reflectancia relativa (Kruse *et al.* 1985; Kruse 1988).

A partir de estas imágenes corregidas, obtuvimos tasas utilizadas en el estudio como variables ambientales con información espectral. De acuerdo con las características generales de los ecosistemas donde habitan las grullas en Cuba (Gálvez Aguilera *et al.* 2005) se seleccionaron como variables las siguientes:

- Banda espectral 3 de la imagen Landsat 7 ETM + (0,63-0,69 μm , rojo). Es la banda de absorción de clorofila, ya que la vegetación absorbe casi toda la luz roja. Por tanto, se utilizó para distinguir la vegetación del suelo.
- Banda espectral 5 de la imagen Landsat 7 ETM + (1,55-1,75 μm , infrarrojo medio). Esta banda es muy sensible a la humedad; por lo tanto, se utilizó para distinguir variaciones en la humedad del suelo.
- Tasa de normalización de diferencias en vegetación (NDVI). Esta tasa es una de las más antiguas y utilizadas en las tasas de vegetación. NDVI se define a partir de las matemáticas de banda (B4-banda 4, B3-banda 3): $B4-B3 \text{ NDVI} = B4 + B3$. El valor del rango de esta tasa es de -1 a 1. El rango común de verdor de la vegetación es de 0,2 a 0,8 (Rouse *et al.* 1973; Tucker 1979; Jackson *et al.* 1983; Sellers 1985).
- Tasa de humedad del suelo. Se obtiene de la transformación Tasseled Cap (transformación de Kauth-Thomas) y se relaciona con las propiedades del suelo (Crist y Cicone 1984; Crist y Kauth 1986). Está directamente relacionado con la humedad del suelo y el dosel.
- Tasa de verdor. Se obtiene de la transformación de Kauth-Thomas y se relaciona con las propiedades de la vegetación, principalmente la cantidad presente (Phua y Saito 2003; Cohen y Goward 2004).

- Tasa de vegetación resistente a la atmósfera (ARVI). Es un punto culminante de NDVI relativamente resistente a los factores atmosféricos (aerosoles). Es la tasa más utilizada en las regiones con alto contenido de aerosoles en la atmósfera, incluidas las regiones tropicales contaminadas por polvo proveniente de actividades de quema relacionadas con la agricultura. ARVI se define a partir de las matemáticas de bandas (banda B4 4, banda B3 3, banda B1 1).
- $B4 - (2 * B3 - B1)$ ARVI = $B4 + (2 * B3 - B1)$. Esta tasa varía de -1 a 1. El rango común para el color de la vegetación es de 0,2 a 0,8 (Kaufman y Tanre 1996) (banda B1 1).
- Tasa normalizada de diferencias en el agua (NDWI). Es sensible a los cambios en el contenido de agua de la vegetación. Se utiliza para análisis de estrés y estudios de áreas propensas a incendios. NDWI se define a partir de las matemáticas de bandas (B4-band 4, B3-band 3, B1-band1): $NDWI = \frac{B4 - B5}{B4 + B5}$
- El valor del rango de esta tasa es de -1 a 1. El rango común de verdor de la vegetación es de -0,1 a 0,4 (Gao 1995).
- Tasa de densidad de arbustos (ARBUSTO). Es una forma de estimar la proporción de matorrales ya que refleja la densidad de arbustos vivos, especialmente aquellos con madera blanda. También permite distinguir los matorrales de otras formaciones vegetales existentes en la misma zona (Hale 2006). Se obtiene de las matemáticas de banda:

$$ARBUSTO: [B1 * 0,0061 + B7 * 0,0019 + B5 / B4 * (-0,021) + NDVI * (-0,0038) + 1.5]$$

Sobre estas variables ambientales se ingresaron las coordenadas geográficas de las estaciones de conteo que se distribuyen como mapas cuantitativos en el programa ENVI, versión 4.3. Alrededor de cada estación de conteo, se demarcó una región de interés en forma de elipse, que agrupaba la información espectral de 4 píxeles (30 m cada píxel). La información de cada píxel se promedió para obtener el valor espectral de cada variable ambiental por estación de conteo.

Procesamiento estadístico. Realizamos pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y pruebas de homogeneidad de varianza (Scheffe-Box) sobre todos los datos obtenidos en el estudio para analizar el cumplimiento de los principios de las pruebas paramétricas. Para determinar el tamaño de la población en ambas áreas de estudio, seleccionamos el mayor número de individuos observados por cada estación de conteo, entre las dos sesiones. Estimamos el error relacionado con este tamaño de población en cada año de conteo. Para ello, utilizamos el algoritmo Jackknife, un

método de remuestreo basado en recalcular la estadística de pseudomuestras de datos, eliminando secuencialmente una de ellas cada vez.

Las estadísticas descriptivas de las variables tamaño y número de individuos por parvada para cada área de estudio fueron representadas por su valor promedio y desviación estándar. Los datos de estas variables para Ciego de Ávila se compararon entre años mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Como no hubo diferencias estadísticas entre los datos de los tres años de estudio, el valor medio se comparó con los resultados de la Isla de la Juventud mediante la prueba U de Mann-Whitney en el programa STATISTICA 8,0 (StatSoft 2003). Además, se comparó el número de individuos por parvada entre las sesiones de conteo de las áreas de estudio mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Se obtuvieron los porcentajes de estaciones con conteos positivos y negativos por área y para cada tipo de hábitat y se compararon con la prueba T para porcentajes en el programa Stat Xact.

La abundancia de grullas por cada tipo de hábitat no tuvo una distribución normal. Por lo tanto, realizamos un análisis de varianza por permutaciones para comparar esta abundancia entre los diferentes tipos de hábitat. Esta comparación no paramétrica se basó en calcular la distancia entre cada par de unidades de observación para obtener una matriz de distancias, con un total de 1000 permutaciones. Para la realización de esta prueba se utilizó el programa PERMANOVA (Anderson 2005).

Para realizar un análisis de los comportamientos de las grullas durante las sesiones de conteo en los diferentes hábitats y años, se diseñaron gráficas de proporciones de comportamiento en el programa Microsoft Office Excel 2003. En el año 2008, en Ciego de Ávila solo se registraron grullas en prados y pastizales, mientras que, en 2009, se observaron grullas en prados y prados con palmeras pero no en pastizales. En el tercer año, se registraron grullas en los tres hábitats. Por lo tanto, solo los hábitats que utilizaron se incluyeron en los gráficos por año.

La frecuencia de los comportamientos de alimentación y alerta se comparó entre hábitats mediante la prueba de probabilidad precisa de Fisher en el programa STATISTICA 8,0 (StatSoft 2003). Para este análisis también se obtuvieron los resultados de la prueba X². No se compararon todas las posibles combinaciones de hábitats debido a la ausencia de registros sobre comportamientos en algunos hábitats.

Se diseñó un histograma de rosas para el análisis de la frecuencia de direcciones de vuelo por área de estudio y para cada tipo de hábitat. Se obtuvieron mediante la prueba de Rayleigh, en el programa Oriana (Kovach Computing Services 2009).

En los mapas temáticos de las áreas de estudio (Isla de la Juventud y Ciego de Ávila) se ubicaron los rumbos medios de vuelo de las grullas observadas realizando este comportamiento, por sesión de conteo y año. Estos mapas ya incluían las coordenadas geográficas de las estaciones de conteo. En base a esto, se realizó un análisis cualitativo de las áreas utilizadas por estas aves en las diferentes horas y años, lo cual es útil para las estrategias de manejo de esta especie.

Se utilizó un modelo de clasificación binaria (regresión logística múltiple) para analizar la respuesta de una variable dependiente (presencia / ausencia de grullas) según el conjunto de variables ambientales independientes (Hardy y Field 1998; Alderete 2006). Las variables independientes con información espectral se calcularon en el programa de análisis de imágenes ENVI 4,3. Para estimar el modelo, se llevó a cabo un procedimiento completo que contiene todos los predictores a la vez. Se realizaron pruebas de hipótesis, utilizando como criterio la significancia estadística de las razones de las variables ingresadas, utilizando el estadístico W de Wald, con un nivel de significancia de 0,1. La significancia de esta estadística informó de la influencia de cada variable independiente sobre la variable dependiente (Alderete 2006). Se realizó un ajuste final del modelo, basado en la prueba de bondad de ajuste de Hosmer Lemeshow (Hosmer y Lemeshow 1989). Este modelo fue realizado en el programa SYSTAT 12.

6.3 Resultados

6.3.1 Resultados generales de los recuentos

Con los datos registrados en las listas, se eliminaron los conteos repetidos y se estimaron los siguientes parámetros para las dos poblaciones de grullas estudiadas:

- Frecuencia de estaciones con conteos positivos (donde se observó esta especie)
- Total de individuos contados
- Promedio de individuos / estación
- Promedio de individuos / bandada
- Repetibilidad de los conteos de ambos días (IR)

- Concordia numérica (IC) (indica cuánto el número de animales observados entre los dos días difiere (en valores absolutos)
- $IR = \frac{\cdot \# \text{ recuentos consecutivos positivos}}{+ \# \text{ conteos consecutivos negativos}} \times 100$
- Total de estaciones de conteo
- $IC = \# \text{ conteos consecutivos con una diferencia numérica de } \leq 5 \text{ grullas} \times 100$

Durante los conteos simultáneos realizados entre 2008 y 2010, observamos un número similar de grullas por grupo (aproximadamente tres) en las dos sesiones de conteo en la Isla de la Juventud. En cuanto a Ciego de Ávila, la diferencia más notable se encontró en 2010, con grupos más grandes ($2,8 \pm 1,5$) vigilados en la sesión de la mañana (Tabla 6.1). Cuando realizamos el análisis del número total de grullas contadas por sesión de conteo, obtuvimos para la Isla de la Juventud un número mayor por la tarde (161), mientras que, por la mañana, el total fue el 83,2% del día anterior.

Las mayores variaciones en Ciego de Ávila se obtuvieron en la sesión de tarde de 2008, un 34,8% superior a las 101 grullas contabilizadas a la mañana siguiente.

El tamaño promedio de las parvadas por sesión de conteo no fue estadísticamente significativo entre los años de estudio en Ciego de Ávila ($U = 28.793$; $p = 0,7$); sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar estos datos con los resultados de la Isla de la Juventud ($U = 2.622,5$; $p = 0,007$). El número de individuos de la población de *A. c. nesiotés* en la Isla de la Juventud, que se obtuvieron del recuento, fue de $163,8 \pm 1,3$. En Ciego de Ávila, en 2008, se obtuvo un tamaño de $136,5 \pm 1,27$.

En 2009 y 2010, en la misma zona, el tamaño de la población aumentó a $140,6 \pm 0,95$; $158 \pm 1,1$, respectivamente. Al comparar la abundancia de grullas entre los años de conteo en Ciego de Ávila, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas [$H(2,73) = 2,45$; $p = 0,29$]. Al realizar este análisis para determinar la abundancia de aves entre las áreas de estudio, se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa ($U = 549,0$; $p = 0,04$).

Área	Año	Sesión de la mañana		Sesión de la tarde	
		Vistas	Tamaño promedio de grupos	Vistas	Tamaño promedio de grupos
Isla de la Juventud	2008	70	3,2 (1,81)	73	3,1 (1,2)
Ciego de Ávila	2008	45	2,1 (1,5)	73	22 (1,12)
	2009	48	2,1 (1,2)	59	2,0 (1,5)
	2010	52	2,8 (1,5)	58	1,9 (1,5)

Tabla 6.1. Tamaño de los grupos observados (desviación estándar) de *Antigone canadensis nesiotas* y número total de aves en las sesiones de conteo matutino y vespertino, para las zonas de Isla de la Juventud y Ciego de Ávila, durante 2008-2010.

En general, las estaciones con conteos positivos en ambas áreas de estudio superaron el 50% de las estaciones de conteo. En Ciego de Ávila, el mayor porcentaje de estaciones con conteos positivos se obtuvo en 2010 (72%); sin embargo, este valor es inferior al 75% obtenido en la Isla de la Juventud. Los resultados negativos fueron mayores, en general, en Ciego de Ávila en 2008 (31%). Los porcentajes más bajos se relacionaron con las estaciones con conteos positivos en la tarde y negativos en la mañana (Tabla 6.2 y Fig. 6.1, Fig. 6.2).

Sitio	Año	Tarde	Mañana	# de estaciones de conteo	%
Isla de la Juventud	2008	0	0	4	16
		+	0	0	0
		0	+	2	8
		+	+	18	75
			Total	24	100
Ciego de Ávila	2008	0	0	10	31
		+	0	2	6
		0	+	3	9
		+	+	17	53
			Total	32	100
Ciego de Ávila	2009	0	0	5	14
		+	+	3	9
		0	0	3	9
		+	+	21	66
			Total	32	100
Ciego de Ávila	2010	0	0	5	15,6
		+	+	2	6,3
		0	0	2	6,3
		+	+	23	71,9
			Total	32	100

Tabla 6.2. Resultados de las estaciones donde los conteo simultaneos de *Antigone canadensis nesiotas* eran positivos o negativos, llevados a cabo en Isla de la Juventud (2008) y en Ciego de Ávila (2008, 2009 y 2010), Cuba.

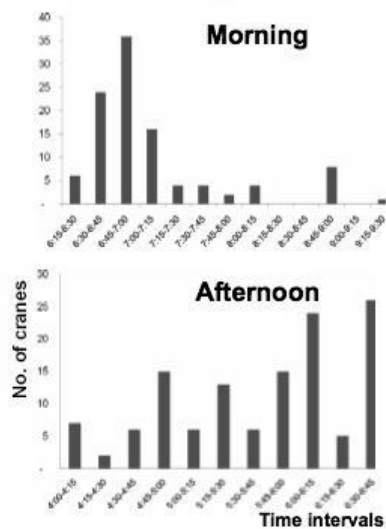


Figura 6.1. Número de grullas (*No. of cranes*) (*Antigone canadiensis nesiotés*) observadas por intervalo de tiempo (*time intervals*, mañana – *morning*, tarde – *afternoon*) durante las horas de los diferentes conteos simultáneos en 2008. Isla de la Juventud, Cuba.

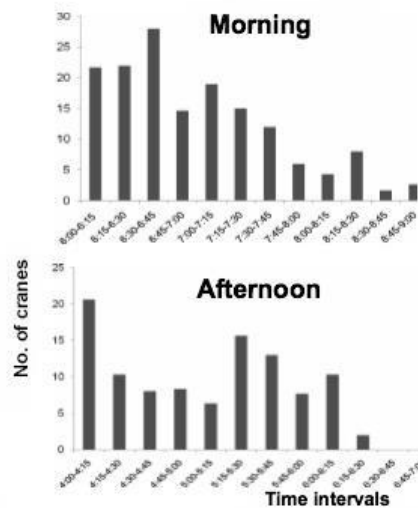


Figura 6.2. Número de grullas (*No. of cranes*) (*Antigone canadiensis nesiotés*) observadas por intervalo de tiempo (*time intervals*, mañana – *morning*, tarde – *afternoon*) durante las horas de los diferentes conteos simultáneos in 2008 hasta 2010.

El análisis de las diferencias entre los porcentajes positivos y negativos en cada estación de conteo entre los tres años de estudio en Ciego de Ávila era estadísticamente significativo ($p = 0,025$). Cuando este análisis se llevó a cabo entre los tipos de hábitat usados por esta especie en esta área, ninguna diferencia se obtuvo ($p = 0,14$). La comparación del resultado promedio de los tres años entre Ciego de Ávila e Isla de la Juventud mostró un valor significativamente más alto en esta área ($p = 0,021$). Dentro de los hábitats del conteo, las praderas pantanosas y sábanas naturales eran los sitios donde se ubicaron un número mayor de estaciones. El porcentaje de temporadas positivas durante los tres años en Ciego de Ávila es alrededor de 100, 77 y 80%, respectivamente, en la pradera. En la Isla de la Juventud, el hábitat de sábana natural tenía conteos en 85,7% de las temporadas (Tabla 6.3).

Provincia	Año	Tipo de hábitat	Estaciones de conteo	# de estaciones de conteo	(%)
Isla de la Juventud	2008	Playazo	3	3	100
		Pradera	2	2	100
		Pinar	2	2	100
		Pinar/Sábana natural	1	1	100
		Sábana natural	14	12	85,7
Ciego de Ávila	2008	Pradera	30	30	100
		Pradera	5	2	40
		Prado con palmas	2	1	50
	2009	Prado	22	17	77
		Pradera	2	1	50
		Prado con palmas	8	6	75
	2010	Prado	20	16	80
		Pradera	2	2	100
		Prado con palmas	7	7	100
		Swamp	3	2	66

Tabla 6.3. Resultados de las estaciones donde los conteos simultáneos de *Antigone canadensis nesiotis* realizados en la Isla de la Juventud (2008) y en Ciego de Ávila (2008, 2009 y 2010), Cuba, fueron positivos o negativos.

La eficiencia obtenida en el conteo (CE) fue mayor en la Isla de la Juventud (91%). Aunque los valores en Ciego de Ávila también fueron altos (81-87%). La mayor tasa de concordia numérica (CI) se obtuvo en 2009 en la zona de Ciego de Ávila. El valor calculado para la Isla de la Juventud es aproximadamente similar al valor obtenido en 2008 para la zona anterior (Tabla 6.4).

Sitio	Año	EC %	CI %
Isla de la Juventud	2008	91	45,4
Ciego de Ávila	2008	87	41
	2009	81	72
	2010	88	57

Tabla 6.4. Eficiencia obtenida en el conteo (EC) de *Antigone canadensis nesiotis* y su concordancia numérica (CI) para los dos días de estudio en la Isla de la Juventud (2008) y en Ciego de Ávila, 2008, 2009 y 2010.

La comparación de la abundancia de grullas entre cada tipo de hábitat no resultó en variaciones estadísticamente significativas (Tabla 6.5). No obstante, al realizar el análisis realizando permutaciones entre cada tipo de hábitat, de acuerdo con la prueba que realizamos, se obtuvieron variaciones estadísticamente significativas entre los grupos Pinar / Sábana - Pastizal ($P_{\text{perm}} = 0,0030$ y $P_{\text{MC}} = 0,0010$) y Pradera - Pastizal ($P_{\text{perm}} = 0,0430$ y $P_{\text{MC}} = 0,0420$) (Tabla 6.6).

Fuente de variación	CI	SC	CM	F	P (Perm)	P (MC)
Hábitat	5	0,0005	0,0001	1,9893	0,0779	0,0809
Residual	114	0,0055	0,0000			
Total	119	0,0060				

CI = Grados de libertad

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

F = estadístico F

Tabla 6.5. Resultados estadísticos de las permutaciones entre combinaciones de hábitat para el análisis de la abundancia de *Antigone canadensis nesiotés* en las dos áreas de estudio: Isla de la Juventud y Ciego de Ávila, Cuba P_{perm} (PERMANOVA) y P_{MC} (Monte Carlo).

Grupos	t	P_perm	P_MC	No. Valores
Pinar/sábana vs. Prado	0,4065	0,7682	0,6424	14
Pinar/sábana vs. Pradera con palmas	2,1002	0,0579	0,0480	16
Pinar/sábana vs. Pradera	3,5233	0,0030	0,0010	16
Pinar/sábana vs. Playazo	2,1947	0,0709	0,0380	10
Pinar/sábana vs. Sábana natural	0,2587	0,9311	0,7892	19
Prado vs. Pradera con palmas	1,2385	0,2747	0,2298	18
Prado vs. Pradera	2,1213	0,0430	0,0420	17
Prado vs. Playazo	0,8219	0,4965	0,4076	14
Prado vs. Sábana natural	0,4588	0,7313	0,6474	24
Prado con palmas vs. Pradera	0,8466	0,4915	0,4156	16
Prado con palmas vs. Playazo	0,7839	0,4945	0,4136	14
Prado con palmas vs. Sábana natural	1,3529	0,2567	0,1808	22
Pradera vs. Playazo	2,0477	0,0789	0,0410	15
Pradera vs. Sábana natural	1,9463	0,0490	0,0669	21
Playazo vs. Sábana natural	1,0392	0,4525	0,3097	19

t = Estadístico t

Tabla 6.6. Resultados estadísticos de las permutaciones entre combinaciones de hábitat para el análisis de la abundancia de *Antigone canadensis nesiotés* en las dos áreas de estudio: Isla de la Juventud y Ciego de Ávila, Cuba. Perm (PERMANOVA) y P_MC (Monte Carlo).

6.5 Análisis de comportamiento

El registro del comportamiento de las grullas durante las dos sesiones de conteo tuvo resultados similares en la Isla de la Juventud. Hubo más alimentación en las horas de la tarde con un 29% y un 17% en la mañana (Fig. 6.3). En cuanto a los arreglos, fue al revés, registrándose una mayor proporción por la mañana (8%). El estado de alerta se mantuvo en una alta proporción en ambas sesiones de conteo y no se registró evidencia de descanso e interacción entre los individuos.

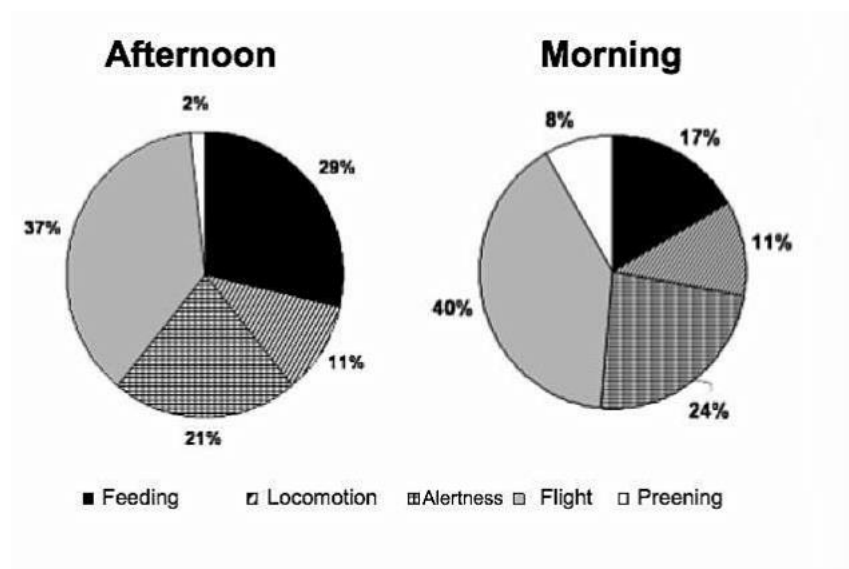


Fig. 6.3. Proporciones de los comportamientos observados (alimentación – *feeding*, locomoción – *locomotion*, vigilancia – *alertness*, vuelo – *flight*, acicalamiento – *preening*) en las sesiones de conteo simultáneo (tarde – *afternoon*, mañana – *morning*) de *Antigone canadensis nesiotas* durante 2008, Isla de la Juventud, Cuba.

En cuanto a Ciego de Ávila, hubo más diferencias en las proporciones de los comportamientos entre las sesiones de conteo; sin embargo, el porcentaje de alerta fue similar en 2008. En 2009 y 2010, este comportamiento fue mucho más frecuente en la mañana (21% y 45%, respectivamente), mientras que el vuelo fue más frecuente en la tarde (67% y 39%, respectivamente) (Fig.6.4).

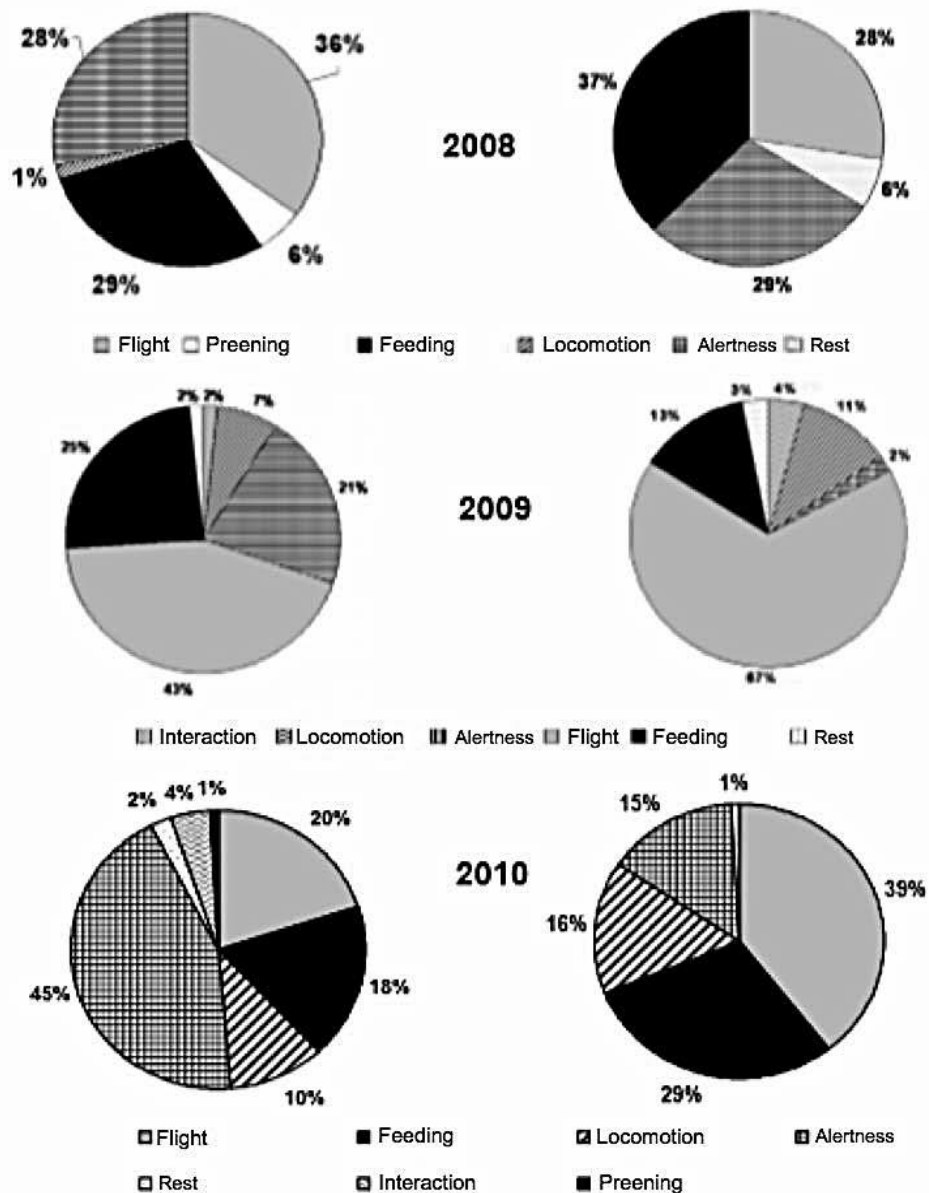


Fig. 6.4. Proporciones de comportamientos observados (vuelo – *flight*, alimentacion – *feeding*, locomocion – *locomotion*, vigilancia – *alertness*, descanso – *rest*, interaccion – *interaction* y acicalamiento – *preening*) en las sesiones de conteo simultáneo de *Antigone canadensis nesiotas* en los tres años de estudio (2008, 2009 y 2010) en Ciego de Ávila, Cuba.

El análisis de los comportamientos de *A. c. nesiotas* en los diferentes hábitats que utiliza esta ave durante la temporada de no reproducción tuvieron resultados similares durante las dos sesiones de conteo en la Isla de la Juventud. En general, el comportamiento de alerta fue proporcionalmente

mayor en las sábanas naturales (38%) que, en los otros hábitats, mientras que la alimentación fue mucho mayor en los prados (41%). En las extensas playas, los comportamientos que observamos (alimentación, locomoción, estado de alerta, vuelo y arreglos) tuvieron proporciones similares y la locomoción fue mayor que en los otros hábitats (Figura 6.5).

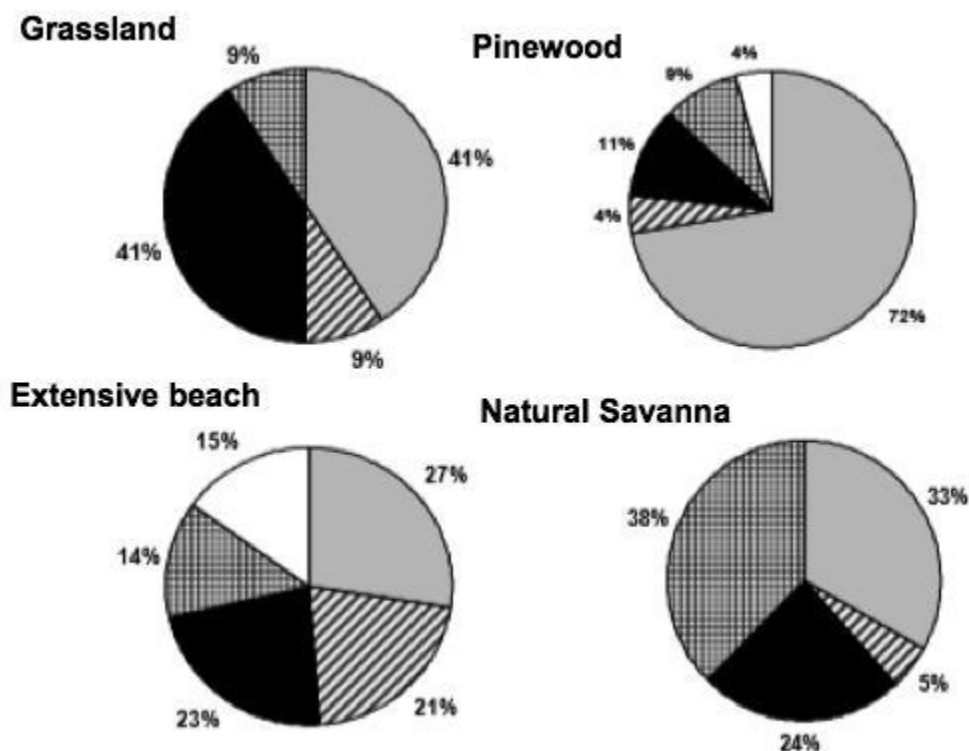


Fig. 6.5. Proporción de comportamientos observados en *Antigone canadensis nesiotes* para cada tipo de hábitat (Pradera- *grassland*, Pinar - *pinewood*, Playazo – *extensive beach* y Sábana natural – *natural savanna*) muestreados durante el conteo simultáneo de 2008, en Isla de la Juventud, Cuba.

En Ciego de Ávila, en 2008, los resultados positivos se obtuvieron en el prado y el prado con palmeras (Fig. 6.6 y Fig. 6.7). El comportamiento observado en mayor proporción fue la fuga; sin embargo, el estado de alerta fue 2,4 veces mayor en el prado con palmeras (27%). Se reportaron comportamientos menos frecuentes como interacción y descanso en el prado.

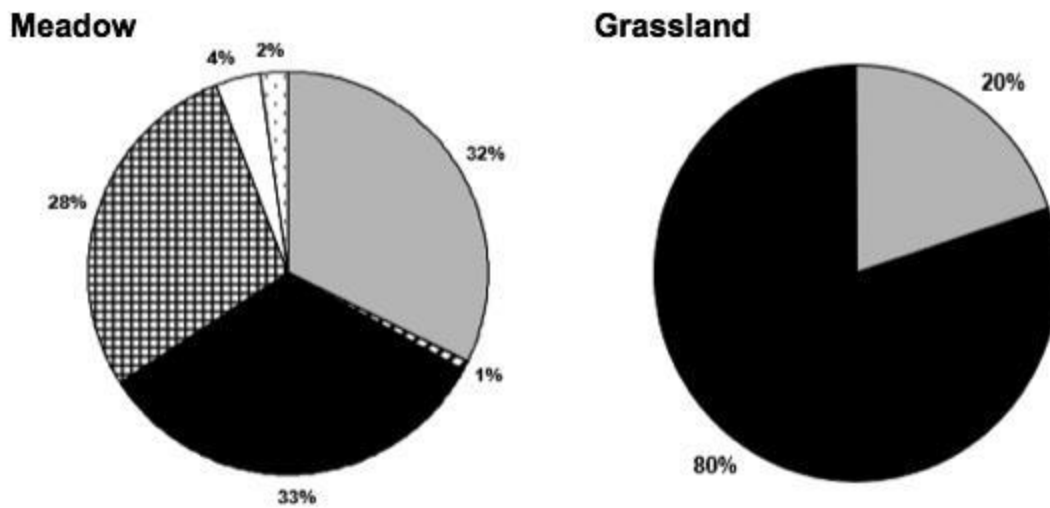


Fig. 6.6. Proporciones de comportamientos observados en *Antigone canadensis nesiotes* en prados (*meadows*) y praderas (*grassland*) del norte de Ciego de Ávila, Cuba, durante los conteos de 2008.

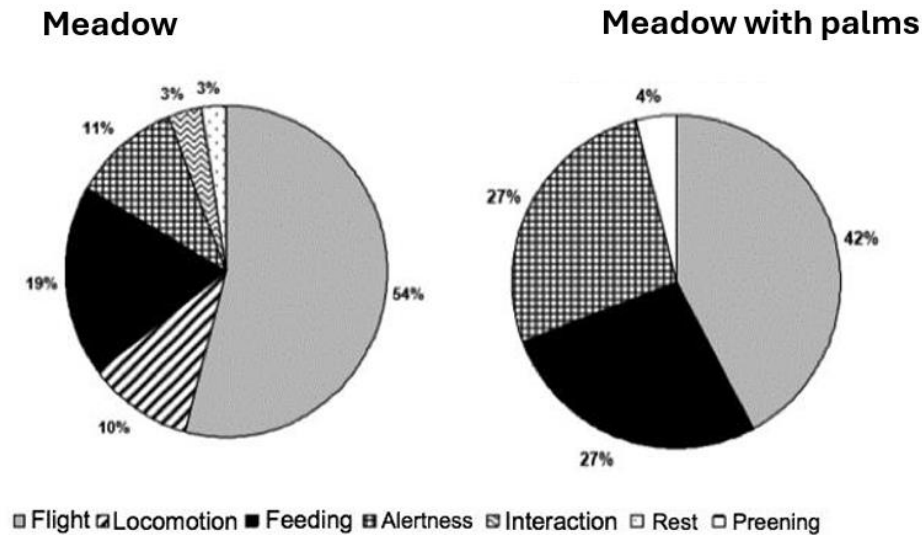


Fig. 6.7. Proporciones de comportamiento observados (vuelo – *flight*, locomoción – *locomotion*, alimentación – *feeding*, vigilancia – *alertness*, interacción – *interaction*, descanso – *rest* y acicalamiento – *preening*) en *Antigone canadensis nesiotes* en prado (*meadow*) y prados con palmas (*meadow with palms*) en 2010. La documentación de comportamiento se realizó en prados y prados con palmas. De nuevo, la vigilancia fue mucho más común en prados con palmas (67%). Todos los comportamientos definidos en el estudio de esta especie se documentaron en el prado, y alimentación fue más elevada que en el otro hábitat.

Hubo variaciones en la frecuencia de los comportamientos de alimentación y alerta en los diferentes tipos de hábitat. El análisis comparativo de estas frecuencias fue estadísticamente significativo solo en la combinación de sábana natural-playazo y sábana natural-pradera, en la Isla de la Juventud. En cuanto a Ciego de Ávila, las diferencias en las frecuencias (promedio de 2008 a 2010) de alimentación y comportamiento fueron estadísticamente significativas en la combinación pradera-pradera con palmeras (Tabla 6.7).

Área	Combinación de hábitat	Probabilidad de precisión Fisher	X ²	p
Isla de la Juventud	Sábana natural vs. Pinar	0,48	0,86	0,35
	Sábana natural vs. Playazo	0,048	4,25	0,039
	Sábana natural vs. Pradera	0,019	6,91	0,008
	Pinar vs. Playazo	1,00	0,12	0,73
	Pinar vs. Pradera	0,33	1,63	0,20
	Playazo vs. Pradera	0,21	1,42	0,23
Ciego de Ávila	Prado vs. Pradera con palmas	0,0006	11,60	0,0007

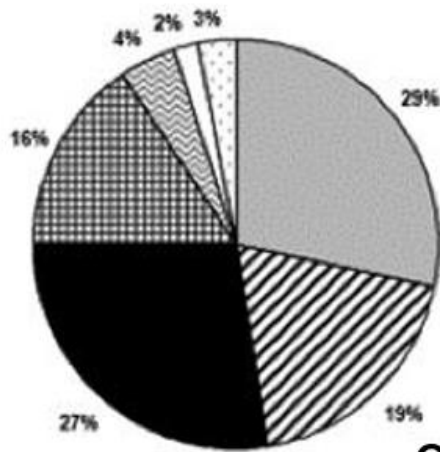
X² = prueba de ji-cuadrado

p = p-valor

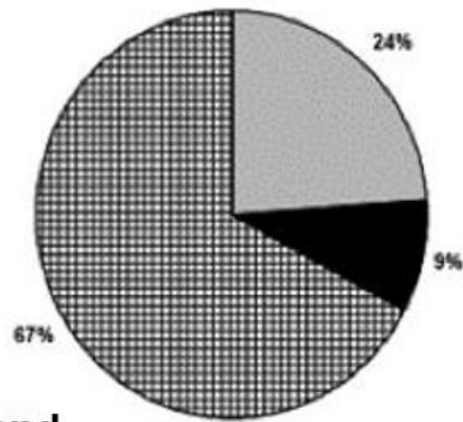
Tabla 6.7. Resultados de las pruebas estadísticas. Fisher y probabilidad precisa de X² para la comparación de las frecuencias de los comportamientos de alimentación y alerta en los diferentes tipos de hábitat de las áreas de conteo de *Antigone canadensis nesiotés*, de 2008 a 2010.

Para el análisis de las direcciones de vuelo por cada área de estudio y tipo de hábitat, obtuvimos un histograma de rosas (con una estimación de la longitud del área utilizada por esta especie) los resultados generales indican que las grullas se movieron hacia el norte y el noreste (Fig. 6.8), sin diferencias estadísticamente significativas entre las áreas de estudio (Tabla 6.8).

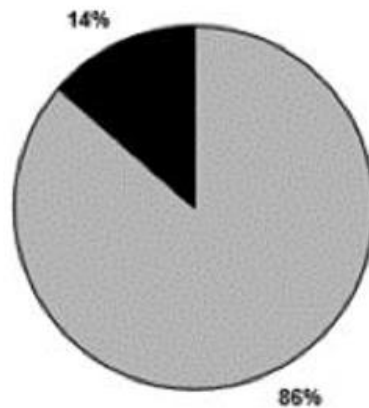
Meadow



Meadow with palms



Grassland



■ Flight ■ Locomotion ■ Feeding ■ Alertness
■ Interaction ■ Preening ■ Rest

Fig. 6.8. Proporciones del comportamiento (vuelo – *flight*, locomoción – *locomotion*, alimentación – *feeding*, vigilancia – *alertness*, interacción – *interaction*, acicalamiento – *preening* y descanso – *rest*) de *Antigone canadensis nesiotes*, observado en tres tipos de hábitats (prado – *meadow*, prado con palmas – *meadow with palms*, pradera – *grassland*) durante el conteo simultáneo realizado en 2010, Ciego de Ávila, Cuba.

Variables	Isla de la Juventud	Ciego de Ávila
Vector promedio (μ)	22,50°	29,28°
Largitud de vector promedio (r)	0,13	0,04
Desviación estándar circular	116,68°	147,72°
Error estándar significativo	52,06° *	83,79° *
Intervalo de confianza 95% (-/+) por μ 124,56° * 193,53° *	280,44° *	225,02° *
Prueba Rayleigh de uniformidad (p)	0,55	0,79

Tabla 6.8. Estadísticas descriptivas de la dirección de vuelo de *Antigone canadensis nesiotis* en Isla de la Juventud, Isla de la Juventud y en Ciego de Ávila (* poca concentración, distribución uniforme).

Las direcciones de vuelo promedio en cada tipo de hábitat fueron diferentes en las dos áreas de estudio; sin embargo, estas diferencias fueron estadísticamente significativas solo en el hábitat de pastizales en la Isla de la Juventud (Tabla 6.9). Las figuras 6.9 y 6.10 muestran la variabilidad de las direcciones de vuelo por hábitat en cada área de estudio.

Variables	Isla de la Juventud				Ciego de Ávila		
	Playazo	Pradera	Pinar	Sábana	Prado	Prado /palmas	Pradera
Vector promedio (μ)	22,50°	122,24°	265,93°	348,30°	11,52°	204,73°	115,53
Largitud de vector promedio (r)	0,46	0,80	0,17	0,18	0,07	0,27	0,23
Desviación estándar circular	71,21°	38,27°	107,66°	106,02°	131,59°	92,44°	98,12°
Prueba Rayleigh de uniformidad (p)	0,18	0,07	0,76	0,60	0,46	0,34	0,51

Tabla 6.9. Estadística circular descriptiva de la dirección de vuelo para las localidades de Isla de la Juventud y en los tres años de muestreo de Ciego de Ávila para cada tipo de hábitat.

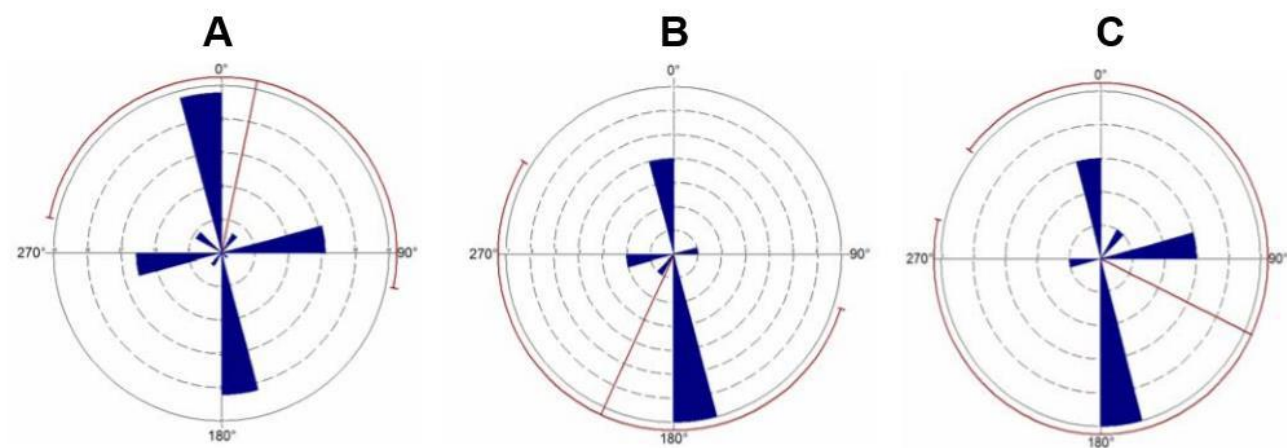


Fig. 6.9. Histograma de rosa de la dirección promedio de vuelo de *Antigone canadensis nesiotes* en los hábitats definidos para el estudio Isla de la Juventud, Cuba, durante el 2008 (A. Playa extensa, B. Sábana natural, C. Pinar/Sábana natural).

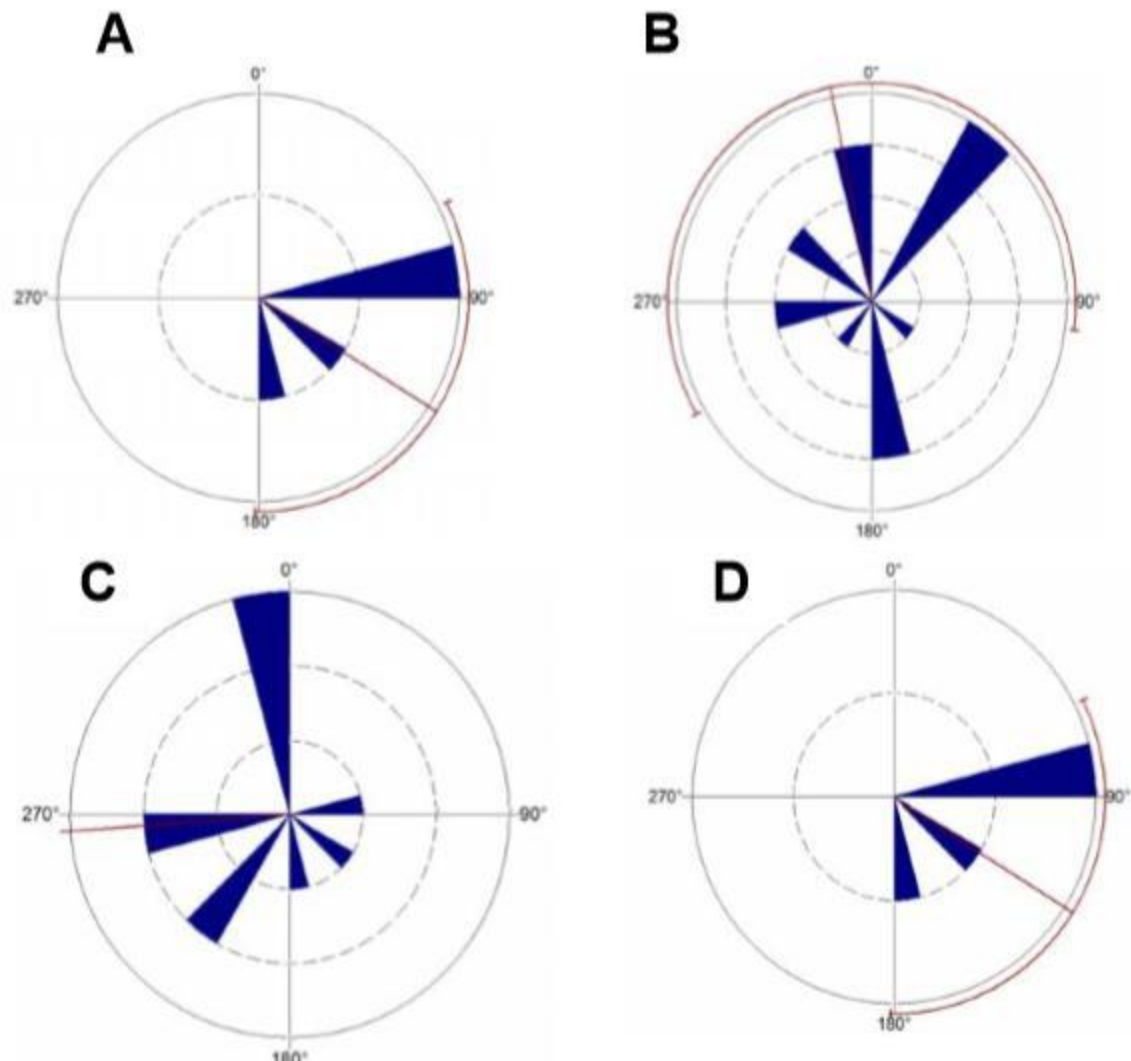


Fig. 6.10. Histograma de rosa de la dirección promedio de vuelo de *Antigone canadensis nesiotas* en los hábitats definidos para el estudio Isla de la Juventud, Cuba, durante el 2008 (A. Playa extensa, B. Sábana natural, C. Pinar/Sábana natural, D Pastizal).

Al localizar la dirección de vuelo de las grullas durante la sesión de la mañana en los mapas temáticos de la Isla de la Juventud, pudimos observar diferentes direcciones hacia varios sitios dentro de los hábitats, principalmente hacia áreas de pastizales y cultivos. Por la tarde, hubo más concentración de vuelo hacia manglares y extensas playas. En el área de estudio de la región norte

de Ciego de Ávila, la dirección de vuelo en la sesión de la mañana es bastante heterogénea, mientras que en la tarde su movimiento fue principalmente hacia marismas y prados (Fig. 6.11).

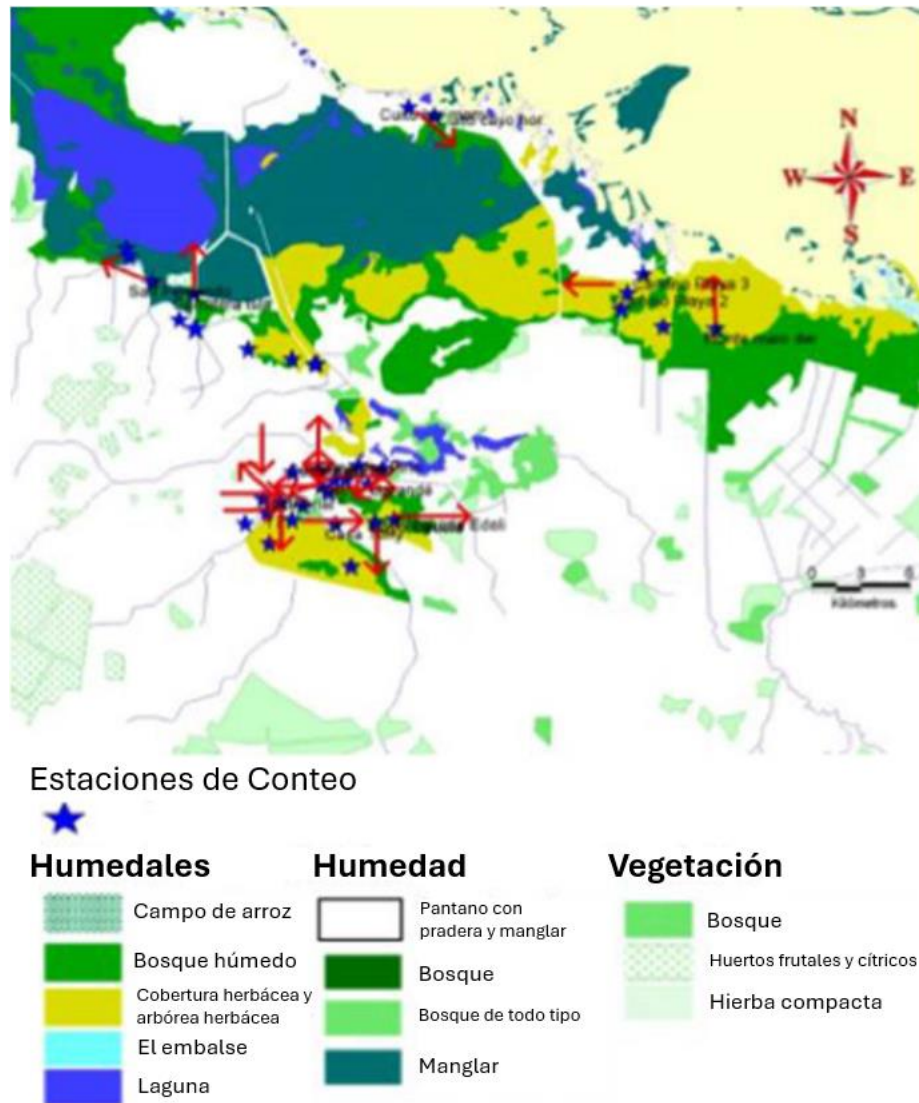


Fig. 6.11. Mapa de ubicaciones de las direcciones de vuelo de *Antigone canadensis nesiotés* en las estaciones de conteo de Ciego de Ávila, Cuba, durante las sesiones de la mañana y la tarde de los años 2008-2010.

6.6 Regresiones logísticas

El modelo de regresión logística fue estadísticamente significativo en general (-2 log. Verisimilitud = 29.142, gl = 12, p = 0,004), y se ajustó adecuadamente a los datos (bondad de ajuste de Hosmer-Lemeshow = 4.717; gl = 5; p = 0,45). El modelo que obtuvimos indicó un efecto negativo estadísticamente significativo del contenido de agua en la vegetación (expresado en la tasa normalizada de diferencias en agua-NDWI) (RPC = 0,0; IC = 95% 0,0; 4,36) y de las diferencias normalizadas en vegetación (NDVI) (RPC = 0,0; IC 95% 0,0; 0,0) sobre la probabilidad prevista de presencia de grullas (Tabla 6.10). La tasa de humedad de la variable y la relación vegetación / suelo (dada por la información espectral de la banda 3) también tuvo un efecto negativo en la predicción de la presencia de grullas.

En general, las variables predictoras del modelo explican el 70,1% de la varianza de la probabilidad de predicción del modelo, dada la eficacia predictiva por razón de determinación de Naglekerke (R² de Naglekerke = 0,707).

Variable	Parámetro estimado	Error estandard (PE)	Wald X ²	p	Relación de productos cruzados	Límites de confianza 95% (RPC)	
Constante	-11,194	14,452	1,490	0,222	-	<95%	>95%
I verdor	-0,084	0,130	0,675	0,411	0,919	0,753	1,123
I humedad	-0,208	0,170	11,710	0,001	0,812	721 0	0,915
NDVI	-26,290	34,029	3,445	0,063	0,000	0,000	4,358
Dist calles	0,002	0,002	4,022	0,045	1,002	1,000	1,005
Dist rios	-0,002	0,001	15,475	0,000	0,998	0,997	0,999
Dist arroyos	0,001	0,001	11,110	0,001	1,001	1,001	1,002
Dist lagunas	0,000	0,001	0,059	0,808	1,000	0,999	1,001
Dist edificios	0,000	0,001	0,006	0,937	1,000	0,999	1,001
Band 5	0,106	0,079	6,589	0,010	1,112	1,025	1,206
Band 3	-0,289	0,145	7,987	0,005	0,749	0,613	0,915
ARVI	-9,485	10,390	2,446	0,118	0,000	0,000	11,040
NDWI	-39,910	43,356	6,170	0,013	0,000	0,000	0,000

Tabla 6.10. Resultados de la regresión logística de la presencia de *Antigone canadensis nesioties* según las variables en los sitios de estudio PE parámetro estimado RPC relación de productos cruzados.

6.7 Discusión

Durante los conteos simultáneos de *Antigone canadensis nesiotis* en la región centro-occidental de la Isla de la Juventud y la región norte de Ciego de Ávila, hubo mayor número de grullas en la mañana que en la tarde. En esta sesión de conteo, la temperatura es fresca y las aves abandonan sus lugares comunes para dormir y se esparcen por las áreas de alimentación. Por tanto, es factible realizar los conteos, durante estas horas, facilitando así la ubicación de las aves, principalmente al volar. A medida que transcurre el día, estas aves han ido obteniendo la energía necesaria para sus actividades diarias y se dirigen a las zonas de sombra. Por la tarde, una vez más, se concentran en grupos más pequeños que durante la mañana, continuando con su alimentación y arreglando comportamientos. Las grullas practican la locomoción en cada hábitat en busca de alimento y se desplazan de un sitio a otro, hasta el atardecer. Cuando anochece, las grullas se dirigen a sus lugares para dormir concentrándose principalmente en los playazos (Gálvez Aguilera 2002).

Los resultados del tamaño de la población de grulla en la Isla de la Juventud (164 individuos) fueron relativamente más bajos de lo que habían sido declarados por Gálvez Aguilera (2002) para ese mismo sitio (172 grullas). La pequeña diferencia existente entre estos dos períodos de tiempo podría haber sido una señal de la presión que la expansión de sicklebush (*Dichrostachys cinerea*) está ejerciendo sobre algunas de las áreas de alimentación de esta población (pastizales y parte de sábanas naturales). En Ciego de Ávila, el tamaño de la población había aumentado en comparación con el conteo realizado en 2002, cuando solo había 102 grullas (Gálvez Aguilera 2002). Este aumento probablemente sea una respuesta de la población a las acciones de manejo que se iniciaron desde 2004 en estos humedales del norte de Ciego de Ávila. Una de estas estrategias fue el uso de fuego controlado para favorecer los hábitats de alimentación dentro de las praderas pantanosas. El fuego contribuye a la simplificación estructural de la vegetación herbácea y elimina indirectamente a los depredadores existentes de polluelos y huevos cerca de las áreas boscosas (Bennett 1989b). Otra acción fue sacar el ganado de las áreas de reproducción y cría de pichones, ya que la ganadería afectaba indirectamente a esta subespecie durante la época de reproducción. Es importante resaltar que las medidas han sido efectivas para las poblaciones, no solo de la grulla gris cubana sino también de otras especies de fauna. Las grullas son especies con bajo potencial reproductivo; por tanto, este aumento de población en un período de siete años es notable, garantizando la supervivencia de esta especie, dado que no existen problemas genéticos provocados por la depresión relacionada con el parentesco.

Hasta el momento, la población de *Antigone canadensis nesiotas* en la Isla de la Juventud es la más numerosa del archipiélago cubano (Gálvez Aguilera 2002). Probablemente, en la Isla de la Juventud, la zona utilizada por las grullas, aunque menor que en Ciego de Ávila, tenga mejores condiciones de uso y disponibilidad de alimento, a pesar de ser una sábana seca. Esto da lugar a la contradicción existente en lo planteado en la literatura (Taylor y Smith 2005), según qué especie se benefician más en los humedales que en cualquier otro tipo de ecosistema. En cuanto al tamaño medio de los grupos, existen diferencias entre Ciego de Ávila e Isla de la Juventud. El uso del espacio varía en cada territorio (Alonso *et al.* 2004) y, dado que el hábitat que utilizan las grullas en la Isla de la Juventud es menor que el de Ciego de Ávila, el número de rebaños debe ser mayor, según las condiciones proporcionado por cada área en particular.

La alta eficiencia obtenida en estos conteos nos da una idea de su aproximación a la población real de grullas y los hábitats que utilizan las grullas durante la época no reproductiva. El alto porcentaje de la tasa de concordia (72%) obtenido en Ciego de Ávila durante el conteo en 2009 indica que las grullas probablemente estaban usando el mismo hábitat de alimentación y lugares para dormir a diario. Sin embargo, los otros conteos resultaron en porcentajes más bajos, lo que puede indicar que estas aves buscaban hábitats diversos que les permitieran obtener diferentes fuentes de alimentación (Lovvorn y Kirkpatrick 1981). Algo a destacar es la situación alarmante de los pastizales en la Isla de la Juventud debido a la invasión de especies exóticas. Un ejemplo de lo anterior es la proliferación de Marabú (*Dichrostachys cinerea*) en un alto porcentaje de pastizales.

Lo anterior se ha intensificado como consecuencia de la sequía de los últimos años (2004-2010) contribuyendo a la degradación de los hábitats naturales. La pérdida de pastizales, sábanas naturales y prados pantanosos, que son áreas de alimentación y reproducción de *Antigone canadensis nesiotas*, repercutirá negativamente en las poblaciones de grullas. La estabilidad poblacional obtenida de 1999 a 2008 se revertirá si no se toman acciones de manejo inmediatas para mejorar los hábitats naturales. Askins *et al.* (2007) afirmó que la modificación del hábitat de las grullas en América del Norte está relacionada con la expansión de intensificación de la agricultura, estos aspectos se evaluaron para los hábitats de sábana. En Cuba, el sobrepastoreo de ganado juega un papel fundamental en la fragmentación de las áreas utilizadas por *Antigone canadensis nesiotas* (Gálvez Aguilera 2002).

En la zona de estudio de la Isla de la Juventud hay más diversidad de hábitats utilizados por las grullas que en el humedal del norte de Ciego de Ávila. En ambas áreas, los parajes naturales (sábana

natural, prado, prado con palmeras, extensas playazos y pinares) son los que concentran la mayor cantidad de individuos.

Estos hábitats proporcionan fuentes de alimento a las aves y permiten una buena visibilidad ante la llegada de depredadores y perturbaciones, además de tener una menor intervención humana. Una gran parte de estos hábitats se encuentra bajo el régimen de protección que brinda el sistema nacional de áreas protegidas (Reserva Ecológica Los Indios - Isla de la Juventud y Área Protegida de Recursos Manejados - Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila) y son áreas de anidación para esta subespecie durante la época de reproducción (Gálvez Aguilera 2002; Gálvez Aguilera *et al.* 2005).

En general, la mayor concentración de grullas se encuentra en la zona centro-occidental de la Cuenca Itabo-La Majagua-Los Indios en la Isla de la Juventud. Algo similar ocurre en la Cuenca La Yana en Ciego de Ávila, ya que la mayor cantidad de aves se concentra en el área de concentración de agua, donde convergen los canales y manantiales de la partición norte de agua en la provincia. En los prados con palmeras y en otros hábitats como prados y pinares, solo se observaron algunas grullas. Probablemente, el tamaño de los fragmentos de estos hábitats no sea lo suficientemente grande para sustentar a muchos individuos de esta especie. Según Gálvez Aguilera (2002) y Marrero (2003), en los hábitats antrópicos de la Isla de la Juventud, especies invasoras como sicklebush (*Dichrostachys cinerea*) han cubierto grandes extensiones de pastizales y, en algunos casos, han llegado a desplazar toda la vegetación natural de la región. sábana. El número de estaciones con conteos positivos fue grande (Isla de la Juventud), donde 20 de las 24 estaciones de conteo pudieron observar esta subespecie en días consecutivos; estas aves no fueron observadas solo en El Guayabito y Escobar.

Es probable que estas áreas no tengan ninguna fuente de alimento y apenas molesten a las grullas, ya que están cerca de las aldeas dentro del área de estudio. Durante la sesión de conteo de la tarde, observamos una variación en el número de grullas durante las primeras horas de la tarde y, a medida que avanzaba el día, llegaban en pequeñas bandadas. En la literatura, dicen que las primeras grullas en llegar son predominantemente grupos familiares, y se establecen cerca de la costa desnuda donde permanecen alerta. Posteriormente llegan otras grullas, más confiadas, aumentando el número de individuos en la zona (Nesbitt y William 1990). Al analizar los comportamientos de *A. c. nesiototes* por sesiones de conteo tanto en la Isla de la Juventud en 2008 como en Ciego de Ávila en 2008, 2009 y 2010, estas aves se comportaron de manera similar. Si se

analizan los comportamientos de forma general para cada sesión, se obtiene que, a lo largo de los años de estudio, el mayor porcentaje es el movimiento de estas aves, principalmente vuelo, seguido de alimentación. Estas proporciones pueden variar según las horas de conteo, ya que, por la mañana, las grullas abandonaron sus lugares de dormir y se dirigieron en grupos a las áreas de alimentación. En ese momento, fue fácil detectar y escuchar su canto. Por la tarde, las grullas se dispersan y, a medida que se acerca el atardecer, vuelan a diferentes lugares para dormir facilitando su observación (Gálvez Aguilera 2002).

Por su parte, la alimentación es un comportamiento obligatorio de todos los seres vivos, por lo que debe ser uno de los comportamientos más representados dentro del patrón de actividad de cualquier especie. LaFever (2006) informó para *Grus grus* que la búsqueda de alimento representa típicamente una mayor proporción de la actividad de esta especie, principalmente en invierno, porque es la época en que las grullas necesitan obtener más energía. De esta forma, las grullas se preparan para la reproducción y dedican tiempo a otros comportamientos que requieren menos consumo energético. Para *A. c. nesiotés*, la búsqueda de alimento también es muy necesaria para estas grandes aves, sobre todo cuando tienen que aumentar sus reservas de grasa lo más rápido posible, preparándose para su época de reproducción en febrero (Bennett y Bennett 1990; Ferrer Sánchez 2008). Durante la época de no reproducción, la alimentación es un factor decisivo para las aves, y la forma en que la obtienen podría jugar un papel fundamental en la determinación del uso del espacio y el tiempo (Hutto 1985).

El estado de alerta y el canto son otras actividades que eligen las grullas, comportamientos con diferente consumo energético obtenido de los alimentos, por lo que su baja frecuencia debe compensar la pérdida de energía dedicada a las actividades anteriormente mencionadas (Goldstein 1990). De los diferentes comportamientos matutinos, el vuelo tuvo el mayor porcentaje de consumo de energía, mientras que la alimentación obtuvo la puntuación más alta de las actividades de la tarde. Esto se debe a la llegada de los individuos a sus lugares para dormir y la defensa de sus territorios (LaFever 2006). Estas aves caminan a través de la vegetación transmitiendo señales de advertencia a las otras grullas de amenazas o comunicando que es salvo para permanecer en el área. En Ciego de Ávila, en todos los aspectos, el patrón de comportamiento fue similar al de la Isla de la Juventud, aunque en 2008 algunas grullas estaban en estado de alerta al llegar a sus lugares para dormir. Este comportamiento apuntó principalmente a alguna perturbación cercana. Alonso *et al.* (2004) afirmaron que *G. grus* dedicó mucho tiempo a estar alerta pero nunca notó que los juveniles involucrados en alguna agresión; sin embargo, Mabie *et al.* (1989) afirmaron que, cuando

existe una baja reacción de alerta, indica que las grullas se han acostumbrado a la presencia de disturbios, lo que resulta en drásticas consecuencias para la población.

La alta frecuencia de comportamientos como la locomoción están relacionados con la búsqueda de alimento (Alonso *et al.* 1987), y los vuelos desde los dormitorios a otros sitios y el posterior regreso a sus dormitorios al anochecer. Se espera que los sitios de alimentación tengan suficiente comida para garantizar la permanencia de la grulla en esas áreas. La intervención humana, así como las condiciones adecuadas en cuanto a la estructura de la vegetación, garantizan la capacidad de la grulla para camuflarse y detectar posibles fuentes de perturbación. No obstante, las zonas con mayor porcentaje de alimentación son principalmente pastizales abiertos. A pesar de que estos hábitats pueden tener más fuentes de perturbación que las otras áreas menos antrópicas, las grullas los utilizan porque estos hábitats proporcionan buenas fuentes de alimento durante la temporada de no reproducción de esta subespecie. En 2009 en Ciego de Ávila, no se observaron grullas en los pastizales sino en los prados pantanosos. Todo esto influyó en la distribución de las aves durante esta etapa de estudio. La zona sur de los prados pantanosos de Ciego de Ávila está incluida en un área protegida donde la intervención humana está restringida. De esta manera, se mitigan algunas de las amenazas que afectan a estas especies en todo el mundo. El área protegida concentra la mayor cantidad de grullas del humedal, así como áreas de pastizales, y esto también está relacionado con las condiciones del agua en el sitio, que garantizan la presencia de esta ave acuática (Ferrer Sánchez 2008). En los hábitats utilizados por las grullas como sitios de descanso permanente o como territorios de uso, también se midieron los comportamientos relacionados con estos hábitats, indicando el tiempo que pasan las grullas en cada entorno disponible. Por lo tanto, siguiendo los hábitats descritos por Gálvez Aguilera (2002) en la Isla de la Juventud y donde se estudia esta especie, se determinó que pasa gran parte del tiempo en pastizales, utilizándolos principalmente para alimentarse; sin embargo, en las sábanas naturales realizan la mayoría de los comportamientos registrados. Tacha *et al.* (1992) han descrito los requisitos de hábitat para las diferentes subespecies de *A. canadensis*. La presencia de áreas extensas no perturbadas garantiza su uso por parte de las grullas para alimentarse y / o para reproducirse, así como para descansar o dormir (Mirande y Harris 2019). En las sábanas naturales, las grullas pueden alimentarse de plantas que les proporcionan una energía particular.

Taylor y Smith (2003, 2005) mencionaron *Cyperus esculentus*, que proporciona a la especie *A. canadensis*, hasta 4,26 kcal/g, lo que la convierte en un buen alimento para las grullas, específicamente para las que viven en humedales. La extensa playa fue el hábitat donde se

encontró un mayor número de individuos. Esto puede deberse al hecho de que hay muchos recursos alimenticios allí. Anderson *et al.* (2003) descubrieron que *Grus americana*, usaba tres tipos de hábitats de estuario para alimentarse y reproducirse, notando que los hábitats juegan un papel importante en esta especie. El mayor porcentaje de los comportamientos de estas aves sigue siendo, vuelo y alimentación; sin embargo, se han observado muchas más grullas en estado de alerta en las sábanas naturales. Lo más probable es que se sintieran amenazados y el canto fuera su medio para advertir que se pusieran a cubierto y defendieran su territorio (LaFever 2006). En esta última etapa en 2010, el humedal del norte de Ciego de Ávila se vio afectado por la sequía, por lo que se observaron algunas grullas en algunas zonas. Probablemente en busca de parches de vegetación con las condiciones necesarias para alimentarse y protegerse, se hizo el vuelo, una de las respuestas de comportamiento incrementadas en el último año.

En cuanto a la población del Mississippi (*Antigone canadensis pulla*), en invierno las grullas descansan en el pantano y, para alimentarse, vuelan a pequeños maizales o pastizales. Algunas aves vuelan a las áreas sembradas para alimentarse, mientras que otras pasan el día alimentándose en pantanos y sábanas dentro del área de reproducción. En primavera, verano y otoño, se alimentan de los criaderos de sábanas, pinares y pantanos. En cuanto a las especies migratorias, han sido observadas en el sureste de Arizona, descansando en extensas playas de pantanos, y pasan el día en prados y humedales, alimentándose en campos sembrados, especialmente con maíz y en aquellas áreas que han sido cosechadas (Tacha *et al.* 1992). La diferencia que existe entre extensas playas y pastizales radica en que son hábitats donde el hombre puede estar presente y esta variable de respuesta garantiza que la especie, ante cualquier acción que ocurra en su territorio, pueda actuar alertando a los demás individuos del acuden para que escapen volando. Los estudios de comportamiento permiten predecir la selección de hábitat y conocer el mecanismo aleatorio de este comportamiento (Perea *et al.* 2005). Las direcciones promedio de vuelo de las grullas a una determinada parte del humedal están relacionadas con su búsqueda de alimento en áreas de pastizales, prados y sábanas naturales. Los rumbos de vuelo de la tarde también denotan una búsqueda de lugares para dormir principalmente en las zonas de extensas playas de la costa occidental de la Isla de la Juventud y en lagunas interiores del norte de Ciego de Ávila. Al incluir la distribución de estas especies, según el comportamiento observado con mayor frecuencia (vuelo), en el mapa de cada área de estudio, estimamos que estas aves van a diferentes puntos del área de estudio tanto en las sesiones de mañana como de tarde. Por la mañana, pudimos ver grullas que se dirigían hacia el norte-noreste (N-NE) hacia sus hábitats de alimentación, como áreas con arbustos.

En este caso, las grullas se encontraron en sábanas naturales, pastizales, sábanas con pinos. Se observaron algunos individuos saliendo de sus lugares para dormir, sin embargo, en algunos sitios se pueden encontrar algunos individuos al oeste (W) en la costa y en zonas de transición cerca de áreas húmedas como se indica en la literatura (Nesbitt y William 1990). Inferimos que las grullas se dirigen a estos puntos para resguardarse de la intensidad del sol o para beber el agua disponible. Por la tarde, se dirigen a sus lugares para dormir, que se encuentran cerca de la costa (manglares). Su preferencia por los hábitats se debe a las condiciones óptimas que estos sitios pueden brindar, ya sea como refugios del sol intenso o como sitios para dormir, alimentarse o anidar. Además, áreas con menos perturbaciones que también pueden garantizar la visibilidad para detectar cualquier depredador de sus polluelos durante la temporada de reproducción.

Estos resultados coinciden con los señalados en la literatura para la especie *Grus americana*, identificando los hábitats comunes de descanso (lugares para dormir) con cercanía a sitios húmedos con buena visibilidad permitiendo ver la ocurrencia de cualquier perturbación (Sheik y Ringelman 1992). En Gálvez Aguilera (2002) sobre el uso del hábitat en la Isla de la Juventud, este autor identifica que los pastizales en recuperación brindan mejores condiciones para la alimentación y para las actividades normales de las grullas; sin embargo, este estudio reportó más aves en la sábana natural. En la provincia de Ciego de Ávila, el movimiento promedio de grullas dentro del humedal es muy cercano a plantaciones, pastizales, prados con palmeras y pantanos y prados. Este último hábitat es el más utilizado por las grullas en la mañana. Las grullas pasan la mayor parte del día alimentándose, un 63-66% como promedio (LaFever 2006), y puede proporcionarles la mayor diversidad de alimentos (Johnson *et al.* 2005). En las praderas pantanosas del área de estudio, las grullas pueden tener más confianza porque están protegidas y se minimizan las perturbaciones. La selección de humedales muestra no solo la riqueza en fuentes de disponibilidad de alimentos, sino que también se encuentran al mediodía, se utilizan como sitios de agua potable (Bishop 1992) o como fuentes de sombra para descansar y refugiarse. Por la tarde, las grullas se dirigen a áreas cercanas a las lagunas y permanecen en esos lugares para protegerse durante la noche. Principalmente, su selección depende de los niveles estacionales de agua. En promedio, los sitios de descanso se encuentran a unos 24 m de la vegetación boscosa, aunque la proximidad de árboles y arbustos no parece influir en la selección de este hábitat. Bennett (1988) y Valentine (1981) afirman que las áreas de descanso pueden donde las grullas se alimentan y se reproducen durante su temporada de reproducción. Algunos de estos sitios son pantanos donde

Cladium jamaicense es el principal componente de la vegetación, coincidiendo con la vegetación típica de los humedales de Ciego de Ávila.

La importancia de localizar las áreas utilizadas por *A. c. nesiotés* indica que una reducción en estos hábitats tendrá ciertas consecuencias, principalmente en las temporadas de reproducción y no reproducción, donde los hábitats abiertos y los humedales proporcionan fuentes de alimento y pueden degradarse fácilmente (Nesbitt 1994). El modelo de regresión logística indicó que esta subespecie no está presente de manera aleatoria, por lo que la importancia de las variables: distancia a los ríos, distancia a los arroyos, así como la humedad tiene un valor predictivo para la presencia de esta subespecie en cada sitio. La presencia de estas aves se ve favorecida por la existencia de sitios de alimentación cerca de las fuentes de agua (Nesbitt y Williams 1990), donde hay edificaciones u otras fuentes de perturbación cerca del área, el número de individuos disminuye, lo que indica que las grullas prefieren la humedad, no perturbada. sitios para forrajear. Esto explica por qué estas aves no se han encontrado en muchas áreas de los humedales y, una vez más, la importancia de las características necesarias en los hábitats para maximizar la presencia de estas aves, como se demostró (Iverson *et al.* 1985; Meine y Archibald 1996a). Alonso *et al.* (2004) afirma que *Grus grus* tiene poca preferencia por las áreas sometidas a perturbación humana, esto también aplica para *Grus americana*, donde los estudios mostraron que la cercanía de la actividad humana puede tener efectos adversos en el comportamiento de la especie, provocando una disminución en el tiempo de búsqueda de alimento (LaFever 2006). En general, los conteos realizados en las áreas de estudio son una fuente de información muy importante para evaluar las condiciones del hábitat de los humedales utilizados por estas aves a través de sus frecuencias de comportamiento. Son estratégicamente importantes para monitorear regularmente la salud tanto de las poblaciones de aves como de estos ecosistemas.

6.8 Conclusiones

- Las poblaciones de grullas en Cuba son mayores en las sábanas secas (arena silíceas) de la Isla de la Juventud que en los humedales de Ciego de Ávila.
- Las grullas utilizan pastizales y prados con palmeras para alimentarse, aunque son sitios con más intervención humana. En las zonas de prados y sábanas naturales, las grullas se mantienen más alerta y realizan comportamientos más diversos. En general, los pastizales son fuente de abundante alimento para las grullas y estas áreas deben ser preservadas y prevenidas de la invasión de especies exóticas.

- Las mayores concentraciones de grullas se distribuyen dentro de las cuencas hidrográficas de Itabo-La Majagua-Los Indios y La Yana, junto a fuentes de agua. La presencia de *Antigone canadensis nesiotas* en los hábitats está condicionada por la presencia de fuentes de agua cercanas, poca cobertura vegetal y suelos húmedos.

6.9 Recomendaciones

- Continuar realizando estudios de distribución y abundancia, así como de comportamiento en otras poblaciones de grullas cuya condición actual se desconoce.
- Incluir nuevas variables en el modelo de regresión logística que puedan predecir la presencia de grullas.
- Continuar realizando los conteos anuales simultáneos de esta especie para obtener, a largo plazo, las tendencias poblacionales.
- Realizar un análisis de la cantidad de hábitats naturales y pastizales que se han perdido en la última década debido a la invasión de especies exóticas.

MODELACION DEL NICHOS ECOLÓGICO DE *ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES* EN ISLA DE LA JUVENTUD Y EN EL GRAN HUMEDAL DEL NORTE DE CIEGO DE ÁVILA, CUBA

Antigone canadensis nesiotes es una subespecie endémica en peligro de extinción distribuida en 11 poblaciones en toda Cuba. Las dos poblaciones de la Isla de la Juventud están geográficamente aisladas del resto por una barrera natural. No se ha demostrado la movilidad de individuos entre las poblaciones de subespecies en Cuba. La modelización ecológica y la teledetección, permiten realizar estudios en áreas extensas, con menos recursos, menor esfuerzo de muestreo y en áreas inaccesibles, son herramientas que se utilizan actualmente para verificar la diferenciación en el nicho ecológico de una especie.

Claudia Nuñez Peniche
Yarelys Ferrer Sánchez
Dennis Denis Ávila
Idael Ruiz Companioni

VII. MODELACION DE NICHOS ECOLÓGICOS DE *ANTIGONE CANADENSIS NESIOTES* (AVES: GRUIDAE) EN ISLA DE LA JUVENTUD Y EN EL GRAN HUMEDAL DEL NORTE DE CIEGO DE ÁVILA, CUBA

Introducción

Antigone canadensis nesiotes es una subespecie endémica en peligro de extinción distribuida en 11 poblaciones en toda Cuba. De estos, el que se encuentra en la Isla de la Juventud tiene un alto grado de especialización y su nicho ecológico podría ser diferente al resto de poblaciones. Esto implicaría una aparente contradicción con la teoría del "conservadurismo" del nicho.

Según la teoría del conservadurismo de nicho (Peterson *et al.* 1999), el nicho ecológico de una especie se conserva en el tiempo y en el espacio, dependiendo de factores genéticos determinados evolutivamente. Sin embargo, en el caso de la población de *A. c. nesiotes* que se encuentra en la Isla de la Juventud, muchas de las condiciones y características ambientales son diferentes. Esta población, además, está ubicada en una isla separada del territorio de Cuba -donde se encuentran las nueve poblaciones restantes de esta subespecie- geográficamente aislada por una barrera natural.

Hasta el momento no se ha demostrado la existencia de movilidad de individuos entre las poblaciones de esta subespecie en Cuba. Por ello, el flujo de individuos y el consiguiente intercambio genético es prácticamente nulo. Esto ha llevado a un alto grado de especialización en la población de la Isla de la Juventud, observándose a priori que el nicho ecológico es diferente al resto de las poblaciones cubanas, por lo que existe una aparente contradicción con la teoría de la conservación del nicho.

Para verificar la existencia de una diferenciación en el nicho ecológico de una especie, actualmente se utilizan herramientas como la modelización ecológica y la teledetección, que permiten realizar estudios en áreas extensas, con menos recursos, menor esfuerzo de muestreo y en áreas inaccesibles.

En el campo de las ciencias naturales, el uso de métodos que incluyen Sistemas de Información Geográfica (SIG) e información espectral de imágenes de satélite que está íntimamente ligado a la obtención de modelos de predicción (García 2010) para la Biología, la modelización de la

distribución de especies (nicho ecológico), hábitats u otros recursos es de gran importancia debido a su potencial aplicación científica y práctica.

La selección de cada técnica a aplicar está relacionada con numerosas decisiones sobre muestreo de datos, formulación de modelos, escalas de análisis y validación (Johnson y Gillingham 2005). La importancia de este trabajo se basa en la distribución de una subespecie amenazada, siendo la información destacada de importancia práctica para la toma de medidas de manejo y, por tanto, para la conservación de esa subespecie. Además, tiene un valor metodológico ya que –donde, por primera vez- se aplicó un conjunto de herramientas combinadas de modelado espacial a las aves cubanas, que pueden servir de ejemplo para otros estudios de especies de aves.

7.1 Objetivo

Modelización del nicho ecológico de *Antigone canadensis nesiotis* en el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila y en la Isla de la Juventud. Comparar el valor predictivo de las variables geográficas y espectrales utilizadas en la modelización para determinar la presencia de esta especie en ambos sitios.

7.1.1. Área de estudio

El estudio se realizó en dos áreas protegidas y sus alrededores: el sitio Ramsar Gran Humedal en el Norte de Ciego de Ávila (GHNCA) de 2008 a 2012 y la Reserva Ecológica Los Indios (RE) de 1997 a 2008. Estas áreas tienen diferentes valores paisajísticos que definen diversos grados de endemismo.

GHNCA se encuentra al norte de la provincia central de Ciego de Ávila, Cuba (22°09' 30,55" N; 78°31' 15,76" W). Es uno de los humedales más grandes de Cuba y se extiende sobre 226.875 ha. Las principales formaciones vegetales presentes son el manglar, el bosque pantanoso, el bosque semideciduo, la vegetación secundaria y la pradera pantanosa. En el área del humedal, existen más de 20 mil ejemplares de aves con especies de distribución restringida (y mucha abundancia en esta área), como el flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*), el pelicano gris (*Pelecanus occidentalis*), el Cormorán de Doble Cresta (*Phalacrocorax auritus*), La Marbella (*Anhinga anhinga*), la Espátula Rosada (*Platalea ajaja*) y la Grulla Gris Cubana (*Antigone canadensis nesiotis*). Dentro de la extensión de este humedal, existen siete áreas protegidas menores de varias categorías de protección, tres de las cuales son Refugios de Fauna, donde viven aves endémicas, migratorias y en peligro de extinción, ya sea de manera temporal o permanente.

La Reserva Ecológica Los Indios (RE) se encuentra en la región centro-occidental de la Isla de la Juventud (21°40' 00,29" N; 82°57' 27,94" W). El área está compuesta por sábanas naturales de arena silíceas, pinares, extensas playas y manglares (Gálvez Aguilera 2002). La flora está representada por 556 especies de plantas superiores y 13 especies de helechos, con un endemismo de aproximadamente 105 especies, tres de las cuales se encuentran estrictamente en la zona sur (EMPA 1994). En esta zona viven, se reproducen o transitan muchas aves; las aves mencionadas, aunque están presentes en otras regiones de Cuba, son muy abundantes aquí por encontrar condiciones adecuadas de nidificación, tal es el caso de la cotorra cubana (*Amazona leucocephala*), la grulla gris cubana (*Antigone canadensis nesiotis*) y Paloma Cabeci-blanca (*Columba leucocephala*).

7.2. Metodología general

7.2.1 Registros

En total, se trabajó con 52 registros de presencia confirmada de la especie obtenidos de la bibliografía (Gálvez Aguilera 2002; Ferrer Sánchez *et al.* 2010) y tomados en campo. De ellos, 28 fueron tomados en Los Indios RE y 24 en GHNCA en los períodos 1997-2008 y 2008-2012, respectivamente. Los datos del trabajo de campo tomados, provienen de las estaciones de conteo instaladas en las áreas de estudio (34 estaciones en GHNCA y 24 en Los Indios RE), en las cuales se registraron las coordenadas geográficas de los sitios donde se observaron grullas.

7.2.2. Modelos ecológicos

Para la elaboración de los modelos ecológicos utilizamos variables climáticas, espectrales, topográficas y espaciales del hábitat. Los datos sobre el clima se obtuvieron de WorldClim (<http://www.worldclim.org>; Hijmans *et al.* 2005), que es una base de datos de variables climáticas a nivel mundial, en forma de archivos raster con resolución espacial de 1 km. Los datos de WorldClim se generaron originalmente mediante la interpolación de datos promedios mensuales de más de 46.000 estaciones meteorológicas y se utilizan ampliamente en la actualidad en la modelización ambiental y de distribución de especies. Las variables bioclimáticas derivadas de los valores mensuales de temperatura y lluvia, generando variables que son biológicamente más significativas, y representan tanto la estacionalidad (por ejemplo, rango anual de temperatura y lluvia) como los factores ambientales restrictivos (por ejemplo, temperatura en los meses más fríos y calientes y lluvia en los períodos de cuatro meses más húmedos y secos. Todas las variables de factores

ambientales restrictivos, presentaron altos grados de correlación entre sí. Calculamos las tasas de correlación entre cada par de variables de acuerdo al procedimiento establecido en el programa ENMTools v1,2, solo aquellas variables que mostraron los valores más bajos de correlación y son importantes dentro de la ecología de las especies, fueron extraídas.

Las variables climáticas finalmente elegidas fueron las precipitaciones en el cuatrimestre más lluvioso (mm) (bio 16) y las precipitaciones en el cuatrimestre más caluroso (mm) (bio 18). Además, agregamos la variable topológica de altura del terreno, que se deriva de un modelo digital de elevación (h_dem). El escenario general de las variables de WorldClim se cortó con un vector de los límites de las áreas de estudio, con un buffer externo de 1 km y se volvieron a muestrear a una resolución espacial de 30 m (interpolación lineal de datos). Aunque este cambio en la resolución espacial conlleva cierta redundancia en los valores de los píxeles adyacentes, se supone que este efecto tiene poca implicación en el modelado en sí, ya que las variables climáticas no suelen tener cambios locales muy marcados en esta escala. Para obtener la información espectral del hábitat, se utilizaron dos imágenes de satélite (una de cada sitio) del satélite LandSat 7, obtenidas en octubre de 2008. Estas imágenes, que fueron adquiridas con el sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper, Plus) del satélite, se descargaron de la base de datos del Servicio Geográfico de Estados Unidos (USGS) (<http://glovis.usgs.org>), con preprocesamiento de ortorectificación y corrección radiométrica (nivel L1).

7.3 Modelos del nicho ecológico de la grulla gris cubana

Se georreferenciaron una resolución espacial de 30 m, y una resolución radiométrica de 8 bytes en la proyección UTM, zona 17, con datum WGS84.

El procesamiento completo de las imágenes de satélite también incluyó su calibración a valores de reflectancia, su conversión a formato BIL (Band Interleave by Line), la corrección de efectos atmosféricos (FLAASH) y la eliminación de cuerpos oscuros (DOS). El escenario original de estas imágenes es de 185 x 185 km, pero se cortó en la misma zona que las variables climáticas. El satélite Landsat 7 tiene una falla en el corrector de escaneo (slc-off) desde 2003, lo que hace que las imágenes tengan líneas vacías (espacios). Esta brecha se corrigió mediante el algoritmo de doble imagen, con coincidencia de histogramas locales (USGS 2004). Todo el procesamiento se realizó en el programa ENVI v7.5.

Se utilizaron como variables espectrales diez tasas derivadas de varias operaciones matemáticas de las bandas de imágenes de satélite (Tabla 1). Las tasas espectrales derivadas de Tasseled Cap. La transformación son nuevas bandas obtenidas por recombinación lineal de las originales, brillo, verdor y humedad del suelo, y tres tasas generales denominadas cuarta, quinta y sexta. Según varios autores (Bense 2007; Sanjay *et al.* 2005), esta transformación solo se diferencia de un Análisis de Componentes Principales en que las ratios se definen a priori.

Para la modelización también se utilizó una imagen con la clasificación temática de la vegetación obtenida del mapa elaborado por Geocuba (2008), cortada y remuestreada de la misma forma que las demás variables predictoras.

7.2.3 Gestión de datos

Para modelar la distribución de *A. canadensis* Además de los datos anteriores, utilizamos el programa MaxEnt v.3.3.3k (Phillips *et al.* 2006). Para ejecutar el programa, utilizamos las características predeterminadas: 500 iteraciones, eliminación de registros duplicados, umbral de convergencia = 0,00001 y el parámetro de regulación $\beta = 1$ (Phillips *et al.* 2006). Se seleccionó la opción de “no duplicar registros” (un solo registro de cada especie por cuadrícula) para reducir los efectos de la concentración del esfuerzo de muestreo en ciertos sitios (Pawar *et al.* 2007). MaxEnt permite establecer diferentes tipos de relaciones entre las variables predictoras y los registros biológicos para modelar la distribución de la entropía máxima. Para medir la importancia de cada variable en el modelo, seleccionamos la opción Jackknife y, para validar los modelos de distribución, los registros se dividieron en una muestra de entrenamiento (70%) y una muestra de prueba (30%). Como umbral de decisión, seleccionamos la opción Presencia mínima de entrenamiento, por encima del cual el modelo resultante se considera una predicción de presencia. El formato de salida que elegimos fue el logístico, ya que permite interpretar el modelo en términos de probabilidad de ocurrencia del nicho ecológico de la especie, de acuerdo con las restricciones impuestas por el entorno (Phillips y Dudik 2008).

Se representaron las gráficas de respuesta de cada variable a los modelos. Los gráficos mencionados, muestran cómo la magnitud de sus valores afecta las predicciones logísticas de MaxEnt. Estos cambios se evalúan a través de las variaciones en la contribución de cada variable predictora al modelo a medida que cambian sus valores, pero manteniendo todas las demás

variables constantes, en su valor medio, eliminando así su efecto (Phillips 2010). Los valores más altos en el eje Y significan más influencia de la variable en el modelo.

El modelado se realizó 50 veces para cada sitio, con un algoritmo de validación cruzada. Se seleccionaron los diez mejores modelos para cada sitio, utilizando como criterio de selección aquellos modelos que tienen más valor del área bajo la curva (AUC), que es una medida del desempeño del modelo, independientemente del umbral utilizado. Estos diez modelos se sumaron para obtener un modelo final por área de estudio, que se evaluó con la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Estas curvas grafican la relación entre la sensibilidad y el complemento de especificidad (1- especificidad). La sensibilidad es una medida de la tasa de verdaderos positivos e indica los errores de omisión, mientras que la especificidad mide la fracción de negativos clasificados como presencias y representa los errores de omisión.

La comparación de los nichos modelados en ambos sitios se realizó a través de los valores de las variables predictoras cuantitativas (tasas espectrales y variables ambientales) en 20 puntos aleatorios dentro del área con mayor probabilidad de presencia (definida con una curva de nivel del 70% de probabilidad de presencia). Estos valores se representaron en un espacio multidimensional mediante Escala no métrica y se compararon mediante pruebas de Montecarlo con 10000 aleatorizaciones. Las ponderaciones medias proporcionadas por todos los modelos a las variables predictoras también se graficaron para analizar las variables que contribuyen más a cada modelo. Estos análisis estadísticos se realizaron con los programas Pop Tools v 3 y Past v1,17 (Tabla 7.1).

Variables	Códigos
Lluvia en el periodo de cuatro meses más calientes	Bio16
Lluvia en el periodo de cuatro meses más lluviosos	Bio18
Taza de brillantez	Brightness
Cuarto	Fourth
Quinto	Fifth
Altura	H-deem
Taza de verdor	Greenness
Formación de plantas en Isla de la Juventud	Islafv
Formación de plantas en el Gran Humedal en el norte de Ciego de Ávila	Ciegofv
Taza estandarizada de diferencia en vegetación	NDVI
Taza estandarizada de diferencias en agua en hojas	NDWI
Taza de vegetación ajustada a suelo optimizado	OSAVI
Taza de densidad de arbustos	SHRUB
Sexto	Sixth
Taza de humedad	Wetness

Tabla 7.1. Variables used as predictors in modeling the nicho ecologico de *Antigone canadensis nesiotas* on Isla de la Juventud y in el Gran Humedal en el norte de Ciego de Ávila.

7.4 Resultados

7.5 Modelos de distribución potencial

Los modelos de distribución potencial de *A. canadensis nesiotes* en la Isla de la Juventud tuvieron un desempeño satisfactorio en relación a las tasas de error (Fig. 7.1). Como se muestra, las tasas de omisión promedio que observamos permanecen muy cercanas a las predichas, para todos los valores de los umbrales acumulativos, aunque la variabilidad (desviación estándar) fue alta en los modelos individuales.

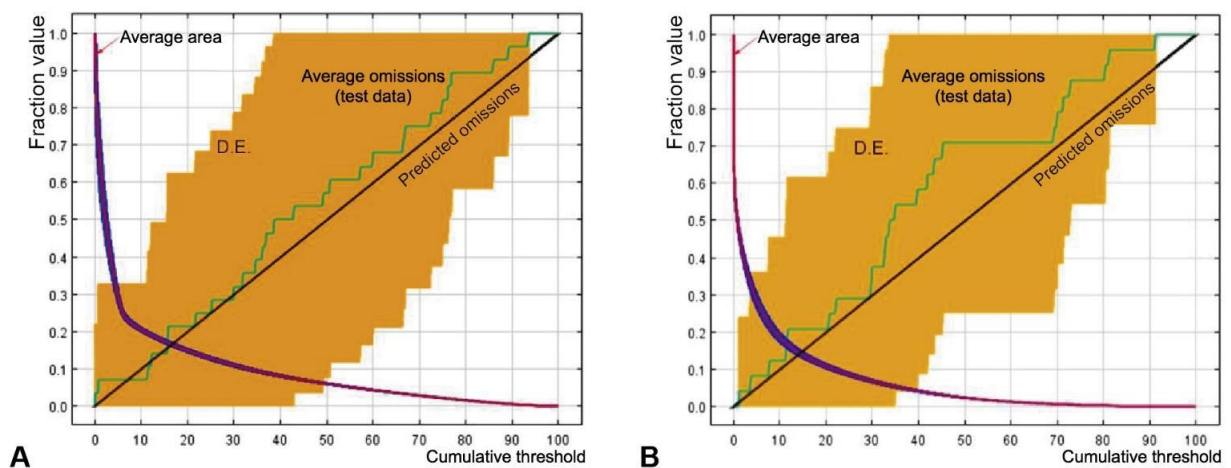


Fig. 7.1. Taza de error por defecto en los modelos de predicción del nicho ecológico de *Antigone canadensis nesiotes* en Isla de la Juventud (A) y el Gran Humedal de Ciego de Ávila (B). Isla de Cuba, desviación estándar. Etiquetas: Valor fraccional (*fractional value*), área promedio (*average area*), omisiones promedio (datos de prueba) (*average omissions (test data)*), omisiones predichas (*predicted omissions*) y umbral acumulativo (*cumulative threshold*).

Población de la Isla de la Juventud. Los diez mejores modelos predictivos de la distribución potencial de *Antigone canadensis nesiotes*, seleccionados entre los 50 modelos desarrollados en la zona de la Isla de la Juventud, alcanzaron, con los datos de entrenamiento, valores del área bajo la curva (AUC) que oscilan entre 0,93 a 0,95 mientras que, con respecto a los datos de validación, sus valores oscilaron entre 0,40 y 0,99 (Fig. 7.2). De estos diez modelos, el que mejor se comportó con los datos de entrenamiento tuvo un valor de este indicador de 0,95. Sin embargo, al evaluar con datos de validación, bajó a 0,40 (Fig. 7.3).

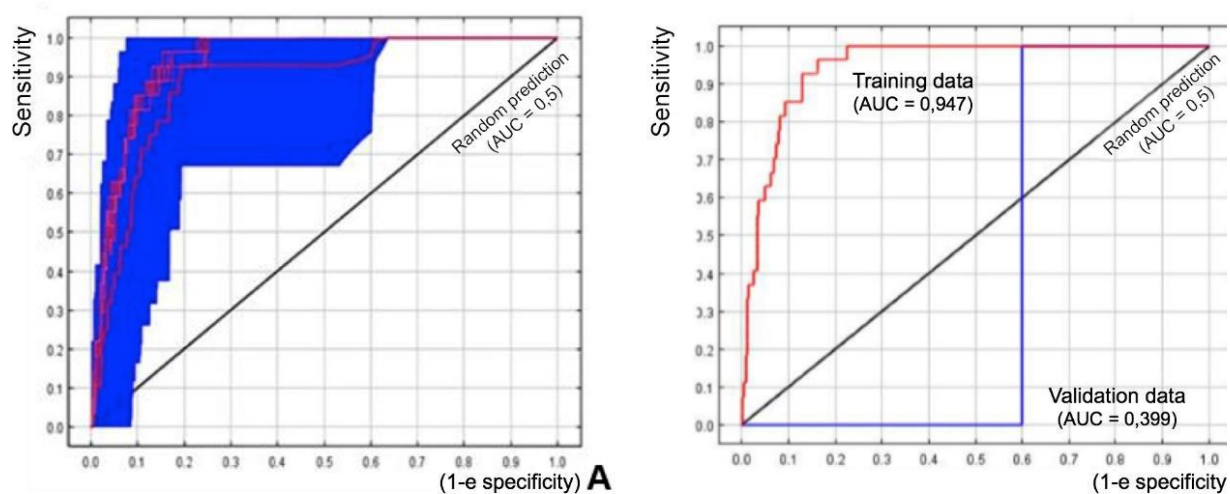


Fig. 7.2. Curva de respuesta operativa de los modelos de distribución potencial de *Antigone canadensis nesiotis* obtenidos para la Isla de la Juventud. A- representación de los diez mejores modelos. Modo B-best (azul: AUC para los datos de validación, rojo: AUC para los datos de entrenamiento). Etiquetas: Sensibilidad (*sensitivity*), predicción aleatoria (*random prediction*), especificidad 1-e (*e-1 specificity*), datos de entrenamiento (*training data*), datos de validación (*validation data*).

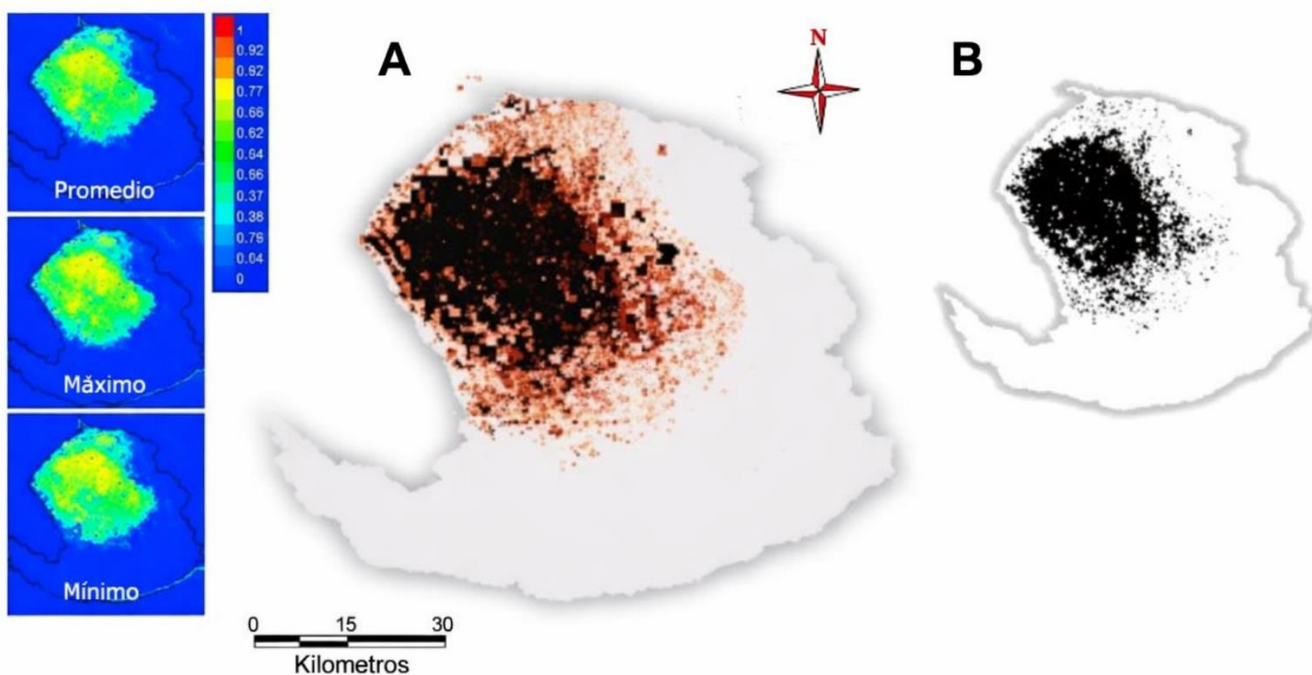


Fig. 7.3. El mapa de probabilidad de presencia potencial de *Antigone canadensis nesiototes* obtenido al modelar el nicho ecológico en esta área muestra una probabilidad de máxima presencia hacia la región noroeste que disminuye gradualmente hacia el este y hacia el sur.

Estos resultados indican sensibilidad y especificidad regular, ya que no son capaces de discriminar.

Este modelo probabilístico se convirtió en un mapa de predicción de presencia, al aplicarle la línea de corte del 70%, lo que resultó en un mapa binario (Fig. 7.4), donde podemos ver que *A. c. nesiototes*, se distribuye potencialmente hacia la zona noroeste de la Isla de la Juventud, mientras que, en las zonas sur y este, no existen combinaciones específicas de variables que predigan la presencia de esta subespecie.

7.6 Formaciones vegetales predominantes

En el área de distribución potencial más probable de *A. c. nesiototes* definidos para la Isla de la Juventud, podemos ver que las formaciones vegetales predominantes son los matorrales

indiferenciados y los pinares sobre arena blanca. En menor medida, también existen otras formaciones vegetales (Fig. 7.4.a). Esta región también se caracteriza por incluir abundantes cursos de agua, lagunas y estanques (Fig. 7.4.d). La mayor parte del área contiene hábitats seminaturales y plantaciones de pinos, con la adición de muchos cultivos (Fig. 7.4.c). En el caso de la Isla de la Juventud, donde solo una pequeña parte ha sido incluida en alguna categoría de protección legal del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la extensión de máxima probabilidad de presencia de esta especie incluye el área de la Reserva Ecológica Los Indios (Fig. 7.4.b).

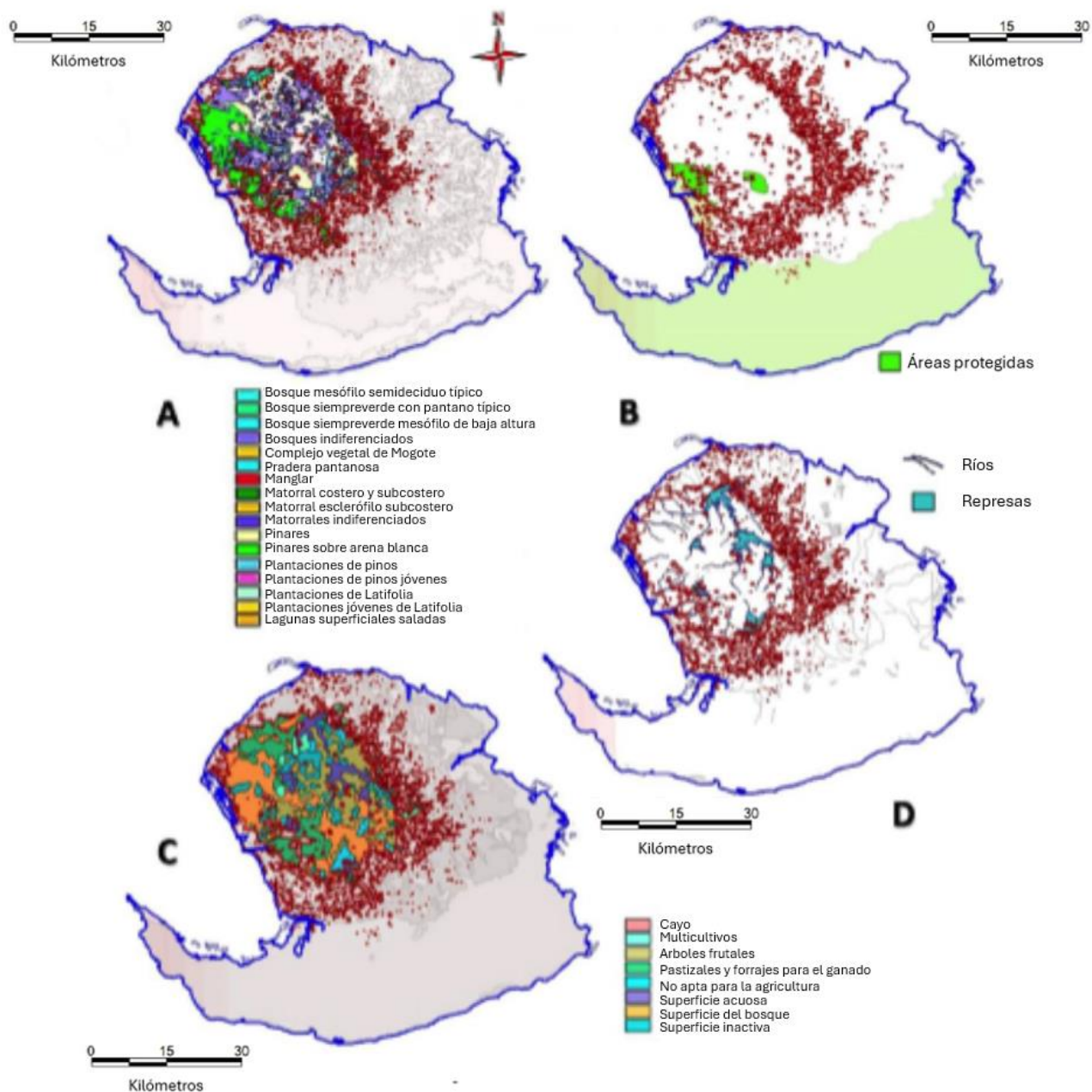


Fig. 7.4. Formaciones vegetales (A), Áreas Protegidas (B), usos del suelo (C) y procesos hídricos (D) dentro del área de distribución potencial de *Antigone canadensis nesiotis*, dada por las localidades con probabilidades de presencia superiores al 70%, en la Isla de Juventud, Cuba.

En general, las variables que más contribuyeron a la elaboración de estos modelos fueron las variables climáticas: precipitación (bio 16 = 1,29 y bio18 = 0,99) y formaciones vegetales con 0,47 (Fig. 7.5). Las tasas Sexto y Quinto (sexto = 0,011; quinto = 0,1) fueron las variables que menos contribuyeron a los modelos, seguidas por el Cuarto (cuarto = 0,16).

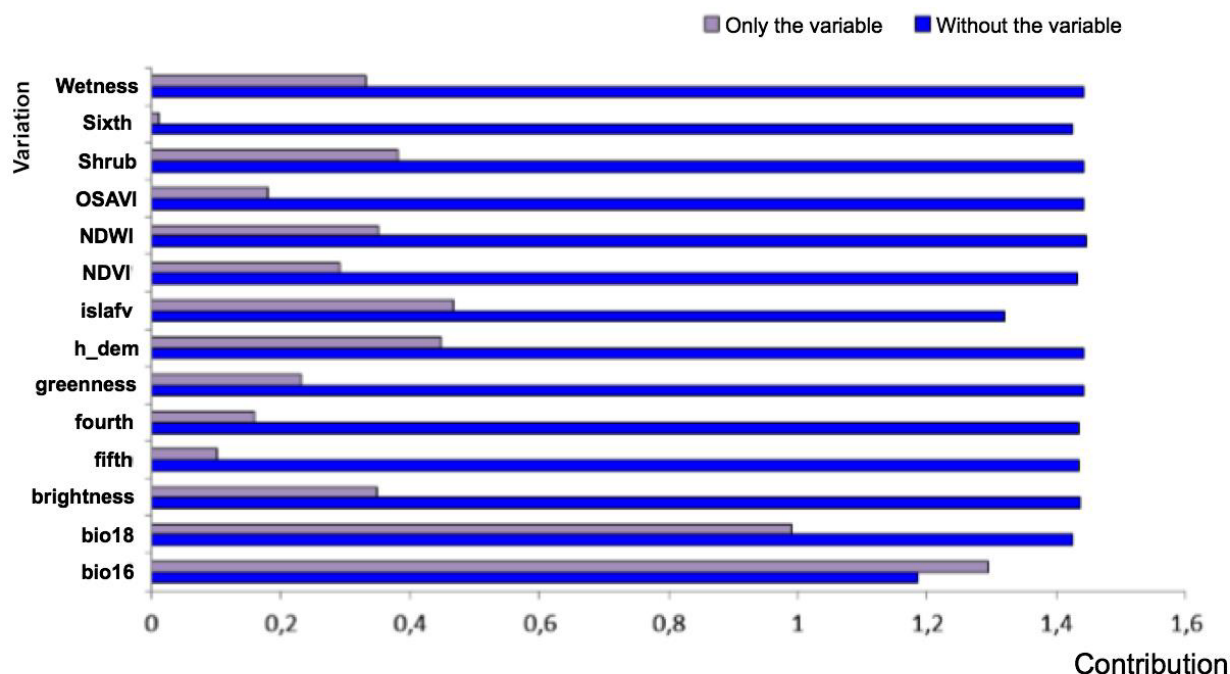


Fig. 7.5. Resultados del Jackknife desarrollado para evaluar la importancia predictiva de cada variable en el modelado del nicho ecológico de *Antigone canadensis nesiotés* (con datos de entrenamiento) en la Isla de la Juventud. Las barras grises son “solo la variable” y las barras azules son “sin la variable”. Ver el significado de los códigos en la Tabla 7.1.

Aunque tienen una magnitud globalmente importante en el modelado, las variables predictoras continuas se pueden analizar en función de los cambios que provocan al predecir el algoritmo a lo largo del rango de valores que toman (Fig. 7.6). Estos cambios, siendo evaluados en base a las variaciones en cada variable predictora, manteniendo todas las demás variables como constantes en su valor medio nos permite eliminar el efecto de las interacciones. La contribución de cada variable al modelo fue diferente; por ejemplo, la tasa de humedad del suelo mostró una parábola-curva de comportamiento en forma, donde solo los valores de la tasa que van desde -42,2 a 38,5 resultaron en incrementos significativos en la predicción del MaxEnt. En el lado opuesto se encuentran la tasa de brillo, la tasa de altura y la tasa de densidad de arbustos, variables en las que

el aporte ascendió a cero en prácticamente todos sus valores, por lo que no influyeron en el modelo del nicho ecológico.

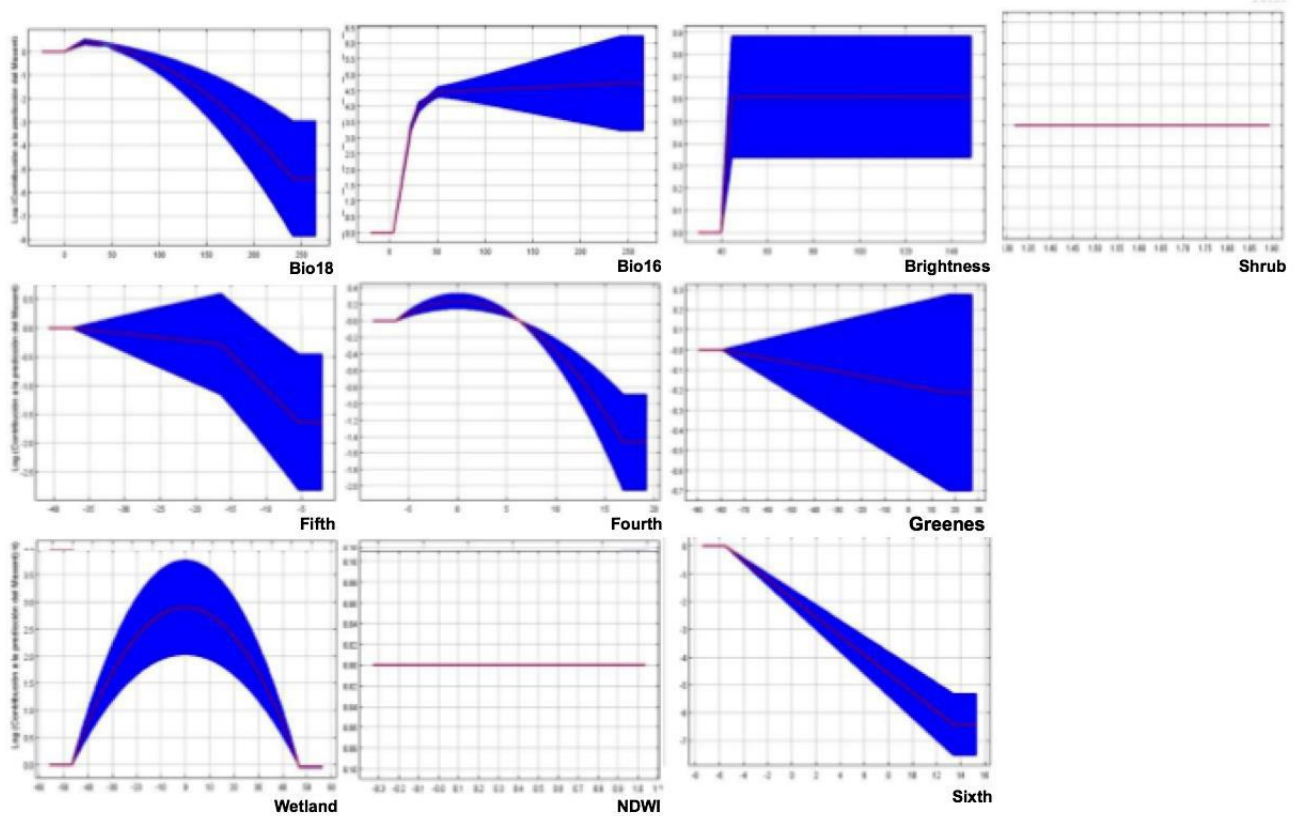


Fig. 7.6. Comportamiento de las variables predictivas utilizadas en la modelización del nicho ecológico de *Antigone canadensis nesiotés* en las localidades de la Isla de la Juventud. Desviación estándar del comportamiento en azul en todos los modelos, comportamiento promedio en rojo. Ver significado de los códigos en la Tabla 7.1.

Un patrón similar está presente cuando se analiza, a través del remuestreo, la importancia de Variables predictoras (Fig. 7.7): las variables de precipitación (bio16 y bio18) tuvieron los valores más altos ($62,56 \pm 4,7$ y $25,4 \pm 5,56$). En las variables espectrales (verdor, NDWI) y altura, este valor ascendió a cero.

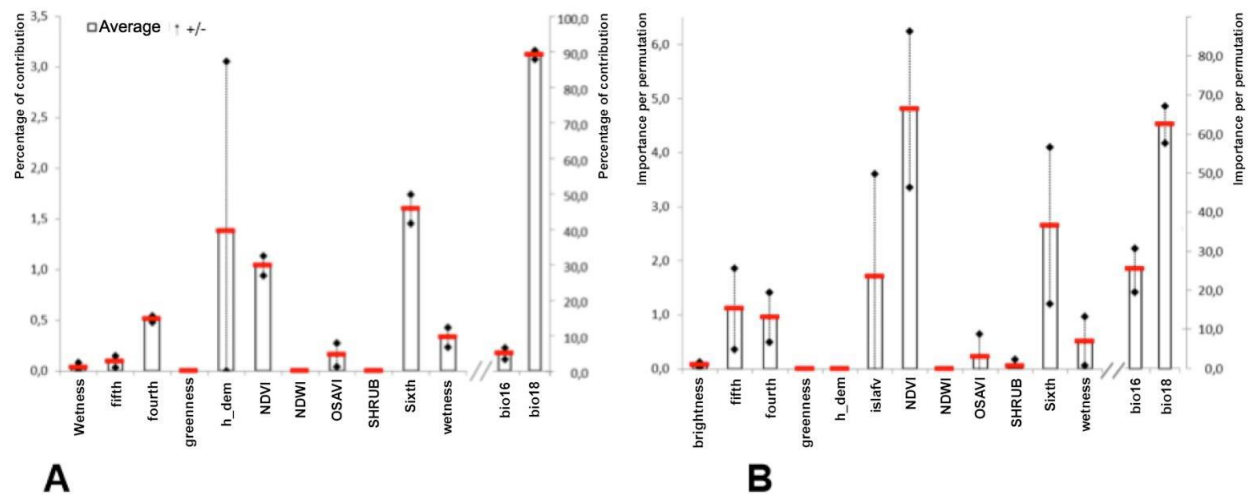


Fig. 7.7. Contribución en el porcentaje (*percentage of contribution*) (A) y valor de importancia (*importance of permutation*) (B) de las variables predictoras de los 10 mejores modelos de nicho ecológico de *Antigone canadensis nesiotes* en las localidades de la Isla de la Juventud. Significado de los códigos en la Tabla 7.1.

7.3.2 Población en El Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila

Los diez mejores modelos obtenidos en el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila tuvieron valores de AUC para los datos de entrenamiento que variaron de 0,95 a 0,96 y, para los datos de validación, de 0,53 a 0,94 (Figura 7.8a). El mejor modelo (con un valor de AUC de 0,96 para los datos de entrenamiento y 0,94 para los datos validación) pudo discriminar una presencia o ausencia para valores superiores a 0,05 (Figura 7.8b).

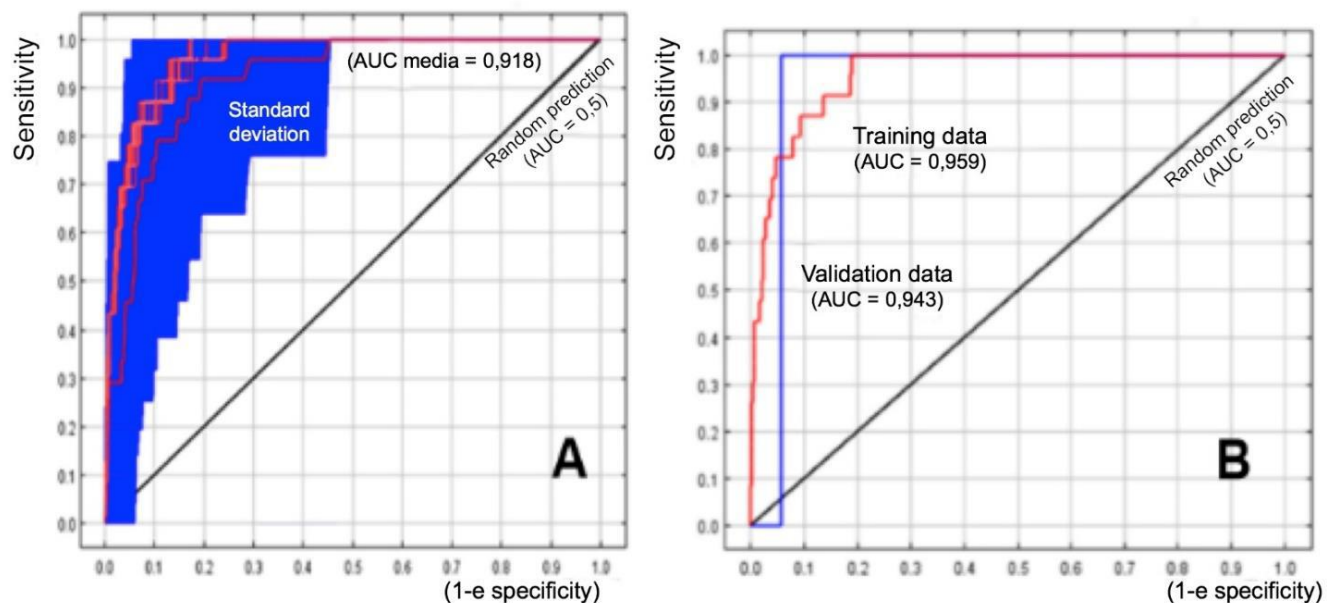


Fig. 7.8.a. and 7.8.b. Curvas de respuesta operativa de los modelos de contribución potencial de *Antigone canadensis nesiototes* obtenidos para el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, Isla de Cuba. A-representación de los diez mejores modelos. B- Mejor modelo (azul: AUC para datos de validación, rojo: para datos de seguimiento). Etiquetas: Sensibilidad (*sensitivity*), predicción aleatoria (*random prediction*), especificidad 1-e (*e-1 specificity*), datos de entrenamiento (*training data*), datos de validación (*validation data*).

Las áreas con potencial presencia de esta subespecie representan un alto porcentaje de la superficie del Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila. Tiene más probabilidad de encontrarse hacia la región central y hacia el área cercana a la costa norte en el área de estudio oriental. En más de la mitad del territorio del humedal, la probabilidad de presencia es muy baja, incluso llega a cero. Estas áreas donde es probable la presencia de esta subespecie se mantuvieron en todos los mapas obtenidos como resultado de todos los modelos (mínimo, máximo y promedio) (Fig. 7.9).

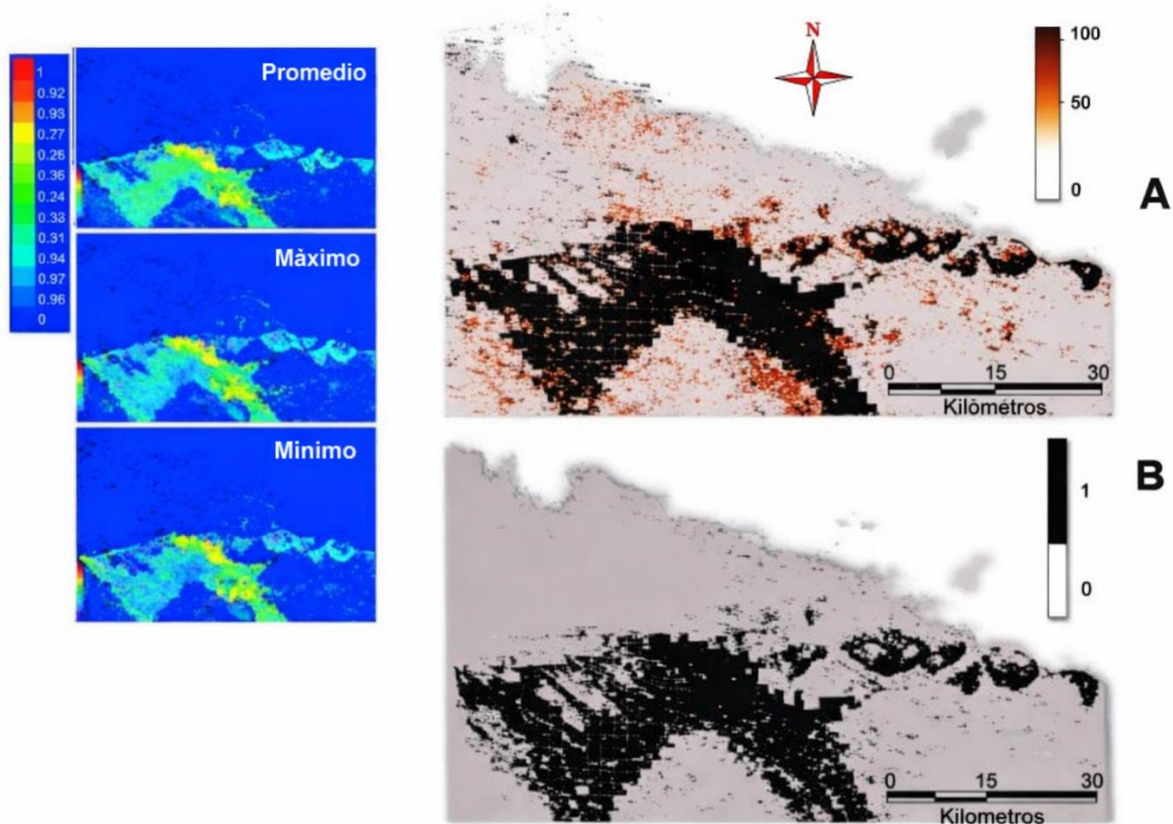


Fig. 7.9. Mapa de probabilidad de presencia potencial (A) y área de distribución potencial (B) de *Antigone canadensis nesioti*, resultante de la modelación del nicho ecológico en el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, Isla de Cuba. También se representan los modelos promedio, mínimo y máximo de MaxEnt.

Esta subespecie se distribuye potencialmente en la zona central de GHNCA y en pequeños parches de vegetación en la costa noreste. En esta zona hay abundantes ríos y canales, plantaciones de caña de azúcar, algunas plantaciones de arroz y cultivos múltiples (Fig. 7.10). También hay una gran cantidad de prados, fragmentos de bosques semidecíduos mesófilos con humedad fluctuante y bosques indiferenciados. En esa zona de distribución potencial de *A. c. nesioti* es la mayor parte de la extensión superficial del Refugio de Fauna El Venero, que es una de las tres áreas protegidas declaradas dentro del GHNCA y cuyo principal objetivo de conservación es precisamente esta especie. Las otras áreas protegidas, Loma de Cunagua y Laguna de la Leche también protegen pequeños tramos del área de distribución prevista para la grulla, pero, en su mayor parte, se enfocan en otro tipo de hábitats inadecuados para esta especie (bosques y superficies de agua).

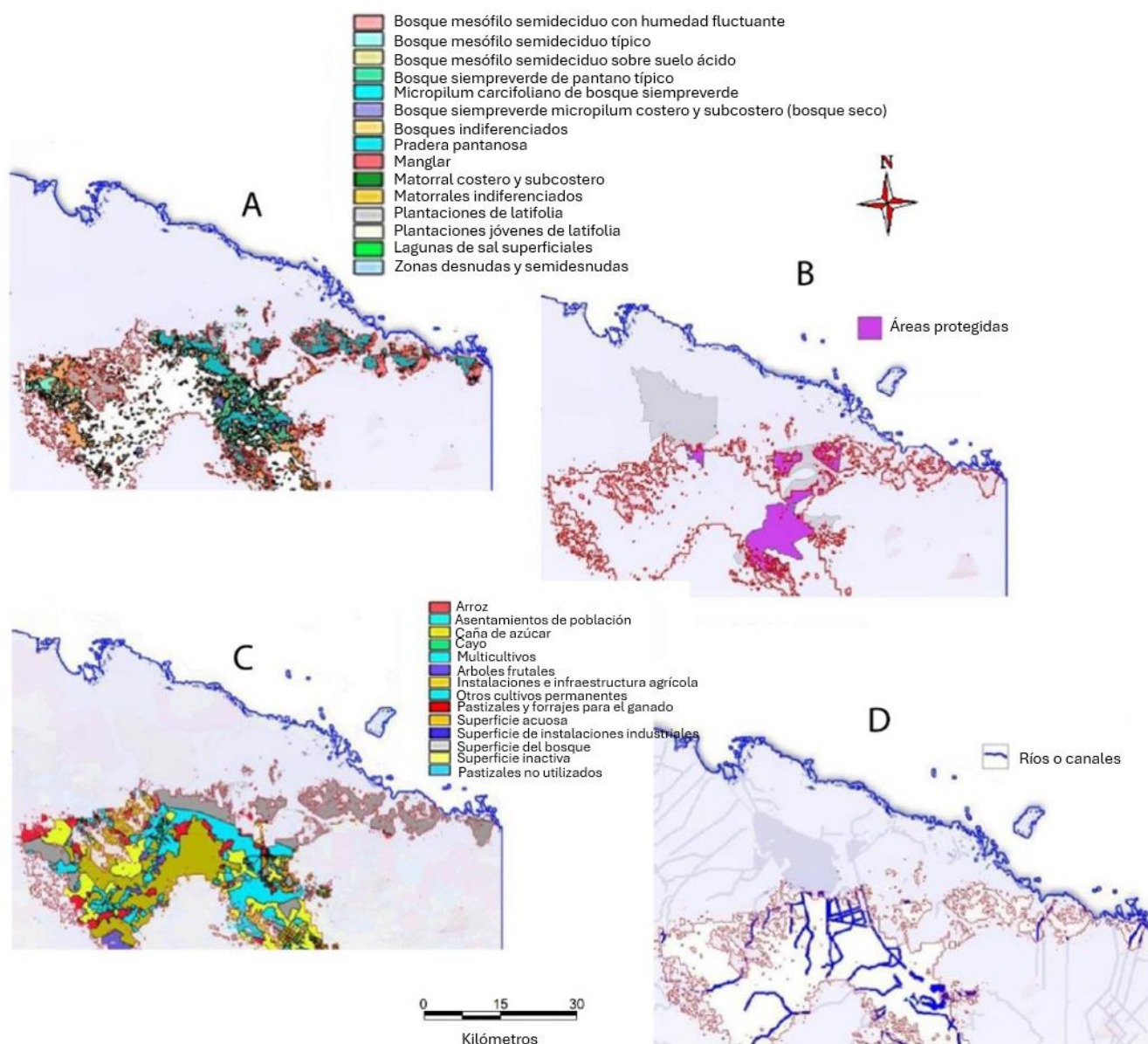


Fig. 7.10. Formaciones vegetales (A), áreas protegidas (B), usos del suelo (C) y procesos hídricos (D) dentro del área de distribución potencial con mayor probabilidad de presencia de *Antigone canadensis nesiotes* en el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, Cuba.

Las variables que más contribuyeron a los mejores modelos en GHNCA fueron las precipitaciones en el cuatrimestre más lluvioso, con un valor de 1,2, y la formación de plantas con 0,86 (Fig 7.11). La variable tasa de brillo del suelo y tasa de densidad de arbustos fueron las que menos aportaron a los modelos, ambas con un valor de 0,02.

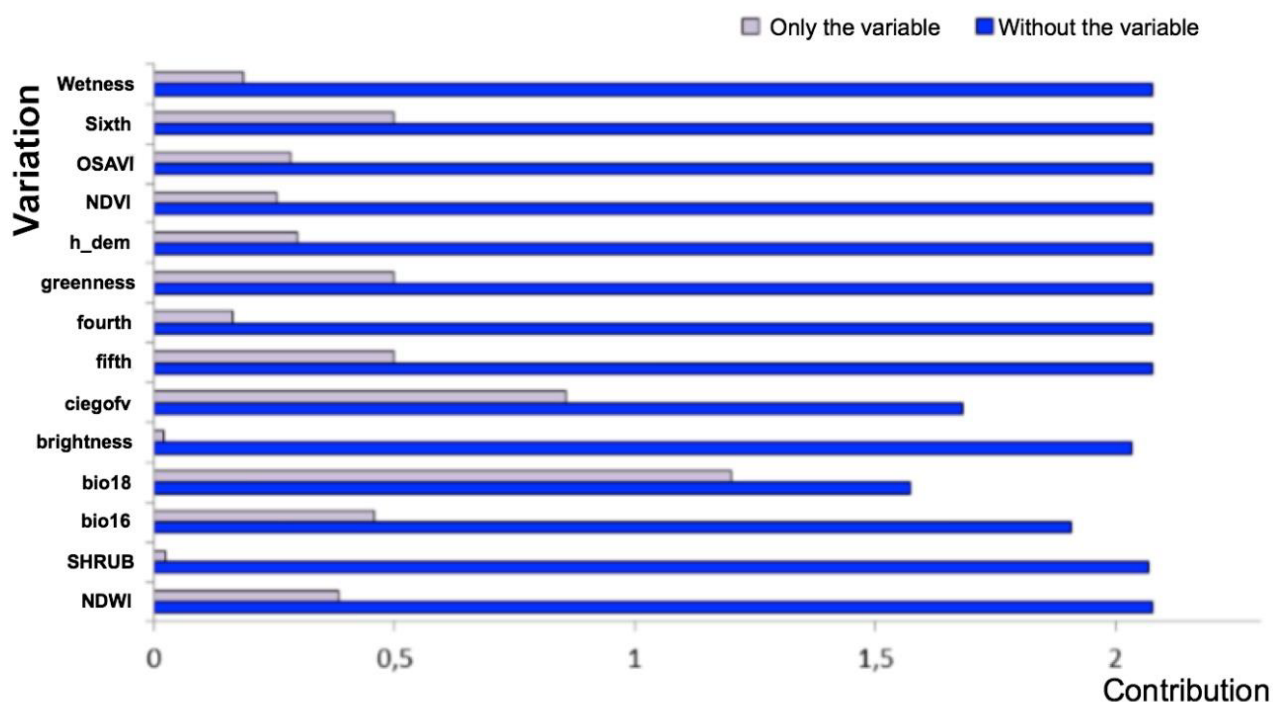


Fig. 7.11. Resultados del Jackknife desarrollado para evaluar la importancia predictiva de cada variable en la modelación del nicho ecológico de *Antigone canadensis nesiotis* (con datos de entrenamiento) en las sábanas del Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, Isla de Cuba. Las barras grises son “solo la variable” y las barras azules son “sin la variable”. Consulte el significado de los códigos en la Tabla 7.1.

Las gráficas sobre la contribución de cada variable, según sus valores, muestran solo cómo, en GHNCA, las variables predictoras fueron radicalmente diferentes a las de la isla, ya que no existía ni un solo patrón consistente con los mostrados anteriormente para el sitio anterior (Figura 7.12).

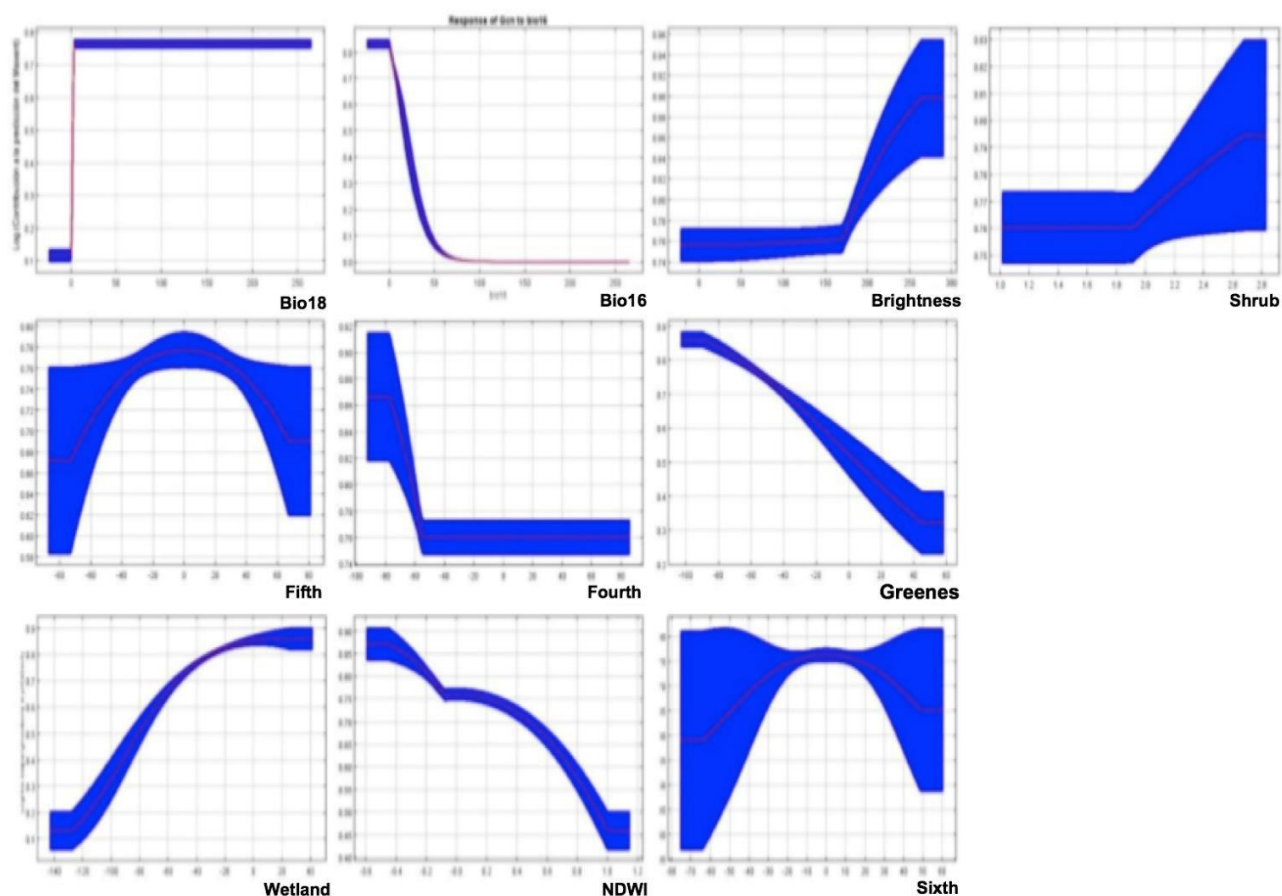


Fig. 7.12. Comportamiento de las variables predictivas utilizadas en la modelación del nicho ecológico de *Antigone canadensis nesiototes* en el Gran Humedal Norte en las localidades de Ciego de Ávila, Isla de Cuba. Desviación estándar del comportamiento en azul en todos los modelos, comportamiento promedio en rojo. Ver significado de los códigos en la tabla 7.1.

Los promedios de contribución (en %) de las variables a los 10 mejores modelos para GHNCA (Fig. 7.13) variaron de 0 (NDVI, OSAVI) a 52,1 (bio 18). Las desviaciones estándar más altas fueron para bio 18 (10,98) y bio16 (9,77). Un patrón similar está presente en la importancia del remuestreo de variables predictoras (Fig. 7.13) basado en los 10 mejores modelos de la Isla de la Juventud. “Precipitación en el cuatrimestre más caluroso” tuvo el mayor valor de importancia por remuestreo ($52,9 \pm 1,53$), mientras que para OSAVI, NDVI y altura, este valor fue nulo.

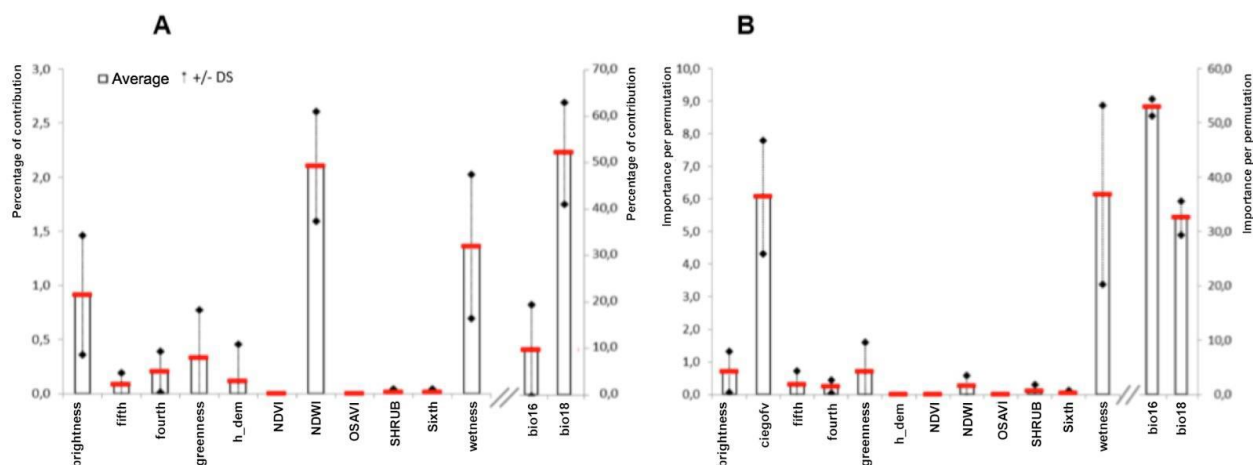


Fig. 7.13. Contribución en el porcentaje (*percentage of contribution*) (A) y valor de importancia (*importance of permutation*) (B) de las variables predictivas de los 10 mejores modelos de nicho ecológico de *Antigone canadensis nesiototes* en las localidades de Isla de la Juventud. Ver significado de los códigos en la tabla 7.1.

Teóricamente, la hipótesis de la conservación del nicho debe tener su fundamento empírico más sólido en la similitud de respuesta de los organismos a los factores ambientales, independientemente de la ubicación geográfica. Por tanto, la comparación directa de las variables del nicho puede ser el enfoque de análisis más directo. En este sentido, la disposición multidimensional no métrica mostró una clara separación en las condiciones ambientales entre los puntos en la isla de la Juventud y en GHNCA, que a su vez se agruparon (Fig. 7.14).

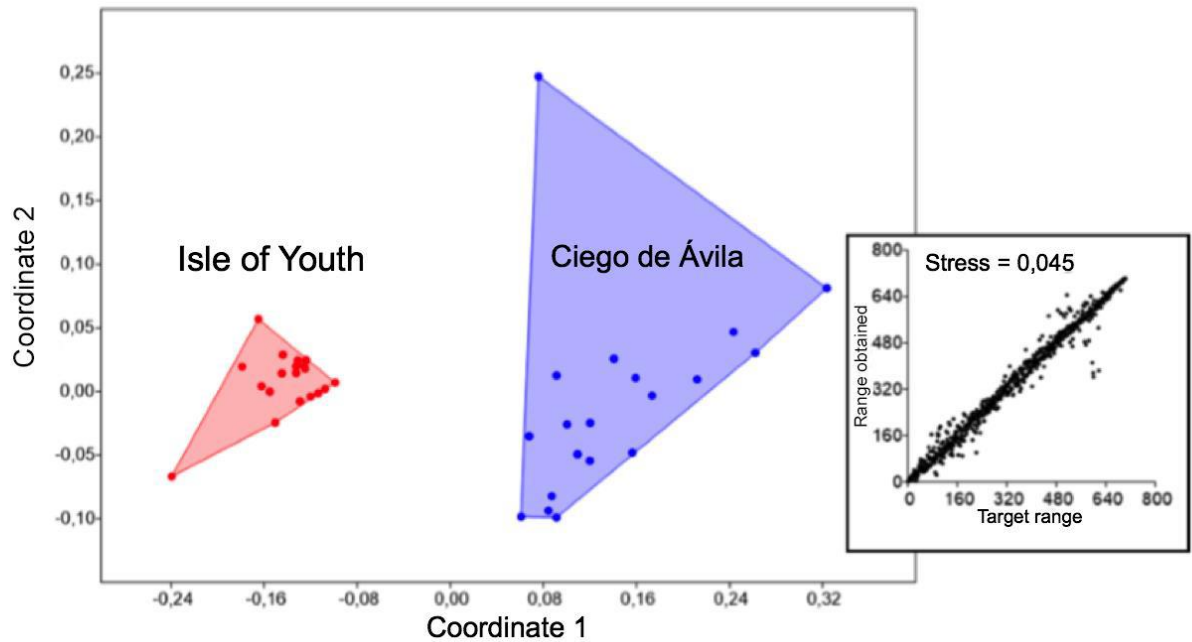


Fig. 7.14. Escalado multidimensional no métrico de variables climáticas, topográficas, espectrales y de vegetación en 20 puntos dentro del área de mayor probabilidad de presencia de *Antigone canadensis nesiotes* en el Gran Humedal de Ciego de Ávila Norte en la isla de Cuba (azul) y en la Isla de la Juventud (rojo).

La mitad de las variables continuas analizadas presentaron diferencias significativas entre ambos sitios (Figura 7.15), lo que no puede atribuirse al azar en el muestreo. Las mayores diferencias se dieron en las tasas de vegetación ajustadas al suelo (OSAVI), tasas de brillo, tasas de verdor y tasas de humedad. También hubo diferencias muy significativas en las precipitaciones.

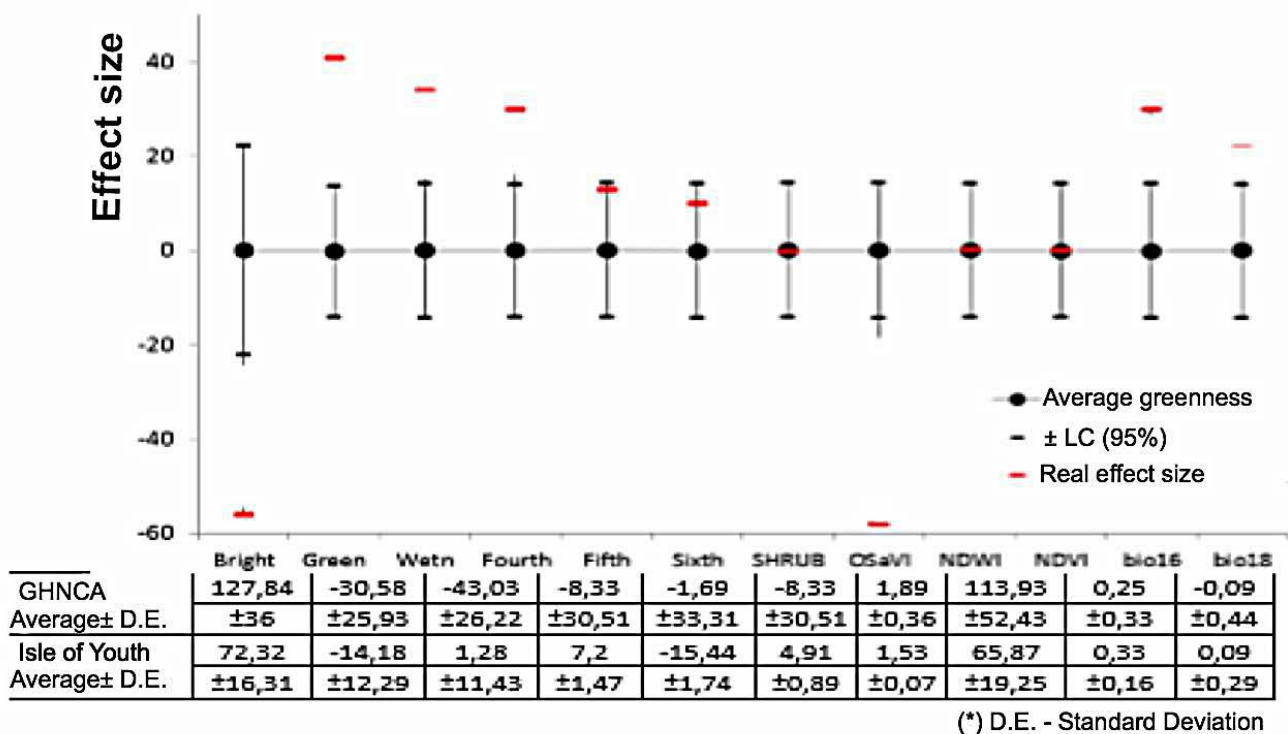


Fig. 7.15. Diferencias entre las variables ambientales (códigos en la Tabla 7.1) en las áreas de distribución potencial de mayor probabilidad de presencia de *Antigone canadensis nesiotés* en la Isla de la Juventud y el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, Isla de Cuba. Tamaño del efecto real y su relación con la distribución de posibles diferencias aleatorias, bajo la hipótesis estadística nula. Los puntos negros son el verdor promedio, las líneas negras son LC, y las líneas rojas son el tamaño del efecto real.

Además, se proporcionan las estadísticas descriptivas. Significado de las abreviaturas en la Fig. 7.1.

7.7 Discusión

La modelización predictiva de las áreas con presencia potencial de una especie puede contribuir significativamente a enfocar los esfuerzos de conservación en las áreas mencionadas. En el caso de una población de grullas tan restringida como la de *Antigone canadensis nesiotés*, estas herramientas pueden convertirse en instrumentos importantes. Los modelos de distribución potencial presentados brindan estas posibilidades. Su capacidad para discriminar presencias y ausencias, en el caso del modelo desarrollado para el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, probablemente esté relacionada con los tipos de hábitat relacionados con las grullas; en este caso,

solo prados y pastizales pantanosos. Esto implica que los datos de presencia se agrupan en determinadas zonas donde las características del hábitat son similares y, al mismo tiempo, completamente diferentes al resto de la zona, por lo que el modelo es muy preciso para determinar la presencia de esta subespecie. En el caso de la Isla de la Juventud, la situación no es similar, como describen (Gálvez Aguilera *et al.* 2005). La población presente en ese sitio utiliza más diversidad de tipos de hábitat (sábanas abiertas, semicerradas, pastos en recuperación, pinares abiertos y cerrados, playazos, etc.), lo que explica la baja sensibilidad y especificidad del modelo de distribución para este sitio.

En los modelos del nicho potencial de *A. c. nesiotés* obtenidos para ambos sitios. las variables relacionadas con la precipitación (“Lluvia en el cuatrimestre más caluroso” y “Lluvia en el cuatrimestre más lluvioso”) y altura del terreno fueron muy importantes, pero, al analizar los mapas que las incluyen, se detecta que este aporte es significativo sólo desde el punto de vista matemático y no es tan significativo desde el punto de vista biológico. Esto se explica por el hecho de que, en el caso de estas variables, en los sitios estudiados solo existen variaciones suficientes para diferenciar las áreas marinas de las terrestres, por lo que desde el punto de vista matemático hacen una gran contribución al modelo al separar regiones en todos los modelos, pero, como no tienen diferencias significativas en la extensión de terreno, no sirven para discernir áreas potenciales.

La poca influencia de la altura en el modelo de distribución potencial de *A. c. nesiotés* se esperaba en estos sitios, ya que estas zonas están compuestas principalmente por áreas planas con pocas elevaciones. Las elevaciones más notables, como la Cordillera de Cunagua en Ciego de Ávila o la Isla Turiguanó, presentan formaciones vegetales boscosas o características superficiales inadecuadas para esta especie. La poca variación en tierra de las variables relacionadas con las precipitaciones puede deberse a que, al ser Cuba una isla tropical alargada, las condiciones climáticas no presentan variaciones abruptas, por lo que las condiciones climáticas son bastante homogéneas en las zonas cercanas y las diferencias son demasiado pequeño para ser detectado. Además, la información de las estaciones meteorológicas empleada en las variables climáticas y utilizada en los modelos no tiene suficiente resolución espacial para modelar áreas pequeñas.

La estructura de la vegetación fue una de las variables con fuerte significación biológica que más aportó al modelo en ambos sitios, debido a que las grullas son aves que dependen mucho del hábitat donde se encuentran, principalmente de la fisonomía de las formaciones vegetales

presentes en el hábitat (Gálvez Aguilera 2002; Ferrer Sánchez 2008). Las grullas utilizan diferentes tipos de hábitats para alimentarse, como pastizales, sábanas, pantanos y pinares abiertos, con los que se relacionan principalmente durante la temporada en que crían a sus polluelos (Valentine 1981).

Gálvez Aguilera *et al.* (2005) informaron que la población de *A. c. nesiotés* en la Isla de la Juventud durante la época de reproducción se relaciona principalmente con sábanas naturales abiertas, payazos, pinares, sábanas con palmeras y pastizales en recuperación y Ferrer Sánchez *et al.* (2010) afirmaron que la población de esta subespecie en el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila utiliza únicamente los prados pantanosos para construir sus nidos. La vegetación que rodea el sitio seleccionado por *A. c. nesiotés* para construir su nido deben proteger a las grullas de los depredadores y evitar que sean visibles para otras parejas (Littlefield 2001). Además, en lo que respecta a las poblaciones de *A. c. tabida* y *A. c. rowanii* en el continente centro-norte, se ha reportado esta dependencia de la vegetación, debido a que pasan la mayor parte de su tiempo durante la temporada de reproducción en sitios con vegetación alta típica de praderas con pocas hierbas (Krapu *et al.* 1984; McIvor y Conover 1994). Actualmente, de las siete especies de grullas incluidas en la lista de especies en peligro de extinción de la UICN, la pérdida y degradación de sus hábitats es la causa más importante del declive de la población (Archibald 1981a, 1981b; Harris 1994).

En las zonas con mayor probabilidad de presencia de *A. c. nesiotés*, la abundancia de cuerpos de agua es muy importante, pues, en los ambientes con abundante agua, las grullas son capaces de obtener más alimento, ayudándolas a encontrar la energía que necesitan (Taylor y Smith 2005). También con mayor probabilidad de su presencia, están los prados pantanosos, sábanas con pinos y palmeras, sábanas de arena naturales silíceas y pinares sobre arena blancas como las formaciones vegetales predominantes, se ha descrito para otras subespecies no migratorias como la grulla de Florida (Williams 1978, Nesbitt y Williams 1990), que utiliza humedales de agua dulce poco profundos, praderas húmedas y sábanas, aunque también se ha adaptado para vivir en las praderas que actualmente cubren parte de sus territorios. Estas áreas con mayor probabilidad de presencia de *A. c.* Las notas obtenidas para GHNCA y la Isla de la Juventud son diferentes. Esto concuerda con lo descrito por Gálvez Aguilera *et al.* (1999) que la población de esta subespecie en la isla de la Juventud vive en un ecosistema único y diferente a las demás praderas que se pueden encontrar en el archipiélago cubano. En estas zonas existen diferencias (Torres 2010), debido entre otros motivos, a la invasión de especies exóticas como el Marabú (*Dichrostachys cinerea*) (Gálvez Aguilera 2002; Marrero 2003), que en el período de 2004 a 2010, se intensificó por la sequía. El sobrepastoreo

provocado por el ganado también juega un papel fundamental en la fragmentación de las áreas utilizadas por esta subespecie en este sitio (Gálvez Aguilera 2002). En el caso de GHNCA, casi la mitad del área con mayor probabilidad de presencia de *A. c. nesiotés* se encuentra dentro del Refugio de Fauna El Venero. Desde 2004 se iniciaron acciones de manejo en este sitio para proteger el hábitat de esta subespecie en esta área. Algunas de estas acciones son el uso de fuego controlado para favorecer hábitats apropiados de alimentación de las grullas en las praderas pantanosas y la retirada de ganado de los sitios de reproducción y cría de pichones. La ganadería afectó indirectamente a esta subespecie durante la época de reproducción, siendo más degradado el hábitat natural de la Isla de la Juventud (Torres 2010).

VIII. MEDIDAS DE CONSERVACIÓN PROPUESTAS PARA LA GRULLA CUBANA Y PRIORIDADES SUGERIDAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Se discute ampliamente el estado de las subpoblaciones de grullas grises en el archipiélago cubano, Medidas propuestas y aplicadas recientemente para la conservación de las once subpoblaciones considerando cambio climático global, pérdida de hábitat, colisiones con tendidos eléctricos, caza y pesticidas, entre otros. Se sugieren las prioridades para futuras investigaciones.

Por: Xiomara Gálvez Aguilera

VIII. MEDIDAS PROPUESTAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA GRULLA CUBANA Y PRIORIDADES SUGERIDAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

8.1 Conservación y estado general de la población

Introducción

Para las especies migratorias, la población de grullas es probablemente en exceso de 1,44 millones de individuos (Caven 2023; Seamans 2024). Las tres poblaciones no migratorias tienen una distribución restringida y un estimado colectivo de población muy reducido, siendo unos 6.240 individuos, incluidos aproximadamente 5.400 grullas de Florida, 140 grullas de Mississippi, y un poco menos de 700 grullas cubanas (USFWS 2018; Cox *et al.* 2020; Hereford y Dedrickson 2022; Caven 2023), Jones *et al.* (2005) y Johnson *et al.* (2005b) plantean la hipótesis de que los rangos reproductivos de las grullas grises migratorias y no migratorias eran casi siempre contiguos, por lo cual se puede suponer que las reducciones en el número y distribución de las grullas en los últimos dos siglos hicieron que las poblaciones se fragmentaran en rangos discretos.

Hasta diciembre de 2017, según los datos recopilados, la población de grullas cubanas había incrementado en >141 individuos más, durante el periodo entre 2002 y 2017. La estimación es basada en monitoreo realizado en solo dos de las 11 subpoblaciones existentes. La estimación actual es de **al menos 696 grullas** para el país. Esta cifra probablemente aumentará tan pronto como se realice un nuevo censo en el resto de las subpoblaciones que existen en las otras provincias de la isla de Cuba, como son:

En Sancti Spiritus, Pujol Luna (2012) consideró que el tamaño de la población aumentó en al menos parte del área total ocupada por la especie dentro del Parque Nacional Caguanes. En las provincias de Matanzas (Ciénaga de Zapata) y en Camagüey (Meseta de San Felipe), recientemente se han observado individuos. Esas poblaciones están bajo protección, pero no son monitoreadas, por lo que tampoco se conocen las cifras actuales.

Si bien la población cubana ha aumentado debido a algunas acciones realizadas en al menos dos de sus poblaciones y a pesar de que el 58,3% de ellas se encuentran en áreas protegidas, las poblaciones están fragmentadas en pequeños rebaños aislados y con posible aislamiento genético con mayor probabilidad para las que habitan separadas en las dos islas de mayor talla en el archipiélago cubano (la isla grande de Cuba y la Isla de la Juventud).

Ellas son vulnerables a eventos estocásticos como huracanes que aumentan progresivamente en intensidad y frecuencia. Se producen incendios desproporcionados, ya que no se utiliza fuego controlado periódicamente en las sábanas, sin que tengan otros espacios para volar porque persiste la reducción de los espacios actuales producida por plantas invasoras. El equilibrio hidrológico se ha modificado en muchos de los humedales cubanos. Ha comenzado la salinización de algunos humedales costeros. Esta situación se agravará, debido a los cambios climáticos previstos para las zonas bajas, en las costas del país.

Debe decirse que tales condiciones generalmente siguen siendo las mismas que fueron consideradas por Meine y Archibald (1996a) para ser incluidas en la (Ley de especies en peligro de extinción de 1973). Al menos, para Cuba, Gálvez Aguilera (2002), Gálvez Aguilera y Chávez Ramírez (2010) y Gálvez Aguilera y Ferrer Sánchez (2012) consideraron *Antigone canadensis nesiotis* una subespecie en peligro de extinción y hoy lo ratificamos.

8.2 Medidas propuestas y adoptadas

8.2.1 Cambio climático global

Los humedales costeros y marinos están disminuyendo rápidamente. Más del 64 por ciento han desaparecido desde 1900, en Cuba el 30 por ciento de las áreas protegidas son humedales (CITMA 2004) Estos lugares incluyen una amplia variedad de tipos de hábitats y mantienen numerosas especies de flora y fauna, algunas de ellas raras o en peligro de extinción.

Los sitios Ramsar en Cuba son seis: 1) Buenavista, ubicado en la región central de Cuba, entre las provincias de Villa Clara y Sancti Spíritus e incluye el área protegida del Parque Nacional Caguanes; 2) La Ciénaga de Zapata, una Reserva de la Biosfera, ubicado al sur de la provincia de Matanzas; 3) El Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, cubriendo casi toda su zona marítima y el humedal de sábanas temporalmente inundadas; 4) Desembocadura del Río Máximo ubicado al norte de la provincia de Camagüey; 5) El Delta del Cauto, al sur de la provincia Oriental, y 6) La Ciénaga de Lanier y Sur, ubicada en la Isla de la Juventud. Cuatro de las subpoblaciones de grullas cubanas están incluidas en los sitios Ramsar. Actualmente se encuentran en proceso dos nuevas propuestas para Cuba, para la Península de Guanahacabibes y el Humedal Sur de Los Palacios, ambas en la provincia de Pinar del Río (CITMA 2004).

Con la segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de Cuba, La Habana, República de Cuba (2015), se cierra un ciclo que inició en 2008, ratificándose la alta prioridad y compromiso internacional del Estado cubano con el problema del cambio climático. Se usaron los resultados de la investigación realizada en el marco del proyecto "Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana, asociados a la subida del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100". Con base en lo anterior, es posible afirmar que la plataforma insular de Cuba y la forma en que los mares adyacentes se relacionan con el océano deben sufrir cambios significativos, entre ellos:

- Reducción significativa en las zonas bajas de la isla de Cuba, en el grupo de cayos y en la Ciénaga de Zapata, junto con la desaparición de numerosos cayos con elevaciones menores a 0,5 m.
- Aumento de las fluctuaciones de las mareas y variaciones no periódicas del nivel del mar.
- Líneas costeras en retroceso, alcanzando un máximo de siete km.
- Mayor velocidad de las corrientes oceánicas.
- Aumento de la profundidad de la plataforma insular de Cuba.
- Mayor intercambio entre el océano y los mares adyacentes.
- Cambios en la distribución espacial de sedimentos a lo largo de la costa.

Este escenario marino costero, combinado con la disminución de las precipitaciones, reforzará el potencial déficit de agua dulce, debido al impacto de la intrusión de agua de mar en los acuíferos costeros. Tal situación conduciría a una reducción significativa en el suministro de agua subterránea y, en acuíferos costeros más lentos, podría representar la salinidad permanente de sus reservas. El sector de los recursos hídricos será uno de los más afectados, lo que tendrá importantes implicaciones en otros recursos y sectores.

En el futuro, se ampliará la competencia entre la disponibilidad de agua y la creciente demanda humana. La pérdida de biodiversidad principalmente en las zonas costeras también tendrá un efecto negativo. Entre las zonas costeras pronosticadas con los mayores impactos de este evento se encuentran cinco Sitios Ramsar y varios humedales reconocidos internacionalmente para la conservación de aves (IBA), donde se ubican poblaciones de 14 especies en peligro de extinción a escala nacional y global que, por su limitada distribución en el territorio cubano, son consideradas emblemáticas para la conservación, según Raffaele *et al.* (1998), Gálvez Aguilera (2002), Garrido y

Kirkconnell (2011), González *et al.* (2012) en 5to INFORME NACIONAL AL CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA REPÚBLICA DE CUBA (2014). Dentro de estas 14 especies prioritarias, por primera vez se incluye a la Grulla cubana junto a otras como los loros y el flamenco, quienes comparten hábitat con varias subpoblaciones de la grulla gris (Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de Cuba, La Habana 2015).

En el país se está desarrollando una Estrategia para enfrentar el Cambio Climático para el sistema de Áreas Protegidas, que actualmente permite la introducción de importantes medidas de adaptación y mitigación para ayudar a enfrentar el cambio climático, que incluyen:

Un grupo importante de programas sectoriales nacionales, como: Programa Nacional Forestal, Programa de Uso Racional y Ahorro de Agua, Programa de Mejoramiento y Conservación de Suelos, Programa de Combate a la Desertificación y Sequía (basado en Manejo Sostenible de Tierras), Programa de Lucha contra Transmisores de Enfermedades, que incluye especies exóticas invasoras, entre otras. En el ámbito ambiental, se están desarrollando un conjunto de proyectos con financiamiento internacional, entre ellos: Bases para la sostenibilidad alimentaria local (COSUDE, PNUD, Unión Europea); Ecosistema Sábana Camagüey (GEF, PNUD); Gestión sostenible de la tierra (FMAM, PNUD, FAO, PNUMA); Prevención, Manejo y Control de Especies Exóticas (GEF, PNUD); Conservación de Ecosistemas Montañosos Amenazados (GEF, PNUD), para cumplir con los fundamentos legales que eliminarán o mitigarán los efectos nocivos del cambio (Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático de Cuba, La Habana 2015).

Si ciertamente se llegaran a aplicar en un futuro cercano estas medidas generales, las grullas y su hábitat también pueden beneficiarse considerablemente.

8.2.2 Pérdida de hábitat

Todas las poblaciones y subespecies de grullas grises son vulnerables a la pérdida de hábitat. En las áreas de reproducción y alimentación, los cambios en la producción agrícola o la pérdida total de tierras agrícolas, causada por el cambio climático global, la extracción de minerales y la urbanización, son riesgos potenciales a largo plazo para las poblaciones de grullas (Archibald y Mirande 2010; Krapu *et al.* 2011).

Las grullas grises cubanas, tanto en las zonas de cría como de alimentación, han sufrido cambios, reducción y pérdida total de hábitat producidos por la producción agrícola. En el mapa de distribución cartográfica de las sábanas originales parcialmente inundadas de la isla de Cuba (Fig 1.1, Capítulo I), se puede observar que las poblaciones de grullas que existen hoy en día están aisladas dentro de los fragmentos que quedaron de estas grandes extensiones de sábanas ocupadas hoy por cultivos agrícolas. Las sábanas originales se han convertido principalmente en plantaciones de tabaco (29.600 ha), caña de azúcar (1.720.791 ha) y arroz (600.000 ha) en EcuRed (2010), que junto con la ganadería extensiva se agregan a otras perturbaciones, como la extracción de turba, el sobrepastoreo del ganado y la introducción de plantas de crecimiento rápido que cierran los espacios abiertos. Estos problemas particulares para cada subpoblación fueron discutidos en el Capítulo II.

La política hidráulica dirigida a incrementar las reservas de agua en el país para diferentes propósitos, con planes de desarrollo integral, incluida la producción de alimentos, planteó el complejo dilema de tener que compartir los recursos hídricos entre la sociedad y la naturaleza. La construcción de grandes obras hidráulicas (embalses, sistemas de drenaje y pozos), infraestructura vial y una mayor explotación de los acuíferos, han generado serios cambios en las funciones de los humedales. Diferentes humedales están dando paso a especies vegetativas tanto exóticas como nativas que están mostrando un comportamiento invasivo, asociado a un manejo silvícola inadecuado.

La ocurrencia de eventos alternos de sequía con huracanes es uno de los problemas más preocupantes en todos los humedales del país, no solo por sus efectos directos sobre los diferentes componentes de los ecosistemas, sino también por su estrecha relación con la ocurrencia de grandes incendios de magnitud en el bosque. Cuando los incendios ocurren naturalmente o son controlados correctamente por el hombre, juegan un papel positivo en el saneamiento del ecosistema. Sin embargo, las estadísticas muestran que los actuales regímenes de incendios en Cuba se han alejado de parámetros aceptables, generando nuevas amenazas a la biodiversidad: mortalidad repentina de la población animal, destrucción de los valores escénicos naturales, pérdida de nutrientes, alteración del ciclo hídrico y afectación del agua y la calidad del aire como consecuencias (Reyes y Volpedo 2013).

La población humana que habita en humedales tiene factores socioeconómicos que llevan a un escaso aprovechamiento del potencial en beneficio de la población local y, en consecuencia,

fomentan prácticas no amigables con el medio ambiente. La característica paradójica de ser un área donde la naturaleza converge con amplios recursos naturales y una población con un bajo nivel de bienestar material y social, crea un marco favorable para la aparición de actividades nocivas, como la caza furtiva y la pesca insostenible, la tala ilegal de los bosques, incendios que, junto con otros impactos, contribuyen a la degradación del hábitat circundante (Reyes y Volpedo 2013).

8.2.3 Medidas propuestas y tomadas para cada provincia

Pinar del Río (Tres Canas): se propuso en 2002: La extracción de bovinos y porcinos de crianza extensiva. La solicitud se cumplió en la década del 2000, pero hoy se desconoce el estado de este grupo de grullas porque esta especie no está siendo monitoreada.

Isla de la Juventud: Expandir los límites actuales del área protegida Los Indios en 670 hectáreas; realizar limpieza manual de áreas específicas que se han cerrado por la invasión de marabú o sicklebush (*Dichrostachys cinerea*); restringir la transferencia y manejo del ganado durante la temporada reproductiva, así como aplicar el uso prescrito de fuego y solicitar a la compañía eléctrica que señalice el cable de alta tensión entre el Pueblo La Victoria y el Hotel Colony, que atraviesa dos áreas de anidación de las grullas en la sábana de Sigüanea, fueron las medidas propuestas en 2002. Se inició la extracción de Marabú en 2005, pero debido a problemas económicos la actividad se detuvo durante muchos años y hasta 2016 se retomó moderadamente esta actividad. El ganado que ingresó a la reserva fue confinado, el uso del fuego no fue autorizado por la ley forestal, ni se aprobaron oficialmente los nuevos límites de la reserva, aunque localmente se mantiene protegida la zona propuesta de 670. La señalización de la línea de alta tensión se descartó en 1996, por falta de recursos económicos. Se sigue custodiando y monitoreando las poblaciones y se conoce que han incrementado su número.

Sancti Spiritus: Extracción de Marabú y búfalos de agua (*Bubalus bubalis*), así como la confirmación del sitio de anidación de grullas, fueron las medidas propuestas en la década de 1990 y de ellas algunas se han cumplido. El marabú se ha reducido, pero todavía está presente en una escala moderada la zona; los búfalos no fueron removidos y se encontró y verificó el sitio de anidación dentro de la Ciénaga las Guayaberas, conocido como Cayo Bomba, pero no hubo monitoreo de los nidos posterior a esa fecha. Las grullas están siendo monitoreadas solo en el área de alimentación. La Ciénaga de las Guayaberas se incluyó en el Parque Nacional Caguanes, declarado sitio Ramsar. Pujol Luna (2012) propuso que el plan de medidas fuera reformulado y

supervisado por el Parque Nacional Caguanes intensificando la eliminación de las plantas invasoras, extrayendo el ganado, colocando trampas para gatos y perros asilvestrados y haciendo un plan selectivo para el pez bagre. Hasta la fecha no se ha llevado a cabo esta propuesta tampoco.

Ciego de Ávila: En la década de los noventa se propuso a El Venero como Área Protegida a nivel provincial, (luego fue incluido en la red nacional gracias al trabajo con las grullas), se construyó una microestación biológica y se inició el monitoreo de la población y la protección del sitio desde 1994 con apoyo de la ICF. También se propuso, en la Dirección de Flora y Fauna de esa provincia, extraer el marabú o sicklebush (*Dichrostachys cinerea*), la Casuarina (*Casuarina equisetifolia*), el búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) así como suspender la caza legal de aves en un coto de actividad cinegética que radica en zonas vecinas al área donde se alimentan las grullas, dentro del propio humedal. Se sugirió, además, concertar convenios con la Empresa de Servicios Hidráulicos Ciego de Ávila (EAH CA), para regular el vertimiento excesivo de agua a los canales artificiales que desembocan en el gran humedal (Gálvez Aguilera 2002). Los búfalos en su mayoría fueron sacados del Venero en 2002-2003; el cambio favorable en los vertimientos de los canales se produjo hasta 2002 con el cierre y desaparición de los ingenios azucareros. La casuarina y el marabú continúan cerrando los pastizales y el humedal. Sin embargo, las medidas como la protección del área desde 1994; las campañas educativas con apoyo de la ICF en comunidades cercanas al humedal; el plan de actividades de seguimiento y gestión de la población, tales como: el uso de un régimen de fuego controlado y sistematizado; la extracción de ganado (búfalos) de la zona de anidación, así como la recuperación paulatina del régimen hidrológico del humedal, han permitido que la población de esta zona se incremente 2,2 veces más que en la Isla de la Juventud en los últimos 14 años.

Ciénaga de Zapata: se propuso a los Directores del Parque Ciénaga de Zapata la eliminación de Cayeput (*Galaleuca quinquerem*), antes de iniciar el uso del manejo del fuego en La sábana de San Lázaro. Fabricación de corrales, para manejo intensivo de ganado (*Bos Taurus*); una campaña de esterilización de perros en la comunidad de Santo Tomás (frecuentemente son abandonados y se vuelven salvajes), y se inició una negociación con la compañía eléctrica para señalizar los dos tramos de cables de alta tensión que dividen el área de alimentación de las grullas, que no siguió su curso. Las medidas recomendadas hasta ahora no han sido implementadas, sin embargo, en medidas generales que prometen ser tomadas para el país, Zapata fue incluida para llevar a cabo algunas acciones incluidas en las propuestas (CITMA 2014) y existe interés por parte de unos biólogos de comenzar a monitorear la población nuevamente.

Camagüey, Meseta de San Felipe: La propuesta fue elevada al Consejo de Ministros desde la década de los noventa, con el fin de ser declarada reserva de florística, lo que ayudaría a conservar esta zona y las grullas, pero aún se encuentra en proceso de aprobación, lo cual se dificulta porque la zona constituye una importante reserva de níquel con posibilidad de ser explotada en el futuro y poner en peligro a las grullas.

8.2.4 Medidas generales

En el Informe Nacional, que cumple con lo dispuesto en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, Resolución 65/161 de la Asamblea General de las Naciones Unidas para el período 2011-2020, en la implementación del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica, entre muchas acciones importantes, Cuba considera:

Se complementó y actualizó la lista de especies de plantas invasoras presentes en la Ciénaga de Zapata. Identificamos ocho especies de plantas invasoras con alta incidencia y agresividad en los ecosistemas del territorio: *Melaleuca quinquenervia* (cayepút), *Dichrostachys cinerea* (hoz de hoz), *Acacia farnesiana* (huisache), *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Mimosa pigra* (weyler), *Myriophyllum pinnatum* (miriofilum), (orquídea de hoja cortada) y *Oetaceocla maculada*; así como las formaciones vegetales que están recibiendo la mayor incidencia de ellas, como una herramienta importante para apoyar el manejo de conservación-focalización.

En 2011 se inició la implementación de un Proyecto GEF / PNUD, cuyo objetivo es mejorar la prevención, control y manejo de especies exóticas invasoras en ecosistemas vulnerables de Cuba. Este proyecto abarca todo el territorio nacional y tiene planificadas 7 áreas de intervención y unos 50 sitios de trabajo, entre ellos el Pantano de Zapata, Las sábanas de arena blanca en la Isla de la Juventud, Ciego de Ávila y Sancti Spiritus (humedales del norte).

El informe de país incluye a las grullas y su hábitat como una prioridad entre 14 especies de aves para los humedales de importancia nacional. Teniendo en cuenta que la grulla cubana comparte hábitat en la mayoría de los sitios con otras especies de la lista, como el loro y el flamenco cubano, esta medida reforzará la atención a nivel nacional, con acciones para mitigar los efectos señalados para la mayoría de los casos. especies en áreas donde hay subpoblaciones de grullas y su protección es imperativa. Sin embargo, estos planes han quedado truncados y no se han llevado a cabo aún.

8.2.5 Colisiones con líneas eléctricas

Durante décadas, se ha documentado la mortalidad de las grullas cubanas como resultado de colisiones con líneas de transmisión de alto voltaje. 10 *A. c. canadensis* muerta cerca de una línea al sur del río North Platte en Nebraska, 1945 (Walkinshaw 1956); 22 *A. c. tabida* en el Valle Central de California a mediados de la década de 1980 (Schlorff 2005), 52 cerca de Mound Lake, 1978 (Tacha *et al.* 1979). Estudios más recientes sugieren que las colisiones son mucho más frecuentes que lo que habían indicado las búsquedas debajo de los cables de alta tensión, porque muchas aves se lastiman en la colisión, pero todavía se pueden alejar del sitio (Murphy *et al.* 2016).

En general, la mortalidad resultante de colisiones con líneas eléctricas se asoció con las inclemencias del tiempo (p. Ej., Vientos fuertes, niebla, tormentas de polvo, ventiscas), pero las colisiones también pueden ocurrir durante la noche si los sitios de descanso son perturbados por depredadores, o de forma no natural por cazadores de aves acuáticas que llegan cerca sitios de descanso en las horas previas al amanecer en Daniel Gerber (2015). Se colocaron pelotas de aviación anaranjadas en líneas problemáticas en los Refugios Nacionales de Vida Silvestre en Oregon y California. En Nebraska, las bolas de aviación amarillas redujeron las colisiones en un 54% (Morkill y Anderson 1991). Investigaciones recientes demuestran que los sistemas anticolidión de aves ultravioletas pueden reducir las colisiones >88% (Baasch *et al.* 2022).

Las medidas de mitigación para reducir las colisiones con líneas eléctricas en los Estados Unidos incluyen: Gestión del hábitat para reducir los vuelos de aves a través de los corredores de líneas eléctricas gestión de perturbaciones humanas para reducir los vuelos de escape a través de los corredores de las líneas eléctricas; colocar líneas cerca de árboles altos o características del paisaje para alentar a las aves a volar sobre las líneas, aumentando la visibilidad de las líneas eléctricas con diferentes tipos de marcadores de líneas eléctricas (Brown y Drewien 1995; Baasch *et al.* 2022).

Las colisiones con las líneas de transmisión son una causa importante de muerte especialmente en poblaciones pequeñas, en el caso de *A. c. nesiotas*, se agrava por la dificultad de encontrar cadáveres de aves cuando se realizan búsquedas sistemáticas en grandes áreas que rodean la línea de transmisión de mortalidad, y por la posibilidad de que las aves lesionadas continúen volando a cierta distancia después de golpear los cables, muriendo lejos del área de colisión, por lo que el número de muertes por esta razón, probablemente se subestima en Cuba.

Las grullas en Cuba generalmente se encuentran en lugares bastante alejados del desarrollo urbano y las líneas eléctricas, con la excepción de la Isla de la Juventud y la Ciénaga de Zapata.

Fuera del Área Protegida de Los indios, isla de la juventud, existen áreas de alimentación y descanso de las grullas y algunos nidos también; una carretera bordeada por líneas eléctricas que abastecen de energía eléctrica al Hotel Colony, divide esta extensión. Se reportaron dos colisiones, una en 1990 y otra en 2001. Esta situación fue analizada con la empresa eléctrica de la Isla de la Juventud y se propuso la señalización con esferas naranjas, lo cual por problemas económicos aún no se ha conseguido. También se sugirió durante el festival de educación ambiental en la Ciénaga de Zapata a finales de los años noventa, pero, por la misma razón, nunca se pusieron.

8.2.6 Caza

Preocupados por la posible extinción de las grullas grises a principios del siglo XX, Estados Unidos y Canadá establecieron un cierre general de la caza en 1916 en virtud de la Ley del Tratado de Aves Migratorias. Después de 44 años (1916 a 1959) sin temporadas de caza legales, la caza se reanudó en 1959 en Saskatchewan (Drewien *et al.* 1975). Todas las poblaciones migratorias están actualmente sujetas a la caza, con reglas y regulaciones específicas para cada población. Las especies secundarias migratorias ahora se cazan en dos provincias canadienses (Saskatchewan y Manitoba), 14 estados de EE. UU. y México.

En el caso de poblaciones no migratorias, ni la población de Florida ni la población de Mississippi son cazadas legalmente.

La población de grullas cubanas está protegida legalmente también.

Según Fernandez Montaner (1968) y Garcia Montana (1987), en Gerber (2015), la gente los caza para alimentarse. Si bien es cierto que en el pasado se consumían grullas en varias provincias del país, esta situación ha cambiado desde mediados de la década de 1990, debido a las campañas publicitarias que se han realizado a favor de las grullas y a los sistemas de vigilancia implementados por diferentes organismos que gestionan las zonas donde viven. Hoy en día, esto ocurre solo en situaciones aisladas como la caza furtiva, que aún no se ha erradicado por completo.

Otra afectación presente asociada a la caza es la proximidad de algunas subpoblaciones de grullas cercanas a cotos legales de caza -regulados por normativa para aves sinérgicas- generando

disturbios y posiblemente una eventual amenaza de muerte por accidente, aunque no conocemos ningún caso.

8.2.7 Consumo de metales y otros objetos

Un individuo de *A. c. tabida*, muerta por cólera aviar en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Monte Vista, Colorado, en marzo de 1984, también fue atacada por envenenamiento por plomo. Se diagnosticó envenenamiento por plomo para un individuo de *Antigone canadensis canadensis* moribundo encontrada cerca de Grand Island, Nebraska, en abril de 1984. Caven y Wiese (2025) documentaron envenenamiento por plomo agudo en siete grullas canadienses en Nebraska que tenían acceso a plomada restante expuesta por una restauración de humedal durante la migración de la primavera.

Para Cuba no hay informe al respecto, pero no es común encontrar cadáveres de grullas en áreas protegidas, solo el personal autorizado tiene acceso y no existe un monitoreo intensivo y sistemático de todas las subpoblaciones.

Sin embargo, la probabilidad de ingestión de plomo puede ser alta en las poblaciones cerca de las áreas de caza. La frecuencia de tormentas tropicales y huracanes en el país hace que el fondo del humedal se convierta en turbulento y lleve la munición a la superficie. Las lluvias asociadas con las tormentas desbordan los humedales. En Yucatán, Schmitz *et al.* (1990) realizó e investigó 100 cadáveres de flamencos que habían perecido por envenenamiento por plomo, encontrados en humedales y pastos acuático en Celestún después del huracán Gilbert en 1988. Presumiblemente las grullas en Cuba puedan consumir plomo accidentalmente luego de inundaciones y frecuentes huracanes que azotan el país.

Se han encontrado grullas as en Florida con una variedad de objetos extraños en sus mollejas, como:

Un taco de plástico de un cartucho de escopeta, una rueda de tractor de juguete, el núcleo de una pelota de golf, una junta de goma, una pelota de goma y, más comúnmente, trozos de mantillo de plástico que se usa en largas hileras de cultivos de hortalizas para conservar la humedad y reducir el crecimiento de malezas (Folk *et al.* 2001).

La amenaza existe para algunas subpoblaciones cubanas, aunque no se haya documentado, por ejemplo, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila y Ciénaga de Zapata, que tienen poblados y asentamientos

humanos cercanos, es posible encontrar restos de basura, plásticos y metales en el borde del humedal, que se dispersan durante las frecuentes tormentas y lluvias torrenciales.

8.2.8 Plaguicidas

Daniel Gerber (2015) cita a Lewis (1974) quien reporto que grullas colectadas en el sur de Texas tenían altos residuos de epóxido de heptacloro, quizás acumulados en áreas tratadas para el control de hormigas. También se encontraron altos niveles de heptacloro en suelos de estiércol para el cultivo de hortalizas; En los estados del noroeste del Pacífico, Mullins *et al.* (1979) in Daniel Gerber 2015, informaron sobre los huevos de *Antigone canadensis* recolectados en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Malheur (Oregón) y en los Refugios Nacionales de Vida Silvestre Bear Lake y Grays Lake (Idaho) contenían plomo, mercurio y DDE. El DDT estaba presente en los 35 huevos evaluados, excepto en uno del lago Grays y tres del lago Bear. Otro plaguicida que se presenta con menor frecuencia es el hexaclorobenceno (BHC). El manejo de pesticidas no se ha descrito específicamente para las grullas grises. Presumiblemente, las medidas diseñadas para proteger los sistemas ecológicos en general serán suficientes para proteger a las grullas en la UE (Daniel Gerber 2015).

En Cuba, no se han realizado estudios al respecto, pero los cultivos de caña de azúcar, arroz y tabaco que ocupan grandes extensiones de tierras conllevan el uso de pesticidas que afectan los humedales y sábanas cercanas al hábitat de las grullas en muchas subpoblaciones.

Reyes y Volpedo (2013) brindan un panorama general de los resultados preliminares del proyecto "Evaluación ambiental integrada de los humedales prioritarios cubanos, amenazas actuales y potenciales, en el marco del programa, restauración de ecosistemas degradado".

8.2.9 Presiones

Que el servicio de regulación de los ciclos y procesos biofísicos del humedal se ha visto afectado, debido a la captación de aguas superficiales y subterráneas para uso agrícola, industrial y urbano y al aporte antrópico de grandes cantidades de agroquímicos de las áreas de desarrollo agrícola, industrial y uso doméstico.

Sin embargo, el Informe Nacional de Ramsar para la COP12 (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente 2015) afirma: Para el manejo integrado de cuencas, se están ejecutando 11

programas de trabajo en los principales humedales del país. Estos programas permiten planificar, ejecutar y controlar las acciones que se llevan a cabo en las cuencas hidrográficas, con el propósito de incrementar la gestión integral de los recursos hídricos, destinando inversiones para reducir la contaminación, minimizar la erosión y ampliar la educación y cultura ambiental.

Esto está bajo la supervisión del programa nacional para la conservación de la biodiversidad y, presumiblemente, las medidas diseñadas para proteger los sistemas de control ecológico establecidos para el país en general serían suficientes para proteger a la grulla cubana, de ser realmente aplicadas.

8.2.10 Estrés

La corticosterona es el esteroide suprarrenal principal en el plasma sanguíneo de las especies de aves. La corticosterona se usa a menudo como un indicador de estrés en las aves y se sospecha que afecta su salud en general (Hadley 1996). *A. c. canadensis* de la población continental central que invernán en México tienen niveles más altos de corticosterona cuando ocupan humedales pequeños y efímeros en comparación con las grullas que ocupan cuerpos de agua más grandes y permanentes (Barcelo Llanes 2012).

Tanto en la isla de Cuba como en la Isla de la Juventud, las sub-poblaciones de grullas que habitan grandes humedales, como las que se encuentran en espacios reducidos, sufren frecuentes alteraciones humanas, tanto en sus áreas de alimentación como de anidación (ver Capítulo II). Este factor debería ser objeto de estudios futuros para corroborar el nivel de estrés.

8.3 Prioridades para la investigación futura

Quizás la vía más importante para la investigación futura sobre las especies de grullas grises es la aplicación continua de herramientas genéticas modernas (por ejemplo, Phymer *et al.* 2001; Petersen *et al.* 2001; Glenn *et al.* 2002; Petersen *et al.* 2003; Jones *et al.* 2005a, 2005b, 2005c; Henkel (2009), para responderse preguntas sobre las relaciones entre poblaciones y subespecies en (Daniel Gerber 2015).

Para *Antigone canadensis nesiotes* existe una brecha de información relacionada con el tamaño de las poblaciones ubicadas entre 1995-2002, que aumenta hasta 2017. Es posible que la tendencia y el estado de conservación de las grullas grises cubanas no se conozcan completamente hasta que

podamos determinar si los números aumentan o disminuyen con el tiempo (Gálvez Aguilera y Chávez Ramírez 2010). Aunque se han realizado varios estudios sobre la ecología de la especie, todavía no son suficientes.

8.3.1 Hábitat y tamaño de la población, para la grulla gris cubana

Las medidas de manejo deben actuar como un proceso adaptativo que equilibre riesgos y beneficios y ajuste las recetas de manejo, de acuerdo con el avance en el conocimiento científico específico de las pequeñas poblaciones que están tratando de reasentarse dentro de su rango de distribución original (Dietzman y Swengel 1994).

Para la grulla canadiense cubana, en peligro crítico de extinción, el hábitat disponible se redujo y fragmentó, lo que hace que las subpoblaciones sean pequeñas y divididas. Las medidas de mitigación para conservar y mejorar los reductos de sabanas naturales de las que dependen serán particularmente importantes en la creación de acciones de conservación de corto, mediano y largo plazo como estrategias de manejo.

8.3.2 Información para localizar otras posibles poblaciones de grullas en el archipiélago cubano

En el Capítulo II, se relacionaron las presiones existentes sobre las grullas y los hábitats de cada subpoblación. La información disponible sobre el tamaño actual de las subpoblaciones es incompleta, excepto en las cuatro poblaciones donde el conteo se realizó antes de 2002. En la última década, el censo se ha actualizado solo en dos de estas cuatro poblaciones.

El conocimiento del tamaño real de la población de grullas en el país es necesario para poder predecir las subpoblaciones que presentan mayores riesgos en el corto y mediano plazo y establecer acciones para su permanencia y recuperación.

Se deben revisar todas las localidades donde se detectaron pequeñas poblaciones de grullas en la década de 1990 y se debe corroborar si están bajo protección. En caso negativo, se deberá notificar a las autoridades ambientales provinciales para su inclusión, al amparo del Decreto Ley N° 300, de 20 de septiembre de 2012, (Resolución 122/2010, del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). Este decreto establece en el Plan Estratégico 2009-2013 del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, identificar todos los espacios naturales del territorio nacional (con interés para la

conservación *in situ*) y que reconoce un cierto nivel de aprobación legal hasta que sean declarados áreas protegidas. Esta evaluación constituye una prioridad.

Dada la situación en la distribución y estado poblacional de *Antigone canadensis nesiotis*, enumeraremos por provincia, las localidades en las que hubo pequeñas bandadas de la especie, y otras donde puede haber probabilidad de encontrarlas según el sistema de las encuestas y revisiones aplicadas en la década del 2000:

Pinar del Río, al norte: confirmar en el municipio de Mantua, (concejo popular de Macurije) en las fincas Tres Canas y Las Menudas, la situación actual de los reductos de poblaciones de grullas encontradas antes de 2002.

Sería recomendable revisar también los reductos de humedales costeros entre Arroyo de Mantua, la zona costera del municipio de Matahambre hasta la parte costera frente al municipio de Viñales (incluido Cayo Jutías). Existen informes no confirmados, sobre las entrevistas realizadas por Gálvez Aguilera y Rivera José en la década de los noventa.

En la zona sur de esta provincia, en el municipio Los Palacios, corroboran el informe de Rodríguez Gómez y Alonso (1999) para San Diego de Los Baños.

Matanzas, Norte: Ciénaga de Majaguillar: Hay presencia confirmada de grullas a finales de los noventa, pero es necesario conocer el estado actual de esta población.

En el sur de Matanzas: Revisar los fragmentos de humedales en el Municipio Aguada de Pasajeros, con pequeños espacios en los cultivos de caña de azúcar y arroz, donde quizás las grullas de la Ciénaga de Zapata puedan alimentarse por su cercanía. Revisar Cayo Diego Pérez y confirma o no el relato de Barbour (1943).

Sancti Spiritus Sur: Verificar el municipio de La Sierpe, los humedales costeros en los consejos populares; Las Nuevas y Hato del Jibaro, cerca de los ranchos ganaderos donde los vaqueros encuestados informaron haber visto grullas cerca de los cultivos de arroz. Visitamos tres lecherías y no las vimos, pero nunca verificamos a lo largo del humedal costero donde están los campos de arroz propiamente.

Ciego de Ávila Sur: Existe un registro histórico en Júcaro, al sur de esta provincia. En noviembre de 1994, pudimos corroborarlo y ver seis grullas en pastizales aledaños al camino que conecta la ciudad de Venezuela con el pueblo de Júcaro; por otra parte, el humedal costero al sur de Júcaro y sus

sábanas parcialmente inundadas, se extienden hasta la provincia de Camagüey. Se debe visitar esta área para encontrar el área de anidación y estimar el tamaño de la población.

Camagüey Sur: En 2001, mientras estábamos revisando los reportes de la prospección, para la Meseta San Felipe y Cayo Romano, visitamos la parte de las costas de los humedales de esta provincia, colindante al sur de Júcaro. Y muy cerca del primer Fuerte, donde comienza el histórico sendero Júcaro-Morón, según los encuestados, pueden ver grullas de vez en cuando. Por fundación provocado por tormenta tropical no pudimos entrar para verificarlo.

Camagüey Norte: El otro sitio que debería revisarse sería Cayo Romano. Tres encuestados informaron que las grullas se encontraron en las sábanas naturales de difícil acceso que existían en el centro del Cayo. Uno de los encuestados dijo que vio 16 grullas cerca del lugar donde corren los caballos salvajes. Esto debe ser verificado, pero se necesitarán recursos económicos para prepararse para un difícil cruce entre el Diente de Perro y para pasar la noche en condiciones adversas con una plaga extrema de mosquitos.

Provincia de Granma: Consideramos que la probabilidad de existencia de grullas es extremadamente baja, o prácticamente nula, en la Ciénaga de Biramas, como se explica en el Capítulo II. Mientras tanto en el municipio de Yara, en esta misma provincia de Granma, hay un nuevo reporte de 2016 por confirmar.

Solo dos de estas cuatro poblaciones siguen siendo monitoreado sistemáticamente. En ambas áreas protegidas, medidas de gestión se han llevado a cabo por unas personas del equipo técnico desde el inicio del proyecto, y resultados positivos se han obtenido.

La Isla de la Juventud: Se ha mantenido un seguimiento sistemático desde el Área Protegida Los Indios. Los resultados de los últimos 10 años se muestran en el (Tabla 8.1), de acuerdo con el seguimiento anual realizado por Fidel Quiala y José Osorio (comunicación personal). La cifra ha aumentado de 115 individuos, según el censo de 1998, a 189 individuos en 2017, para un aumento de al menos 74 grullas más, en el transcurso de 19 años. Por falta de transporte y recursos, este censo se realiza solo dentro del área protegida y en parte de la cuenca Itabo - Siguanea - Los Indios. Algunas grullas también se trasladan eventualmente a los pueblos de La Fe y La Demajagua. Por tanto, esta cifra puede estar ligeramente subestimada.

Año	No. Nidos	No. huevos	No. Polluelos	Juveniles	Adultos	TOTAL
2006	16	24	16			
2007	14	22	14			
2008	19	27	20			
2009	15	26	19			
2010	22	29	24			
2001	21	36	19	30	142	172
2012	26	40	27	38	151	189
2013	26	45	33	43	161	204
2014	20	34	27	38	160	198
2015	18	31	24	28	170	198
2016	19	34	29	43	146	189

Tabla 8.1. Monitoreo de *Antigone canadensis nesiotas* entre 2006 y 2016 en el área protegida Los Indios, Isla de la Juventud.

Ciego de Ávila: se realizaron dos conteos simultáneos de la población en 1997 y en 2002. Las grullas recolectaron más en 2002, pero la estimación total de la población fue prácticamente idéntica (102 y 101 individuos, respectivamente) lo que indicó que la población se mantuvo estable durante el intervalo de estos cinco años (Gálvez Aguilera 2002). Otros conteos simultáneos se realizaron en 2008, 2009 y 2010. Ferrer Sánchez *et al.* (2016) estimaron una cifra de 168 individuos para 2010. El resultado indica un crecimiento poblacional en ocho años (2002-2010) que asciende a 67 grullas, lo que se explica por las medidas adoptadas y la recuperación del equilibrio hidrológico del humedal en la última década. Se realizó un seguimiento sistemático de esta población hasta 2015. Es necesario retomarlo lo antes posible este monitoreo en la segunda subpoblación más importante del país.

En Sancti Spiritus: la población vive en el Parque Nacional Caguas. Según el monitoreo realizado por Jobo Rosado, el Área Protegida (ENPFF), solo en el área de alimentación, aumentó de 12 individuos en 1994 a 44 individuos en 2012 (Pujol Luna 2012), lo que sugiere que la población total pudo haber crecido. Sin embargo, el monitoreo mensual debe extenderse a Cayo Bomba (área de anidación) porque, al menos en Ciego de Ávila y la Isla de la Juventud, las grullas también pueden alimentarse en estas áreas de reproducción. Por otro lado, no están localizando ni documentando el número de nidos y esto es muy importante. También recomendamos que se utilice el mismo formato del formulario de campo utilizado en la Isla de la Juventud y en Ciego de Ávila para documentar el número de juveniles, polluelos y adultos observados en cada monitoreo mensual.

Ciénaga de Zapata, el parque nacional: En esta área, las grullas están presentes, como lo demuestran las observaciones reportadas por guías turísticos y observadores de aves, las cuales se muestran en la Tabla 2.1 del Capítulo II. Probablemente, con las medidas generales que se planean implementar en todos los humedales de importancia del país, se mejorará el hábitat de esta especie en esta localidad. Sin embargo, desde el censo y la campaña de educación ambiental en 1999, la población no es monitoreada. Sería importante localizar y documentar los nidos y seguir las bandadas mensualmente como en las otras poblaciones, pero es poco probable que se logre en la actualidad. Debido a sus grandes valores naturales y paisajísticos, este parque es visitado frecuentemente por eco-turistas y los biólogos que allí trabajan asumen el papel de guías especializados. Estas funciones les dificultan trabajar en el campo, monitoreando las grullas. Se les ha animado al menos a organizar un nuevo recuento para comparar el tamaño de la población después de 20 años y se esperaba que lo hagan en 2021.

Agradecemos al biólogo Ernesto Reyes, guía de aves en Cuba, por habernos proporcionado los registros de grullas de los últimos años para esta localidad y nos envió una foto de una pareja de grullas en 2018. Además, en marzo de 2019, el fotógrafo naturista y guía de aves Aíslan Ibrahim Castellón, quien nos envió una foto de una grulla en la Sábana de Santo Tomas, en la Ciénaga de Zapata y la fotografía de un nido con dos huevos fue publicado por Silverio Machado el 25 de mayo del 2019.

8.4 Ecología general

El desconocimiento que existe del estado y tamaño de las diferentes subpoblaciones, junto con el hecho de que cada subpoblación y su hábitat sufren presiones particulares, dificulta la planificación de una estrategia nacional de conservación. Sin embargo, se pueden tomar acciones directas a corto plazo para mejorar las poblaciones conocidas hoy en día, a fin de garantizar su supervivencia, tales como ampliar o mejorar el hábitat de nidificación, con la implementación de programas de incendios prescritos; la eliminación y manejo de plantas leñosas invasoras. Limitar la expansión de las plantaciones agrícolas y de árboles en áreas protegidas donde hay grullas también podría ayudar a expandir o mejorar los hábitats de anidación. El control de posibles depredadores domésticos e introducidos es otra acción que podría tomarse en áreas donde los depredadores plantean un problema.

Para llevar a cabo un proceso de actualización del tamaño poblacional de *A. c. nesiot*, en el país los datos actualmente disponibles deben integrarse nuevamente, bajo un Programa Nacional para esta especie. Hoy la información recolectada ha sido adquirida directamente, de varios especialistas y técnicos en todo el país.

En Cuba existe una estructura administrativa en las áreas protegidas tanto de la Compañía de Flora y Fauna como del Ministerio del Ambiente y una estrecha colaboración con las universidades del país, básicamente la Universidad de La Habana. Además, una fuerza nutrida de jóvenes biólogos con conocimientos e interés para realizar las acciones y estudios necesarios que nos hemos propuesto, pero las subpoblaciones de los *A. c. nesiot* en el archipiélago cubano se encuentran principalmente en lugares de muy difícil acceso, lo cual implica contar con vehículos, instrumentos, vestimenta y suministros adecuados para las expediciones y el trabajo de campo.

En la década de 1990, el programa nacional se basó en fondos gubernamentales para salario de los técnicos de campo y el apoyo de la International Crane Foundation para sustentar expediciones, vehículos y equipos para técnicos de campo. En la actualidad, sería necesario diseñar una propuesta de solicitud de financiamiento, capaz de cubrir estos requisitos necesarios y agregarlos a los presupuestos de las instituciones cubanas relevantes.

Esperamos que esta información recopilada sobre *A. c. nesiot* pueda servir como base para la captación de fondos estatales e internacionales para poder implementar acciones y como guía para continuar y ampliar los estudios necesarios para conservar esta subespecie en peligro.

8.5 Prioridades sugeridas para investigaciones futuras

- Una brecha importante para la población cubana incluye estimaciones del tamaño actual de la población total en el país (con excepción de la Isla de la Juventud y Ciego de Ávila) no hay datos precisos posteriores a 2002.
- La estimación actualizada, de al menos 696 grullas para el país, no incluye posibles poblaciones que deban ser ubicadas y confirmadas al menos en los sitios indicados en el Epígrafe 8,3,2.
- Las subpoblaciones que tienen tendencia a desaparecer en el corto, mediano y largo plazo no se han definido y deben definirse.
- Los estudios sobre ecología reproductiva, uso del hábitat, así como patrones de comportamiento se han realizado solo en dos subpoblaciones, no hay información sobre el resto.

Dadas las disímiles características del hábitat que utilizan las subpoblaciones de la Isla de la Juventud y el resto de Cuba, los resultados de los estudios ecológicos realizados por Ferrer Sánchez *et al.* (2017a) pueden ser efectivos para aplicar entre otras poblaciones del país, como Ciénaga de Zapata y norte de Sancti Spiritus, donde las grullas habitan en humedales similares, los tamaños poblacionales también son similares y están bajo la misma administración (ENPFF).

No se han realizado estudios de estructura por edades en ninguna de las poblaciones, lo cual es de gran importancia.

Los estudios de conducta, solo se han estudiado en Ciego de Ávila. Estudios similares deberían realizarse en Isla de la Juventud, Ciénaga de Zapata y Sancti Spiritus, para conocer más sobre este aspecto en las tres poblaciones más numerosas

Se necesitan estudios más específicos sobre ecología del comportamiento, como la variación en el tiempo del tamaño de los bandados, ¿cuáles son los costos y beneficios para un animal que vive en grupo en las diferentes poblaciones? ¿Cómo les influyen los factores ecológicos? Muchos estudios de caso en (Krause y Ruxton 2002) así como de supervivencia de los no reproductores o de las grullas durante las temporadas de no reproducción, en (Dwyer *et al.* 2012), lo cual ayudaría a responder muchas preguntas.

Para comprender mejor la dinámica de la población, la estructura, el área de distribución incluido el posible intercambio de especímenes al menos entre poblaciones cercanas es esencial marcar un porcentaje de individuos en diferentes subpoblaciones y rastrear y leer sistemáticamente estos anillos, en todas las áreas posteriormente. El método ideal sería colocar transmisores de radio como se hizo en la Isla de la Juventud. Como resultado de lo anterior, existen varios técnicos y biólogos con experiencia en la captura y marcado de grullas en Cuba. Once grullas fueron marcadas con anillos codificados por colores, en la Reserva Los Indios, Isla de la Juventud, (7 adultas, 3 sub-adultos y una inmadura) siete de ellas continúan viéndose en el Área Protegida hasta hoy, aunque los colores han palidecido y es difícil individualizarlo por ello (Fidel Quiala y José Osorio, comunicación personal). Cinco grullas (4 adultas y una inmadura) marcadas en Ciego de Ávila entre 2005 y 2006. La grulla marcada con anillos amarillos, anida a unos 300 metros de la Torre de Observación No 1, cada año. La grulla identificada con anillos azules anidaba frente a la Torre 3, entre Cayo Chichín y Cayo la Rosa, también hasta 2015, cuando se realizó el monitoreo. El juvenil

con aros rojo y blanco fue vigilado durante dos años después, luego no se volvió a ver (Idael Ruiz, comunicación personal).

Sugerimos colocar anillos de plástico (buena calidad, amarillo con código alfanumérico de cuatro dígitos, en negro) que se puedan leer con un instrumento óptico a distancia. Un ejemplo de la eficacia de este método ha sido probado en la población de flamencos de Yucatán, México. Si bien es una especie migratoria, se han detectado individuos marcados en Yucatán en otros países, 14 de ellos en Cuba. Con los avistamientos obtenidos se pudo probar el intercambio de esta meta población (Gálvez Aguilera *et al.* 2016).

Se recomienda extender los estudios de modelización y el análisis comparativo de conservación de nichos, a otras poblaciones de la isla de Cuba, para verificar si la diferenciación detectada entre la Isla de la Juventud y Ciego de Ávila está presente de alguna manera en el resto de las subpoblaciones y que esas zonas sean incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en caso de no estarlo.

También es necesario incluir nuevas variables en el modelo de regresión logística, que pueden ser predictores de la presencia de grullas especialmente en aquellas zonas de difícil acceso.

Sería de suma importancia realizar el análisis del tamaño de los hábitats naturales en humedales y pastizales, que, por la invasión de especies exóticas, cambio de uso del suelo, aumento del nivel del mar u otros factores han desaparecido, en las últimas décadas, por todas las áreas donde viven las grullas.

En 2001, se realizó un estudio sobre el ADN de las grullas de la isla de la Juventud por Jones (2005). Los datos mostraron que las grullas cubanas son genéticamente más similares a la población de grullas en la Eastern Flyway. La Universidad de La Habana tiene experiencia en este tipo de estudios (utilizando plumas de aves) con el fin de confirmar el aislamiento o no de subpoblaciones cubanas. Frias-Soler *et al.* (2014) demostraron que los flamencos de Cuba y los de las Islas Galápagos no compartían alelos, a pesar de ser ambos *Phoenicopterus ruber*, la población de Galápagos no migra y está genéticamente aislada.

Es necesario saber cuán aislada está la subpoblación de la Isla de la Juventud del resto de Cuba. No lo sabremos hasta que realicemos nuevos estudios genéticos. Sería deseable priorizar la comparación entre las subpoblaciones como la Ciénaga de Zapata y en la Isla de la Juventud o como la de Sancti Spiritus y Norte de Ciego de Ávila /relativamente cercanas).

A largo plazo, y una vez que exista una base de datos completa sobre poblaciones silvestres, se podría considerar la cría en cautividad. Sería útil brindar alimentación suplemental a las pequeñas poblaciones mencionadas anteriormente, el método (ha tenido éxito en otras especies de grullas en los Estados Unidos, en caso que su limitación, debida a la presión sobre hábitat o sobre la especie, ha sido previamente controlado mediante la aplicación de medidas *in situ*.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento al **Dr. George Archibald**, quien ha sido mi inspiración y guía a lo largo de este trabajo. Su sabiduría, generosidad y confianza en mí no solo orientaron cada paso de este proceso, sino que también hicieron posible su realización. A través de la **International Crane Foundation**, organización que él fundó, recibí un apoyo invaluable, tanto académico como financiero, que me permitió alcanzar metas que alguna vez parecieron inalcanzables. Más que un mentor y colega, el Dr. Archibald es para mí un ser entrañable, parte de mi familia del alma, cuya presencia y ejemplo seguirán acompañándome siempre.

Agradezco profundamente a mi familia, y en especial a mi hijo Michel Magraner, desde lo más hondo de mi corazón, por acompañarme y apoyarme mientras perseguía mis sueños. Durante muchos años soportó con paciencia mis largas ausencias por el trabajo de campo, un sacrificio que va más allá de lo que cualquier familia debería afrontar. No existen palabras suficientes para expresar mi gratitud por su amor incondicional.

Muchas personas y diversas instituciones hicieron posible este esfuerzo por localizar, estudiar y proteger las pequeñas poblaciones de *Antigone canadensis nesiotis* que aún subsisten en el archipiélago cubano.

Mi más profundo reconocimiento al **Dr. Vicente Berovides Álvarez**, querido colega y amigo entrañable, por su colaboración en el trabajo de campo, por sus valiosos aportes científicos y por acompañarme en la revisión de las primeras versiones de este manuscrito. Al **Dr. Felipe Chávez Ramírez**, coordinador del proyecto en representación de la **International Crane Foundation (ICF)**, por su apoyo en la gestión de recursos, adquisición de equipos e insumos, y en la recaudación de fondos adicionales a través de los grupos del **Earthwatch Institute**.

Mi sincero agradecimiento también al Dr. Dennis Denis Ávila, quien continuó el trabajo con las grullas en Cuba, guiando a estudiantes de tesis sobre la especie y brindando constante apoyo al equipo técnico del proyecto.

De igual forma, deseo reconocer a mi otra familia: el grupo de especialistas y técnicos de campo que me acompañaron en esta travesía, y al equipo actual de la ICF, en especial a **Andrew Caven**, **Sara Gomez-Maier** y otros colaboradores, por su revisión y aportes. Me gustaría extender un

agradecimiento especial a **Steve Herrick** por su excepcional asistencia con la traducción. Gracias a todos por su compromiso, su fe en nuestro trabajo y su amistad a lo largo de los años.

Entre quienes brindaron su apoyo en distintas etapas deseo mencionar especialmente a: **Felipe Chávez Ramírez, Miguel Magraner Fernández, José Rivera Rosales, Fidel Quiala Góngora, José Osorio, Leandro Torrella, Duniet Marrero, Vladimir P. Fleites, José R. Rodríguez, Daniel Reit, Jorge Jerez, Arnar Pérez, Pavel Martínez Arredondo, Loreley Pantoja, Korie M. Klink, Yarelys Ferrer Sánchez, Idael Ruiz, Raúl Iguanzo, Odey Martínez, Noelia Pujol Luna y Frank Moreira.**

Agradezco también a **Fernanda Linage**, por su valiosa ayuda en la adaptación de las imágenes, y a **Claudia Mas**, por su encomiable apoyo constante.

Mi gratitud institucional se extiende a la **Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna**, a las **delegaciones territoriales del Ministerio de Agricultura**, a las delegaciones provinciales del **Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA)**, y al **Cuerpo de Guardabosques Nacional de Cuba**, por su cooperación y respaldo.

Finalmente, agradezco profundamente a la **International Crane Foundation**, cuyo apoyo financiero y humano hizo posible este proyecto. Gracias a todo su personal —pasado y presente— por su amabilidad, hospitalidad, apoyo y fe. Sin ustedes, este sueño nunca habría sido posible. Les estaré eternamente agradecida.

REFERENCES

- Acosta, M., & Mugica, L. (1994). Notas sobre la comunidad de aves del embalse Leonero. *Prov. Granma. Ciencias Biológicas*, 27, 169-171.
- Alderete, A. M. (2006). Fundamentos del análisis de regresión logística en la investigación psicológica. *Revista evaluar*, 6(1), 52-67.
- Allredge, J. R., & Ratti, J. T. (1992). Further comparison of some statistical techniques for analysis of resource selection. *The Journal of Wildlife Management*, 56(1), 1-9.
<https://doi.org/10.2307/3808785>
- Alonso, J. A., & Alonso, J. C. (1993). Age-related differences in time budgets and parental care in wintering common cranes. *The Auk*, 78-88.
- Alonso, J. C., Alonso, J. A., & Veiga, J. P. (1987). Flocking in wintering common cranes *Grus grus*: influence of population size, food abundance and habitat patchiness. *Ornis Scandinavica*, 18, 53-60. <http://www.jstor.org/stable/27669759>
- Alonso, J. C., Bautista, L. M., & Alonso, J. A. (2004). Family-based territoriality vs flocking in wintering common cranes *Grus grus*. *Journal of Avian Biology*, 35(5), 434-444.
<https://doi.org/10.1111/j.0908-8857.2004.03290.x>
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3-4), 227-266.
<https://doi.org/10.1163/156853974X00534>
- Anderson, M. J. (2005). Permutational multivariate analysis of variance. *Department of Statistics, University of Auckland, Auckland*, 24.
- Anderson, R. P., Lew, D., & Peterson, A. T. (2003). Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological modelling*, 162(3), 211-232.
- Archibald, G. W. (1981a). Cranes wintering in the Republic of Korea. Crane research around the world, *International Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin*, 66-69.
- Archibald, G. W. (1981b). Introducing the Sarolga. Crane research around the world. *Proceedings of the International Crane Symposium at Sapporo, Japan in 1980*, 213-215.
<https://ozcranes.net/downloads/archibald-1981-sarolga.pdf>
- Archibald, G. W., & Mirande C. (2010). Cranes, Agriculture, and Climate Change. *Proceedings of a workshop organized by the International Crane Foundation and Muraviovka Park for Sustainable Land Use On behalf of Wetlands International*.
- Archivo CNAP. (2012) Plan de Manejo Refugio de Fauna Delta del Cauto (2012-2016). *Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (ENPFF), MINAGRI, Granma, Cuba*.
- Askins, R. A., Chávez-Ramírez, F., Dale, B. C., Haas, C. A., Herkert, J. R., Knopf, F. L., & Vickery, P. D. (2007). Conservation of grassland birds in North America: understanding ecological processes in different regions:" Report of the AOU Committee on Conservation".

Ornithological Monographs, iii-46.

- Austin, J. E., Ball, L. J., & Henry, A. R. (2001). NESTING ECOLOGY OF SANDHILL CRANES AT GRAYS LAKE, IDAHO. *Proceedings of the North American Crane Workshop*, 8, 221-222.
<https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/48/>
- Avilés, J. M. (2003). Time budget and habitat use of the Common Crane wintering in dehesas of southwestern Spain. *Canadian Journal of zoology*, 81(7), 1-6.
- Avilés, J. M., & Bednekoff, P. A. (2007). How do vigilance and feeding by Common Cranes *Grus grus* depend on age, habitat, and flock size?. *Journal of Avian Biology*, 38(6), 690-697.
<https://doi.org/10.1111/j.2007.0908-8857.04002.x>
- Baasch, D. M., Hegg, A. M., Dwyer, J. F., Caven, A. J., Taddicken, W. E., Worley, C. A., Medaries, A. H., Wagner, C. G., Dunbar, P. G., & Mittman, N. D. (2022). Mitigating avian collisions with power lines through illumination with ultraviolet light. *Avian Conservation and Ecology*, 17(2), 9.
- Baker, B. W., Cade, B. S., Mangus, W. L., & McMillen, J. L. (1995). Spatial analysis of Sandhill Crane nesting habitat. *The Journal of wildlife management*, 59, 752-758.
- Bangs, O., & Zappey, W. R. (1905). Birds of the Isle of Pines. *The American Naturalist*, 39(460), 179-215.
- Barbour, T. (1943). Cuban ornithology Mem. *Nuttall Ornithology Club*, (9).
- Barcelo Llanes, I. (2012). Winter ecology of Sandhill Cranes (*Grus canadensis*) in northern Mexico. Doctoral dissertation, *University of Nebraska*.
<https://digitalcommons.unl.edu/dissertations/AAI3550406>
- Barreto, M., Chávez-Ramírez, F., & Rodríguez, A. (2008). Plan de manejo para la conservación de la grulla cubana (*Grus canadensis nesiotés*). *La Habana: Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA*.
- Bennett, A. J. (1978). Ecology and status of greater Sandhill Cranes in southeastern Wisconsin. Doctoral dissertation. *University of Wisconsin-Stevens Point, College of Natural Resources*.
<http://digital.library.wisc.edu/1793/79484>
- Bennett, A. J. (1988). Habitat use by Florida Sandhill Cranes in the Okefenokee Swamp, Georgia. In D. A. Wood (Ed.), *Proceedings of the 1988 North American Crane Workshop* (pp. 121-129). *Tallahassee, FL: State of Florida Game and Fresh Water Fish Commission*.
- Bennett, A. J. (1989a). Habitat use by Florida Sandhill Cranes in the Okefenokee Swamp. In D. Wood, ed. *Proc. 1988 crane workshop. Fla. Game and Freshwater Fish Comm., Tallahassee: In Press*.
- Bennett, A. J. (1989b). Movements and home ranges of Florida Sandhill Cranes. *The Journal of Wildlife Management*, 830-836. <https://doi.org/10.2307/3809221>
- Bennett, A. J., & Bennett, L. A. (1987). Evaluation of the Okefenokee Swamp as a site for the development of a nonmigratory flock of Whooping Cranes. *Final report for cooperative research agreement no. 14-16-009-1551*.

- Bennett, A. J., & Bennett, L. A. (1990). Productivity of Florida Sandhill Cranes in the Okefenokee Swamp, Georgia (Productividad de *Grus canadensis pratensis* en los pantanos de Okefenokee, Georgia). *Journal of Field Ornithology*, 61(2), 224-231.
<https://www.jstor.org/stable/4513533>
- Bennett, A. J., & Bennett, L. A. (1990a). Survival rates and mortality factors of Florida Sandhill Cranes in Georgia. *Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, University of Georgia*.
- Bense, T. (2007). Introducción a la percepción remota. *VI Jornadas de Educación En Percepción Remota En El Ámbito Del Mercosur y I Uruguayas de Educación En Percepción Remota*.
- Berovides, V., & Gálvez Aguilera, X. (1995). Situación poblacional de la Grulla Cubana (*Grus canadensis nesiotés*). *Revista Cubana de Ciencias Veterinarias*, 24, 3-5.
- Bishop, M. A. (1992). Habitat use by Florida Sandhill Cranes on the Kissimmee Prairie in central Florida. *Proceedings of the North American Crane Workshop*. (6) 175.
<https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/248/>
- Bishop, M. A., Portier, K. M., & Collopy, M. W. (1991). Sampling methods for aerial censuses for nesting Florida Sandhill Cranes in central Florida. *1987 International Crane Workshop, International Crane Foundation, Baraboo* (pp. 235-239).
- Bisset, R. (1988). Monitoring and auditing of impacts. In P. Wathern (Ed.), *Environmental Impact Assessment: Theory and Practice*. Routledge.
- Brown, J. L. (1975). The evolution of behavior. W. W. Norton, New York.
<https://lccn.loc.gov/74032453>
- Brown, W. M., & Drewien, R. C. (1995). Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife Society Bulletin*, 23, 217-227.
<https://www.jstor.org/stable/3782794>
- Buide, M. S., Fernández, J., García, F., Garrido, O. H., De los Santos, H., Silva, G., & Varona, L. (1974). Las especies amenazadas de vertebrados cubanos. *ACC La Habana*. 32.
- Carrere, M. (2019). UICN Actualiza Su Lista Roja: Más de 28000 Especies Están En Peligro de Extinción. *Noticias Ambientales, Mongabay*.
- Catasús, J. (1985). Distribución y estado actual de la grulla cubana (*Grus canadensis nesiotés*). Informe técnico. *Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA*.
- Caven, A. J. (2023). An updated minimum estimate of the global Sandhill Crane population. *Platte River Natural Resource Reports eJournal*, 2, 1-14. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4373522>
- Caven, A. J., & Wiese J. D. (2025). Sandhill Crane Lead Poisonings Linked to a Wetland Restoration. *Proceedings of the North American Crane Workshop 16*, 226-230.
https://www.nacwg.org/publications/cranes_sandhill_whooping_2025-21.pdf

- Caven, A. J., Thompson, H. L., Baasch, D. M., Hartup, B. K., Hegg, A. M., Schmidt, S. M., Louque, I., Allen C. R., Crouch, C. G., Davis, C. A., Jorgensen J. G., Austin J. E., Ostrom B. L., Beilfuss, R. D., Archibald G. W., & Lacy, A. E. (2023). Biological Case Against Downlisting the Whooping Crane and for Improving Implementation under the Endangered Species Act. *School of Natural Resources: Faculty Publications, No 1655*.
<https://digitalcommons.unl.edu/natrespapers/1655/>
- Caven, A. J., Varner, D. M., & Drahota, J. (2020). Sandhill Crane abundance in Nebraska during spring migration: making sense of multiple data points, 40, 6-18.
<https://digitalcommons.unl.edu/tnas/523/>
- Chávez Ramirez, F. (1996). Food availability, foraging ecology, and energetics of Whooping Cranes wintering in Texas. *Texas A&M University*. 103.
- Chávez Ramírez, F. (2001): Radiotelemetría: Aplicación y Análisis de Información. *ENPFF/ICF, Isla de la Juventud, Cuba*.
- CITMA. (2014). V Informe nacional al Convenio sobre la Diversidad Biológica. Ministerio de Ciencia, Tecnología, y Medio Ambiente, República de Cuba, La Habana, Cuba.
<https://www.cbd.int/doc/world/cu/cu-nr-05-es.pdf>
- Cohen, W. B., & Goward, S. N. (2004). Landsat's role in ecological applications of remote sensing. *Bioscience*, 54(6), 535-545. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0535:LRIEAO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0535:LRIEAO]2.0.CO;2)
- Collins, D. P., Grisham, B. A., Conring, C. M., Knetter, J. M., Conway, W. C., Carleton, S. A., & Boggie, M. A. (2016). New summer areas and mixing of two greater Sandhill Crane populations in the Intermountain West. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 7(1), 141-152.
<https://doi.org/10.3996/042015-JFWM-036>
- Cox, W. A., Dellinger, T. A., Kiltie, R., Bankovich, B., & Tornwall, B. (2020). Factors associated with local and statewide population trends of the Florida Sandhill Crane (*Antigone canadensis pratensis*). *Avian Conservation & Ecology*, 15(1), 7. <https://doi.org/10.5751/ACE-01519-150107>
- Crist, E. P., & Cicone, R. C. (1984). Application of the tasseled cap concept to simulated thematic mapper data. *Photogrammetric engineering and Remote sensing*, 50(3), 343-352.
- Crist, E. P., & Kauth, R. J. (1986). The tasseled cap de-mystified. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 52, 81-86. (ISSN: 0099-1112).
- Cruz, C. M. (1996). Apopulacao de Grou (*Grus grus*) Invernantes no Alentejo: Aspectos sobre sua conservacao. *Ciencia y Naturaleza*, 2, 54-64.
- Daniel Gerber, B. (2015). Sandhill Crane population monitoring, modeling, and harvest decision making. Doctoral dissertation. *Colorado State University*.

<https://www.proquest.com/openview/5baa4ec3a8d63ad58a7b327d2c5db0de/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>

- Daniel Gerber, B., Dwyer, J. F., Nesbitt, S. A., Drewien, R. C., Littlefield, C. D., Tacha, T. C., & Vohs, P. A. (2020). Sandhill Crane (*Antigone canadensis*), version 1.0. In A. F. Poole (Ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology.
- Davis, C. A. (2003). Habitat use and migration patterns of Sandhill Cranes along the Platte River, 1998-2001. *Great Plains Research*, 13, 199-216. <https://www.jstor.org/stable/23779597>
- Depkin, F. C., Brandt, L. A., & Mazzotti, F. J. (1994). Nest sites of Florida Sandhill Cranes in Southwestern Florida. *Florida Field Naturalist*, 22(2), 39-47.
- Denis Ávila, D. (2011). Historia de los Festivales de las Grullas en Cuba (1996-2011) *Carta Cuba*, (3)1.
- Denis Ávila, D. (2015). Análisis multitemporal de imágenes Landsat para evaluar las variaciones de la cobertura vegetal emergente en la laguna Leonero, Granma, Cuba / Multitemporal Landsat image analysis to assess variations in emergent vegetation cover in Leonero lagoon, Granma, Cuba. *Revista Del Jardín Botánico Nacional*, 36, 47-53. <http://www.jstor.org/stable/43840195>
- Denis Ávila, D., Mugica, L., Rodríguez, A., Acosta, M., & Labrada, O. (2005). Lista y comentarios acerca de la avifauna de la ciénaga de Birama, Cuba. *Biología*, 19(1-2), 66-73.
- Dietzman, G., & Swengel, S. (1994). 20 years of counting cranes: What have we learned? *The International Crane Foundation Bugle* 20(1): 2-3.
- Drewien, R. C., Littlefield, C. D., Walkinshaw, L. H., & Braun, C. E. (1975). Conservation committee report on status of Sandhill Cranes. *The Wilson Bulletin*, 87, 297-302.
- Drickamer, L. C. & Vessey S. H. (1992). Animal behavior. *Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa*, (3).
- Duan, W., Bookhouts, T. A., & Urbanek, R. P. (1997). Home range and habitat use by isolation-reared Sandhill Cranes. *Proceedings of the North American Crane Workshop* 7, 72-78.
- Dwyer, N. C. (1990). Nesting ecology and nest-site selection of Florida Sandhill Cranes. (Doctoral dissertation, *University of Florida*). 85.
- Dwyer, N. C., & Tanner, G. W. (1992). Nesting success in Florida Sandhill Cranes. *The Wilson Bulletin*, 104(1), 22-31.
- Dwyer, J. F., Fraser, J. D., & Morrison, J. L. (2012). Within-year survival of nonbreeding Crested Caracaras. *The Condor*, 114(2), 295-301. <https://doi.org/10.1525/cond.2012.110065>
- Eastern Population Sandhill Crane Committee. (2010). Management plan for the Eastern Population of Sandhill Cranes. *Mississippi and Atlantic Flyway Councils, U.S. Fish and Wildlife Service*.
- EcuRed. (2010). Enciclopedia en la red de Cuba. <http://www.ecured.cu>
- EMPA (1994). Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Los Indios. *Empresa de Proyectos Agropecuarios, Isla de la Juventud*. 1203.

- Fernandez Montaner, D. A. (1968). Aves de caza de Cuba. *La Habana: Ediciones Deportiva*.
- Ferrer Sánchez, Y. (2008): Tesis presentada en opción al título académico de Máster. Parámetros reproductivos, patrones de selección del sitio de nidificación y presupuesto de actividad diaria en la Grulla Cubana (*Grus canadensis nesiototes*) en el Refugio de Fauna El Venero, Ciego de Ávila, *Universidad de La Habana*, 77.
- Ferrer Sánchez, Y., & Ruiz, I. (2009). Patrón de actividad diurna de la Grulla Cubana (*Grus canadensis nesiototes*) En el Refugio de Fauna El Venero, Cuba. *Mesoamericana*, 13, 6-11.
- Ferrer Sánchez, Y., Denis Ávila, D., & Ruiz Companioni, I. (2010). Caracterización y selección del sitio de anidación de la Grulla Cubana (*Grus canadensis nesiototes*) en el herbazal del Refugio de Fauna El Venero, Cuba. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33(1), 19-29.
- Ferrer Sánchez, Y., Denis Ávila, D., & Ruiz Companioni, I. (2010a). Distribución espacial y características del hábitat de anidación de la grulla cubana (*Grus canadensis nesiototes*) en el Refugio de Fauna El Venero, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 1(2), 45–56.
- Ferrer Sánchez, Y., Ruiz, I., Denis Ávila, D., Torres, Y., Abasolo-Pacheco, F., & Plasencia-Vázquez, A. H. (2016). Tamaño poblacional y patrón de conducta de *Grus canadensis nesiototes* (Aves: Gruidae) en dos localidades de Cuba. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1495-1504.
- Ferrer Sánchez, Y., Plasencia Vázquez, A. H., Abasolo-Pacheco, F., & Ruiz Companioni, I. (2017). Variables del microhábitat que influyen en la grulla cubana (*Grus canadensis nesiototes*) para seleccionar el sitio de anidación en un humedal de Cuba. *Huitzil*, 18(1), 112-117.
- Ferrer Sánchez, Y., Ruiz Companioni, I., Abasolo-Pacheco, F., Plasencia-Vázquez, A. H., Denis Ávila, D., & Rodríguez Piña, E., (2017a). Parámetros reproductivos y distribución geográfico potencial de las áreas de anidación de *Grus canadensis nesiototes* (Aves: Gruidae) en Cuba: implicaciones para su conservación. *Animal Biodiversity and Conservation*, 40.2: 175–186.
- Florida Fish and Wildlife Conservation Commission (FFWC). (2016). Florida Sandhill Crane species conservation measures and permitting guidelines. *Tallahassee, FL: Florida Fish and Wildlife Conservation Commission*. Retrieved from <https://myfwc.com/media/11565/florida-sandhill-crane-guidelines.pdf>
- Folk, M. J., & Tacha, T. C. (1990). Sandhill Crane roost site characteristics in the North Platte River Valley. *The Journal of wildlife management*, 54(3), 480-486. <https://doi.org/10.2307/3809662>.
- Folk, M. J., Nesbitt, S. A., & Spalding, M. G. (2001). Interactions of Sandhill Cranes and Whooping Cranes with foreign objects in Florida. *Proceedings of the 8th North American Crane Workshop*. 195-197. <https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/91/>
- Fox, A. D., Boyd, H., & Bromley, R. G. (1995). Diurnal activity budgets of pre-nesting Sandhill Cranes in arctic Canada. *The Wilson Bulletin*, 107(4), 752-756. <https://www.jstor.org/stable/4163616>

- Frias-Soler, R., Tindle, E., Lopez, G. E., Blomberg, S., Studer-Thiersch, A., Wink, M., & Tindle, R. (2014). Genetic and phenotypic evidence supports evolutionary divergence of the American Flamingo (*Phoenicopterus ruber*) population in the Galápagos Islands. *Waterbirds*, 37(4), 349-468. <https://doi.org/10.1675/063.037.0402>.
- Gaceta Oficial de la República de Cuba. (2011). Resolución No.160/2011 Regulación para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica del país. *Ministerio de Justicia*, La Habana.
- Gálvez Aguilera, X. (1997). La Grulla en Cuba. *Flora y Fauna* 1(1), 3-9.
- Gálvez Aguilera X. (2002). Distribución y abundancia de *Grus canadensis nesiototes* en Cuba. Doctoral thesis. *Ciencias biológicas*, 135.
- Gálvez Aguilera X., & Alvarez, V. B. (2003). Efecto de los hábitats en la conducta alimentaria de la Grulla Cubana (*Grus canadensis nesiototes*). Proceedings of the International Crane Symposium. Sacramento, California. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33.1.
- Gálvez Aguilera, X., & Chávez-Ramírez, F. (2005). Status and conservation of the Cuban Sandhill Crane. In F. Chávez-Ramírez (Ed.), *Proceedings of the Ninth North American Crane Workshop. North American Crane Working Group*. 237–242.
- Gálvez Aguilera X., & Chávez–Ramírez, F. (2010). Distribution, abundance, and status of Cuban Sandhill Cranes (*Grus canadensis nesiototes*). *The Wilson Journal of Ornithology*, 122(3), 556–562. <https://doi.org/10.1676/09-174.1>.
- Gálvez Aguilera, X., & Ferrer-Sánchez, Y. (2012). *Grus canadensis nesiototes* (Bangs y Zappey, 1905). *Libro rojo de los vertebrados de Cuba. Editorial Academia. La Habana, Cuba*, 219-220.
- Gálvez Aguilera, X., & Perera, A. (1995). A crane conservation revival in Cuba. *The ICF Bugle*, 1, 2-3.
- Gálvez Aguilera, X., & Rivera, J. (1999). Programa nacional para la conservación de la Grulla Cubana (*Grus canadensis nesiototes*). Informe técnico. *Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba*.
- Gálvez Aguilera, X., & Torrella, L. (2001a). Estado del programa cubano de investigación y conservación de la grulla Sandhill. *El Pitirre*, 14(1), 115–119.
- Gálvez Aguilera, X., Alvarez, V. B., Wiley, J. W., & Rosales, J. R. (1999). Population size of Cuban Parrots *Amazona leucocephala* and Sandhill Cranes *Grus canadensis* and community involvement in their conservation in northern Isla de la Juventud, Cuba. *Bird Conservation International*, 9(2), 97-112.
- Gálvez Aguilera X., Alvarez, V. B. & Chávez-Ramírez, F. (2005). Nesting Ecology and Productivity of the Cuban Sandhill Crane on the Isle of Youth, Cuba. *Proceedings of the North American Crane Workshop*, 9, 225-236. <https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/9/>

- Gálvez Aguilera X., Berovides, V., Wiley, J.W., & Rivera, J. (2001). Distribution, abundance, and reproduction of the Cuban Sandhill Crane (*Grus canadensis nesiotis*). *Proceedings of the North American Crane Workshop 8*, 216-217.
- Gálvez Aguilera, X., Guerrero, L., & Migoya, R. (2016). Evidencias físicas de la estructura metapoblacional en el Flamenco Caribeño (*Phoenicopterus ruber ruber*) a partir de avistamientos de individuos anillados. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 4(3), 93-98.
- Gálvez Aguilera X., Torrella, L., Magraner, M. (2001a). Estado del programa cubano de investigación y conservación de la grulla Sandhill. *El Pitirre*, 14(1), 115-119.
- Gao, B. C. (1995). Normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Proceedings of SPIE, Imaging spectrometry*, 2480, 225-236.
- García, A. (2010). Modelación de la distribución potencial de *Buteogallus gundlachii* (Aves: Falconiformes) en los cayos, Coco y Guillermo, Ciego de Ávila, Cuba. Tesis de Diploma, *Universidad de Oriente, Cuba*, 59.
- García, F. (1987). Las aves de Cuba: subespecies endémicas. *Gente Nueva*. 101.
- García Montana, F. (1987) Las aves de Cuba: subespecies endémicas, II. *La Habana: Editorial Gente Nueva*.
- Garrido, O. H. (1985). Cuban endangered birds. *Ornithological Monographs*, 36, 992-999.
<https://www.jstor.org/stable/i40004512>
- Garrido, O. H., & García, F. (1975). Catálogo de las aves de Cuba. *Academia de Ciencias de Cuba, La Habana*. 149.
- Garrido, O. H. & Kirkconnell, A. (2011). Aves de Cuba. *Cornell Univ Press. Ithaca & London*. 287.
- Geocuba. (2008). Biblioteca Digital Cubana de Geociencias y Cartografía, (Geobiblio / Redciencia). *Colección nacional de documentos y mapas de ciencias de la tierra en Cuba*.
- Glenn, T. C., Thompson, J. E., Ballard, B. M., Roberson, J. A., & French, J. O. (2002). Mitochondrial DNA variation among wintering midcontinent gulf coast Sandhill Cranes. *The Journal of wildlife management*, 66, 339-348.
- Goldstein, D. L. (1990). Energetics of activity and free living in birds. *Studies in Avian Biology*, 13(1), 423-426. <https://digitalcommons.usf.edu/sab/vol13/iss1/56>
- González, A. H., Rodríguez Schettino, L., Rodríguez, A. C., Mancina, A. E., & Ramos García, I. (2012). Libro rojo de los vertebrados de Cuba. *Editorial Academia*. 304.
- Grisham, B. A., Collins, D. P., Kruse, K. L., Conring, C. M., Knetter, J. M., & Conway, W. C. (2018). An updated distribution map for the lower Colorado River valley population of greater Sandhill Cranes. *Proceedings of the North American Crane Workshop 14*, 1-9.
- Gundlach, J. C. (1875). Neue beiträge zur ornithologie Cubas. Nach eigenen 30 jährigenbeobachtungen zusammengestellt. *J. Orn.* 23(131): 293-340.

- Gundlach, J. C. (1875–1878). Contribuciones a la historia natural de la Isla de Cuba. *La Habana: Imprenta La Antilla*.
- Gundlach, J. C. (1876). Contribución a la ornitología cubana. *Imp. La Antilla, La Habana*, 364.
- Guthery, F. S. (1976). Foods and feeding habitat of Sandhill Cranes in Southern Texas. *Proceedings of the International Crane Workshop 1*, 117-125.
- Hadley, M. E. (1996). Endocrinology. *Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ*.
- Halbeisen, M. R. 1980. Numbers and habitat preferences of greater Sandhill Cranes in southeastern Michigan. M.S. Thesis, *Univ. Mich.*, 82.
- Hale, S. R. (2006). Using satellite imagery to model distribution and abundance of Bicknell's Thrush (*Catharus bicknelli*) in New Hampshire's White Mountains. *The Auk*, 123(4), 1038-1051.
<https://doi.org/10.1093/auk/123.4.1038>
- Hardy I. C., & Field, S. A. (1998). Commentary logistic analysis of animal contest. *Animal behaviour*. 56(3), 787-792.
- Harris, J. (1994). Cranes, people and nature: preserving the balance. *The future of cranes and wetlands*, 1-14.
- Henkel, J. R. (2009). Evaluation of the Genetic Management of the Endangered Mississippi Sandhill Crane (*Grus canadensis pulla*). M.S. thesis, *Stony Brook University, Stony Brook, NY*.
- Hereford, S. G., & Dedrickson, A. J. (2022). Mississippi Sandhill Crane Conservation Update 2017-2019. *Proceedings of the North American Crane Workshop 15*, 134-140
- Hereford, S. G., Grazia, T. E., & Phillips, J. N. (2001). The 2000 Mississippi Sandhill Crane annual population census. *USDI, Fish and Wildlife Service, Mississippi Sandhill Crane National Wildlife Refuge Report. Gautier, Mississippi, USA*.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25(15), 1965-1978.
<https://doi.org/10.1002/joc.1276>
- Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (1989). Applied logistic regression New York. *NY: Wiley*, 33.
- Hoyt, D. F. (1979). Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *The Auk*, 103, 613-617.
- Hutto, R. L. (1985). Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds. *Habitat selection in birds. Academic Press, Nueva York, Nueva York, USA*. 455-476.
- Inguanzo, R., Ferrer, Y., & Ruiz, I. (2008). El Venero: humedal de importancia para la conservación. *Flora y Fauna* 12(1), 7-11.
- Institute of Geodesy and Cartography. (1985). Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, *Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych*, 32(1–2), 74–75.

- Iverson, G. C., Vohs, P. A., & Tacha, T. C. (1985). Distribution and abundance of Sandhill Cranes wintering in western Texas. *J. Wildl. Manage.* 49:250-255.
- Iverson, G. C., Vohs, P. A., & Tacha, T. C. (1987). Habitat use by mid-continent Sandhill Cranes during spring migration. *The Journal of wildlife management*, 51, 448-458.
- Ivey, G.L., B.D. Dugger, C.P. Herziger, M.L. Casazza, & J.P. Fleskes. (2014). Distribution, abundance, and migration timing of greater and lesser Sandhill Cranes wintering in the Sacramento San Joaquin River Delta region of California. *Proceedings of the North American Crane Workshop* 12:1-11.
- Jackson, R. D., Slater, P. N. & Pinter Jr, P. J. (1983). Discrimination of growth and water stress in wheat by various vegetation indices through clear and turbid atmospheres. *Remote sensing of environment*, 13(3), 187-208.
- Jennings, O. E. (1917). A contribution to the botany of the Isle of Pines, Cuba: Based upon the specimens of plants from that island contained in the herbarium of the Carnegie Museum under date of October, 1916. *Annals of Carnegie Museum* (11), 1-2, 19-290.
- Johnsgard, P. A. (1983). Cranes of the world. *Indiana University Press*, 257.
- Johnson, C. J., & Gillingham, M. P. (2005). An evaluation of mapped species distribution models used for conservation planning. *Environmental Conservation*, 32(2), 117-128.
- Johnson, D. H. (1980). The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61(1), 65-71.
- Johnson, D. H., Drewien, R. C., & Benning, D. S. (2001). Counting Cranes: How Much Effort Is Enough?. *Proceedings of the North American Crane Workshop*, 8, 203-210.
- Johnson, D., Austin, J., & Shaffer, J. (2005). A fresh look at the taxonomy of Midcontinental Sandhill Cranes. *Proceedings of the North American Crane Workshop* 9, 37-46.
<https://digitalcommons.unl.edu/usgsnpwrc/50/>
- Jones, K. L., Chavez-Ramirez, F., Galvez-Aguilera, X., Torella, L., & Ashley, M. V. (2005a). Genetic assessment of non-migratory Sandhill Crane populations. *Proceedings of the North American Crane Workshop* 9, 250. <https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/28/>
- Jones, K. L., Krapu, G. L., Brandt, D. A., & Ashley, M. V. (2005b). Population genetic structure in migratory Sandhill Cranes and the role of Pleistocene glaciations. *Molecular Ecology*, 14(9), 2645-2657. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02622.x>
- Jones, K. L., Krapu, G. L., Brandt, D., & Ashley, M. V. (2005c). Definition of subpopulations within mid-continent Sandhill Cranes: A nuclear approach. *Proceedings of the North American Crane Workshop*, 9, 249.

- Kaufman, Y. J., & Tanre, D. (1996). Strategy for direct and indirect methods for correcting the aerosol effect on remote sensing: from AVHRR to EOS-MODIS. *Remote sensing of Environment*, 55(1), 65-79. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(95\)00193-X](https://doi.org/10.1016/0034-4257(95)00193-X)
- Kinzel, P. J., Nelson, J. M., Parker, R. S., & Davis, L. R. (2006). Spring census of mid-continent Sandhill Cranes using aerial infrared videography. *The Journal of wildlife management*, 70(1), 70-77. [https://doi.org/10.2193/0022-541X\(2006\)70\[70:SCOMSC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0022-541X(2006)70[70:SCOMSC]2.0.CO;2)
- Klink, K. M. (2012). Impact of an International Environmental Education and Art Exchange Program on the Environmental Sensitivity, Knowledge, and Self-Reported Environmentally Responsible Behavior of Wisconsin and Cuban Elementary Students. Doctoral dissertation. *University of Wisconsin-Stevens Point, College of Natural Resources*. 383. <http://digital.library.wisc.edu/1793/81653>
- Kovach Computing Services. (2009). Oriana Version 3.02. <https://www.kovcomp.co.uk/oriana/ori3verhist.html>
- Krapu, G. L., Brandt, D. A., Jones, K. L., & Johnson, D. H. (2011). Geographic distribution of the mid-continent population of Sandhill Cranes and related management applications: Distribution Géographique de la Population des Grues du Canada Dans le Centre du Continent et Les Applications Relatives à Leur Gestion. *Wildlife Monographs*, 175(1), 1-38. <https://doi.org/10.1002/wmon.1>
- Krapu, G. L., Brandt, D. A., Kinzel, P. J., & Pearse, A. T. (2014). Spring migration ecology of the mid-continent Sandhill Crane population with an emphasis on use of the Central Platte River Valley, Nebraska. *Wildlife Monographs*, 189(1), 1-41. <https://doi.org/10.1002/wmon.1013>
- Krapu, G. L., Facey, D. E., Fritzell, E. K., & Johnson, D. H. (1984). Habitat use by migrant Sandhill Cranes in Nebraska. *The Journal of wildlife management*, 407-417. <https://doi.org/10.2307/3801172>
- Krause, J., & Ruxton, G. D. (2002). Living in groups. *Oxford University Press*. Oxford, UK.
- Krebs, C. J. (1999). Ecological Methodology. *Addison Welsey Educational Publisher Inc*. 620.
- Kreger, M. D., Estevez, I., Hatfield, J. S., & Gee, G. F. (2004). Effects of rearing treatment on the behavior of captive Whooping Cranes (*Grus americana*). *Applied Animal Behaviour Science*, 89(3-4), 243-261. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.07.005>
- Krely, C. J. (1999). Ecological methodology. *Addison Welsey*, California, 305.
- Kruse, F. A. (1988). Use of airborne imaging spectrometer data to map minerals associated with hydrothermally altered rocks in the northern grapevine mountains, Nevada, and California. *Remote Sensing of Environment*, 24(1), 31-51. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(88\)90004-1](https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90004-1)
- Kruse, F. A., McDowell, M. L., & Cone, S. R. (2015). Combined analysis of visible-near infrared (VNIR), shortwave infrared (SWIR), and longwave infrared (LWIR) imaging spectrometer data in Fourier Transform Spectroscopy and Hyperspectral Imaging and Sounding of the

- Environment, OSA Technical Digest (online). *Optica Publishing Group*.
- Lacoste, A. & Salanon, R. (1978). Biogeografía. *Pueblo y Educación*, Ciudad de La Habana, 110.
- LaFever, K. E. (2006). Spatial and temporal winter territory used and behavioral responses of Whooping Cranes to human activities. Master's thesis. *Texas A & M University*, 100.
<https://doi.org/10.2307/1937156>
- Layne, J. N. (1981). Nesting, development of the young, and parental behavior of a pair of Florida Sandhill Cranes. *Florida Field Naturalist*, 9(4), 51-59.
<https://digitalcommons.usf.edu/ffn/vol9/iss4/1>
- Layne, J. N. (1982). Dry ground nests of Florida Sandhill Cranes. *Florida Field Naturalist* 10(3), 55-56.
- Layne, J. N. (1983). Productivity of Sandhill Cranes in south central Florida. *The Journal of Wildlife Management*, 47(1), 178-185. <https://doi.org/10.2307/3808064>
- Lendrem, D. W. (1983). Predation risk and vigilance in the Blue Tit (*Parus caeruleus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 14(1), 9-13. <https://doi.org/10.1007/BF00366650>
- Lewis, J. C. (1974). Ecology of the Sandhill Crane in the southeastern Central Flyway. *Oklahoma State University*.
<https://www.proquest.com/openview/4c4ed08bce27df1467c9838f66c09a40/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Lewis, J. C. (1977). Sandhill Crane (*Grus canadensis*). 4-53. In Sanderson, G. C. Management of migratory shore and upland game birds in North America, *International Association of Fish and Wildlife Agencies, Washington, D.C.*
- Lewis, J. C., Archibald, G. W., Drewien, R. C., Frith, C. R., Gluessing, E. A., Klataske, R. D., Littlefield, C. D., Sands, J., Stephen, W. J. D., & Williams Jr., L. E. (1977). Sandhill Crane. Management of migratory shore and upland game birds in North America. *International Association of Fish and Wildlife Agencies, Washington, D.C.*, 4-43, 453.
- Liddick T. (2023). Coordinated spring survey of mid-continent Sandhill Cranes. *Branch of Migratory Bird Surveys, Migratory Bird Program, US Fish and Wildlife Service, Spearfish, South Dakota, USA*, 9.
- Littlefield, C. D. (1981). The Greater Sandhill Crane. Crane Research Around the World: *Proceedings of the 1980 International Crane Symposium, International Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin*, 163-166.
- Littlefield, C. D. (2001). Sandhill Crane nest and egg characteristics at Malheur National Wildlife Refuge, Oregon. *Proceedings of the North American Crane Workshop 8*, 40-44.
- Lovvorn, J. R., & Kirkpatrick, C. M. (1981). Roosting behavior and habitat of migrant greater Sandhill Cranes. *The Journal of Wildlife Management*, 45(4), 842-857.
<https://doi.org/10.2307/3808093>

- Luz-Ricca, E., Landolt, K., Pickens, B. A., & Koneff, M. (2023). Automating Sandhill Crane counts from nocturnal thermal aerial imagery using deep learning. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 9(2), 182-194.
- Mabie, D. W., Johnson, L. A., Thompson, B. C., Barron, J. C., & Taylor, R. B. (1989). Responses of wintering Whooping Cranes to airboat and hunting activities on the Texas coast. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 17(3), 249-253. <https://www.jstor.org/stable/3782379>
- Manly, B. F. J., McDonald, L., & Thomas, D. (1993). Resource selection by animals: Statistical design and analysis for field studies. *London: Chapman & Hall*.
- Marrero García D. (2003) Papel de la Grulla Cubana (*Grus canadensis nesiotés*) como especie sombrilla en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud. Tesis. *Universidad de la Habana*, 81.
- Martínez-Quesada, E. (2010). Characterization of the vascular flora of San Felipe table-land, Camagüey province (Cuba), for conservation purposes. *Caldasia*, 32(1), 87-111.
- McIvor, D. E., & Conover, M. R. (1994). Habitat preference and diurnal use among Greater Sandhill Cranes. *The Great Basin Naturalist*, 54(4), 329-334. <https://www.jstor.org/stable/41712848>
- Meine, C. D. & Archibald, G. W. (1996a). The Cranes: Status Survey and Conservation Action Plan. *IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, U.K. Northern Prairie Wildlife Research Center Online*. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1996-022.pdf>
- Meine, C. D. & Archibald, G. W. (1996b). Ecology, Status, and Conservation. In: Cranes: Their Biology, Husbandry, and Conservation, 263-292.
- Meine, C. D. & Archibald, G. W. (1996c). Family Gruidae (Cranes). In: Handbook of the Birds of the World, Volume 3, Hoatzin to Auks. *Lynx Edicions*, 60 – 89.
- Méndez, I. (1994). Nuevo tratamiento sistemático para la Tribu Lantaneae (Verbenaceae, Verbenoideae) en Cuba. Doctoral tesis. *Trabajo incluido en recursos de Flora de Cuba en línea*.
- Méndez I., Risco, R., & Reyes, M. (2003). Flora y vegetación del núcleo ultramáfico de Camagüey. *Citada en revistas y memorias del Jardín Botánico, Universidad de La Habana*.
- Metcalfe, N. B., & Furness, R. W. (1984). Changing priorities: the effect of pre-migratory fattening on the trade-off between foraging and vigilance. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 15(3), 203-206. <https://doi.org/10.1007/BF00292976>
- Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, República de Cuba. (2015). Informe nacional sobre la aplicación de la Convención de Ramsar sobre los Humedales: Cuba (COP 12). Informes Nacionales que se presentarán a la 12ª Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes, Uruguay. *Secretaría de la Convención de Ramsar*. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/2014/national->

- Mirande CM, Harris JT, editors. (2019). Crane Conservation Strategy. *Baraboo, Wisconsin, USA: International Crane Foundation*, 454.
- Montañez, L. (1985). Inventario brindado por Montañez. Lista y comentarios acerca de la avifauna de la ciénaga de Birama, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*.
- Morkill, A. E., & Anderson, S. H. Behavior of Sandhill Cranes Near Powerlines Marked With Yellow Aviation Balls., In: Stahlecker D. W., ed. 1992. Proceedings of the Sixth North American Crane Workshop. 1991. *Regina, Sask. (Grand Island, NE.: North American Crane Working Group, 1992)*, 177. <https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/272/>
- Morrison, M. L., Marcot, B. G. & Mannan, R. W. (1998). Wildlife management in a new era: Managing habitat for animals in an evolutionary and ecosystem context. Wildlife-Habitat relationships: concepts and applications. *The University of Wisconsin Press, Wisconsin*, 353-384.
- Mullins, W. H., & Bizeau, E. G. (1978). Summer foods of Sandhill Cranes in Idaho. *The Auk*, 95(1), 175-178. <https://doi.org/10.2307/4085509>
- Mullins, W. H., Bizeau, E. G., & Benson, W. W. (1979). Pesticides and heavy metals residues in Greater Sandhill Cranes. Proceedings 1978 International Crane Workshop (Lewis, J. C., Ed.). *U. S. Fish and Wildlife Service, Grand Island, NE*, 189-196.
- Murphy, R. K., Mojica, E. K., Dwyer, J. F., McPherron, M. M., Wright, G. D., Harness, R. E., Pandey, A. K., & Serbousek, K. L. (2016). Crippling and nocturnal biases in a study of Sandhill Crane (*Grus canadensis*) collisions with a transmission line. *Waterbirds*, 39(3), 312-317. <https://doi.org/10.1675/063.039.0312>
- Nesbitt, S. A. (1975). Feather staining in Florida Sandhill Cranes. *Florida Field Naturalist*, 3(2), 2. <https://digitalcommons.usf.edu/ffn/vol3/iss2/2>
- Nesbitt, S. A. (1988). Nesting, renesting, and manipulating nesting of Florida Sandhill Cranes. *The Journal of Wildlife Management*, (52)4, 758-763. <https://doi.org/10.2307/3800943>
- Nesbitt, S. A. (1989). The significance of mate loss in Florida Sandhill Cranes. *The Wilson Bulletin*, 101(4), 648-651. <https://www.jstor.org/stable/4162800>
- Nesbitt, S. A. (1992). First reproductive success and individual productivity in sandhill cranes. *The Journal of Wildlife Management*, 56(3), 573-577. <https://doi.org/10.2307/3808874>
- Nesbitt, S. A. (1994). Threatened Florida Sandhill Crane *Grus canadensis pratensis*. Family Gruidae, Order Gruiformes. *Proceedings of the North American Crane Workshop*, 1326-1334.
- Nesbitt, S. A., & Hatchitt, J. L. (2008). Trends in habitat and population of Florida Sandhill Cranes. *Proceedings of the Eleventh North American Crane Workshop*, 40-42. <https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/189/>
- Nesbitt, S. A., & Schwikert, S. T. (1998). Maturation and variation of head characteristics in sandhill

- cranes. *The Wilson Bulletin*, 110, 285-288.
- Nesbitt, S. A., & Tacha T. C. (1997). Monogamy and productivity in Sandhill Cranes. *Proceedings of the North American Crane Workshop* 7, 10-13.
<https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/228/>
- Nesbitt, S. A., & Williams, K. S. (1990). Home range and habitat use of Florida sandhill cranes. *The Journal of Wildlife Management*, 54(1), 92-96. <https://doi.org/10.2307/3808907>
- Nesbitt, S. A., Folk, M. J., Schwikert, S. T., & Schmidt J. A. (2001). Aspects of reproduction and pair bonds in Florida Sandhill Cranes. *Proceedings of the Eighth North American Crane Workshop*, 31-35. <https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/73/>.
- Nowald, G. (2001). Verhalten von Kranichfamilien (*Grus grus*) in Brutrevieren Nordostdeutschlands: investition der Altvögel in ihre Nachkommen. *Journal Fuer Ornithologie*, 142(4), 390-403.
- Olson, S. M. (2021). Pacific Flyway Data Book 2021: Migratory Bird Abundance, Harvest, and Hunter Activity. *U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Division of Migratory Bird Management*, 112.
- Pacific Flyway Council. (2020). Status review for the Pacific Coast Population of Sandhill Cranes. *U.S. Fish and Wildlife Service, Division of Migratory Bird Management, Vancouver, Washington*.
- Pawar, S., Koo, M. S., Kelley, C., Ahmed, M. F., Chaudhuri, S., & Sarkar, S. (2007). Conservation assessment and prioritization of areas in Northeast India: Priorities for amphibians and reptiles. *Biological Conservation*, 136(3), 346-361. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.12.012>
- Perea Muñoz, J., Blanco, F. P., García, M. H., Martínez, A. G., & Cabbera, D. (2005). Diseño experimental en evaluación de preferencias en la selección de hábitat (Revisión I). *Producción Animal y Gestión*.
- Peterson, A. T., Soberón, J., & Sánchez-Cordero, V. (1999). Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science*, 285(5431), 1265-1267. DOI: [10.1126/science.285.5431.1265](https://doi.org/10.1126/science.285.5431.1265)
- Petersen, J. L., Bischof, R., & Szalanski, A. L. (2001). Population genetics of midcontinent Sandhill Cranes. *Proceedings of the Eighth North American Crane Workshop*, 219.
<https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/69/>
- Petersen, J. L., Bischof R., Krapu G.L. & Szalanski A.L. (2003). Genetic variation in the midcontinental population of Sandhill Cranes, *Grus canadensis*. *Biochemical Genetics* 41, 1-12.
- Phillips, S. J. (2010). A brief tutorial on MaxEnt. *Rev. AT&T Research, Princeton University*, 12.
<https://doi.org/10.5531/cbc.linc.3.1.6>
- Phillips, S. J., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2), 161-175. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species

- geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4), 231-259.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Phua, M. H., & Saito, H. (2003). Estimation of biomass of a mountainous tropical forest using Landsat TM data. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 29(4), 429-440. <https://doi.org/10.5589/m03-005>
- Phymer, J. M., Fain, M. G., Austin, J. E., Johnson, D. H., & Krajewski, C. (2001). Mitochondrial phylogeography, subspecific taxonomy, and conservation genetics of Sandhill Cranes (*Grus canadensis*; Aves: Gruidae). *Conservation genetics*, 2(3), 203-218.
<https://doi.org/10.1023/A:1012203532300>
- Poey, F. (1851-1855). Memorias sobre la historia natural de la isla de Cuba, acompañadas de sumarios latinos y extractos en francés. *Habana: Imprenta de Barcina*.
- Primack, R. B. (2000). Essentials of Conservation Biology (3rd ed.). *Sunderland, MA: Sinauer Associates*.
- Primack, R., Roiz, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. & Massardo, F. (2001). Fundamentos de conservación biológica. *México D.F. Fondo de Cultura Económica*, 797.
- Pujol Luna, N. (2012). Mención en Gestión Ambiental y Protección de los Recursos Naturales. Tesis. *Centro de Servicios Ambientales de Matanzas. Matanzas, Cuba*.
- Raffaele, H. A., Wiley, J. W., Garrido, O. H., Keith, A. R., & Raffaele, J. I. (1998). A guide to the birds of the West Indies. *Princeton University Press, Princeton, New Jersey*, 511.
<https://bvearmb.do/handle/123456789/2496>
- Ramírez-Bastida, P., Navarro-Sigüenza, A. G., & Peterson, A. T. (2008). Aquatic bird distributions in Mexico: designing conservation approaches quantitatively. *Biodiversity and Conservation*, 17(10), 2525-2558. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9398-0>
- Read, A. C. (1913). Birds observed in the Isle of Pines, Cuba. *Oologist*, 30, 130-131.
- Reed, J. R. (1988). Arctic adaptations in the breeding biology of Sandhill Cranes, *Grus canadensis*, on Banks Island, Northwest Territories. *Canadian field-naturalist*. *Ottawa ON*, 102(4), 643-648.
- Reinecke, K. J., & Krapu, G. L. (1986). Feeding ecology of Sandhill Cranes during spring migration in Nebraska. *The Journal of Wildlife Management* 50(1), 71-79. <https://doi.org/10.2307/3801490>
- Republic of Cuba. (2015). Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. *La Habana, Cuba*.
<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cubnc2.pdf>
- Reyes, L.F., & Volpedo, A.V. (2013). Evaluación de los cambios de estado en ecosistemas degradados de Iberoamérica. *Programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el Desarrollo. Buenos Aires, Argentina*: 411RT0430.
- Roberge, J. M., & Angelstam, P. E. R. (2004). Usefulness of the umbrella species concept as a

- conservation tool. *Conservation biology*, 18(1), 76-85. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00450.x>
- Rodríguez Gómez, A., & Alonso, R. (1999). Sightings of the Cuban Sandhill Crane (*Grus canadensis nesiotis*) in Pinar del Río, Cuba. *El Pitirre*, 12(3), 102.
- Rodríguez Ramos, N., Galano Duverger, S., Belloch García, I., Estrada, R., & Martín Morales, G. (2009). Rellenado de los gaps provocados por la falla del Scan Line Corrector en las imágenes Landsat 7 ETM+. *Universidad de La Habana*, 49.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. *Third Earth Resources Technology Satellite Symposium*, 1, 309-317.
- Samuel, M. D., & Fuller, M. R. (1994). Wildlife radiotelemetry. In T. A. Bookhout (Ed.), *Research and management techniques for wildlife and habitats* (pp. 370–418). *Bethesda, MD: The Wildlife Society*.
- Samuel, M. D., Pierce, D. J., & Garton, E. O. (1985). Identifying areas of concentrated use within the home range. *Journal of Animal Ecology*, 54(3), 711–719. <https://doi.org/10.2307/4373>
- Sanjay, D., Mishra, S. P., Sarkar, U., Taraphder, S., Swain, D. P., Saikhom, R., & Panda, S. (2005). Multivariate Statistical Data Analysis – Principal Component Analysis (PCA). *International Journal of Livestock Research*, 7(5), 60–78.
- Schlorff, R. W. (2005). Greater Sandhill Crane: Research and management in California since 1978. *Proceedings of the North American Crane Workshop*. <https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/36/>
- Schmitz, R. A., Aguirre, A. A., Cook, R. S., & Baldassarre, G. A. (1990). Lead poisoning of Caribbean flamingos in Yucatan, Mexico. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 18(4), 399-404. <https://doi.org/10.35670/1667-4545.v6.n1.534>
- Seamans, M. E. (2021). Status and harvests of Sandhill Cranes: Mid-Continent, Rocky Mountain, Lower Colorado River Valley and Eastern Populations. Administrative Report, U.S. Fish and Wildlife Service, Lakewood, CO. Retrieved from <https://www.fws.gov/sites/default/files/documents/StatusandHarvestofSandhillCranes21.pdf>
- Seamans, M. E. (2024). Status and harvests of Sandhill Cranes: Mid-Continent, Rocky Mountain, Lower Colorado River Valley, and Eastern Populations. *Administrative Report, U.S. Fish and Wildlife Service, Lakewood, Colorado*, 46.
- Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change of Cuba, Havana, (2015)
- Sellers, P. J. (1985). Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration. *International journal of remote sensing*, 6(8), 1335-1372. <https://doi.org/10.1080/01431168508948283>

- Shenk, T. M., & Ringelman, J. K. (1992). Habitat use by cross-fostered Whooping Cranes in Colorado. *The Journal of Wildlife Management*, 56(4), 769-776. <https://doi.org/10.2307/3809472>
- Silverman, B. W. (1986). Density estimation for statistics and data analysis. *Chapman and Hall, London, UK*.
- Skalos, D. & Weaver, M. (2020). Central Valley Midwinter Waterfowl Survey 2020 Results. *California Department of Fish and Wildlife, Waterfowl Program, West Sacramento, CA, USA*.
- Sokal, R. R. & Rohlf F. J. (1981). Biometry. *W.H. Freeman, New York*, 253.
- StatSoft, Inc. (2003). STATISTICA (data analysis software system), version 6.
- T. MacArthur Foundation. (2011). Otorgado al Instituto Interamericano para hacer frente a los efectos del cambio climático en la biodiversidad. *Naciones Unidas*.
- Tacha, T. C. (1981). Behavior and taxonomy of Sandhill Cranes from mid-continental North America. *Oklahoma State University ProQuest Dissertations & Theses*, 1981. 8123863.
- Tacha, T. C. (1987). Foraging and maintenance behaviors of Sandhill Crane. *Proceedings of the 1985 Crane Workshop* 415, 93-106.
- Tacha, T. C., Martin, D. C., & Endicott, C. G. (1979). Mortality of Sandhill Cranes associated with utility highlines in Texas. Proceedings of the 1978 Crane Workshop. *National Audubon Society, New York, NY, USA*, 175-176.
- Tacha, T. C., Nesbitt, S. A., & Vohs, P. A. (1992). Sandhill Crane. *The Birds of North America* 31, 24.
- Tacha, T.C., Nesbitt, S.A. & Vohs P. A. (1994). Sandhill Crane. *Migratory shore and upland game bird management in North America*.
- Tacha, T. C., Vohs, P. A., & Iverson, G. C. (1985). A comparison of interval and continuous sampling methods for behavioral observations. *Journal of Field Ornithology*, 56(3), 258-264. <https://www.jstor.org/stable/4513024>
- Tacha, T. C., Vohs, P. A., & Iverson, G. C. (1987). Time and energy budgets of Sandhill Cranes from mid-continental North America. *The Journal of Wildlife Management*, 51(2), 440-448. <https://doi.org/10.2307/3801032>
- Taylor, J. P. & Smith, L. M. (2003). Chufa management in the middle Rio Grande. *Valle, New Mexico: Wildlife Society Bulletin*, 31, 156-162.
- Taylor, J. P. & Smith, L. M. (2005). Sandhill Crane use of managed Chufa wetlands in New Mexico. *Wildlife Society Bulletin*, 31, 156-162. <https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/34/>
- Tebbel, P. D., & Ankney, C. D. (1978). Biology of Sandhill Cranes in the southern Algoma District, Ontario. Proceedings of the 1978 crane workshop. *Colorado State University Press, Fort Collins, CO*, 129-134.
- Thompson, R. L. (1970). Florida Sandhill Crane nesting on the Loxahatchee National Wildlife Refuge. *The Auk*, 87(3), 492-502.

<https://digitalcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1736&context=ffn>

- Thorpe, P. P., Olson, S., & Sands, J. (2020). September 2020 survey of the Rocky Mountain Population of Greater Sandhill Cranes. *Special Report in the files of the Central Flyway Representative, Lakewood, CO, USA*, 8.
- Torres, Y. (2010). Distribución, abundancia y patrones de conducta de *Grus canadensis nesiotés* (Aves: Gruidae) en dos localidades de Cuba. Tesis de Diploma, *Universidad de Oriente, Cuba*, 63.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote sensing of Environment*, 8(2), 127-150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)
- Uribe Botero, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. *Naciones Unidas*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/39855-cambio-climatico-sus-efectos-la-biodiversidad-america-latina>
- USGS. (2004). SLC-off Gap-Filled Products. Gap-Fill Algorithm Methodology. <https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/atoms/files/L7SLCGapFilledMethod.pdf>
- U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). (1973). Endangered Species Act of 1973, As Amended through the 108th Congress. *U.S., Department of the Interior, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC*, 44.
- U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). (1976). Endangered Status for 159 Taxa of Animals. *Federal Register* 41(115), 24062-24067.
- U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). (2018). Species Status Assessment Report for the Florida Sandhill Crane (*Antigone canadensis pratensis*), Version 1.0. *U.S. Fish and Wildlife Service, Southeast Region, Jacksonville, FL, USA*, 89.
- Valentine Jr, J. M. (1981). The Mississippi Sandhill Crane, 1980. Crane research around the world., *International Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin*, 167-174.
- Valentine Jr, J. M., & Hereford, S. G. (1997). History of breeding pairs and nesting sites of the Mississippi Sandhill Crane. *Proceedings of the North American Crane Workshop*, 7, 1-9.
- Varner, D. M., Pearse, A. T., Bishop, A. A., Davis, J. I., Denton, J. C., Grosse, R. C., Johnson, H. M., Munter, E. J., Schroeder, K. D., Spangler, R. E., Vrtiska, M. P., & Wright, A. E. (2019). Roosting habitat use by Sandhill Cranes and waterfowl on the North and South Platte Rivers in Nebraska. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 11(1), 56–67. <https://doi.org/10.3996/042019-JFWM-030>
- Vidal Olivera, V. M., & González-Abreu Fernández, R. (2013). Aguas superficiales y subterráneas en el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 34(3), 57-69. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10064725>

- Walkinshaw, L. H. (1949). The Sandhill Cranes (No. 29). *Cranbrook Institute of Science*, 29, 202.
- Walkinshaw, L. H. (1953). Nesting and abundance of the Cuban Sandhill Crane on the Isle of Pines. *The Auk*, 70(1), 1-10. <https://digitalcommons.usf.edu/auk/vol70/iss1/1>.
- Walkinshaw, L. H. (1956). Sandhill Cranes killed by flying into power line. *Wilson Bulletin*, 68(4), 325-326. https://digitalcommons.usf.edu/wilson_bulletin/vol68/iss4/19
- Walkinshaw, L. H. (1973). Cranes of the world. *Winchester Press, New York*, 370.
- Walkinshaw, L. H. (1976). The Sandhill Crane on and near the Kissimmee Prairie, Florida. Proceedings of the International Crane Workshop, *Oklahoma State University, Stillwater*, 1, 1-18.
- Walkinshaw, L. H. (1981). The Sandhill Cranes. Crane research around the world. *International Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin*, 151-162.
- Walkinshaw, L. H. (1982). Nesting of the Florida Sandhill Crane in Central Florida. *Proceedings of the 1981 Crane Workshop*, 53-62.
- Walkinshaw, L. H. (1989). The greater Sandhill Crane in Michigan: An update of nest data with observations on site fidelity. *Jack-Pine Warbler*, 67, 3-17.
- Walkinshaw, L. H., & Baker, B. W. (1946). Notes on the birds of the Isle of Pines, Cuba. *Wilson Bulletin*, 58(3), 133-142. https://digitalcommons.usf.edu/wilson_bulletin/vol58/iss3/1
- Walsberg, G. E. (1983). Avian ecological energetics. *Avian biology*, 7, 161-220.
- Watanabe, T. (2006). Comparative breeding ecology of lesser Sandhill Cranes (*Grus canadensis canadensis*) and Siberian Cranes (*G. leucogeranus*) in eastern Siberia. Doctoral dissertation, *Texas A&M University*, 100.
- West Coast Crane Working Group. (2000). Greater Sandhill Crane Central Valley Population Survey Results, Fall 2000. *North American Crane Working Group*. <http://www.wccwg.nacwg.org/pdf/cal00.pdf>
- Whittaker, R. J., & Fernández-Palacios J. M. (2007). Island Biogeography: Ecology, Evolution, and Conservation (2nd ed.). Oxford University Press. Oxford, UK, 416.
- Williams, L. E. (1978). Florida Sandhill Crane. Rare and endangered biota of Florida, *Univ. Press of Florida, Gainesville, Florida*, 2, 36-37.
- Williams, L. E., & Phillips, R. W. (1972). North Florida Sandhill Crane populations. *The Auk*, 89(3), 541-548. <https://www.jstor.org/stable/4084254>
- Wilson, C. D. (1987). Comparison of habitat use by Mississippi Sandhill Cranes (*Grus canadensis pulla*) released at different locations on a refuge. Doctoral dissertation. *Louisiana State University, Baton Rouge*.
- Worton, B. J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70(1), 164-168. <https://doi.org/10.2307/1938423>
- Yoerg, S. I. (1998). Foraging behavior predicts age at independence in juvenile Eurasian Dippers

(*Cinclus cinclus*). *Behavioral Ecology*, 9(5), 471-477. <https://doi.org/10.1093/beheco/9.5.471>
Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall. New Jersey, 4, 620.