

Caracterización y selección del sitio de anidación de la grulla cubana (*Grus canadensis nesiotes*) en el herbazal del Refugio de Fauna El Venero, Cuba

Y. Ferrer Sánchez, D. Denis Ávila & I. Ruiz Companioni

Ferrer Sánchez, Y., Denis Ávila, D. & Ruiz Companioni, I., 2010. Caracterización y selección del sitio de anidación de la grulla cubana (*Grus canadensis nesiotes*) en el herbazal del Refugio de Fauna El Venero, Cuba. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33.1: 19–29.

Abstract

Characterization and selection of nest sites by the Cuban sandhill crane (Grus canadensis nesiotes) in the grasslands of the El Venero Wildlife Refuge, Cuba.— *Grus canadensis nesiotes* is an endemic threatened subspecies of crane that inhabits freshwater wetlands. We characterized its nesting site and analyzed nest–site selection at three spatial scales in grasslands of El Venero Wildlife Refuge (Cuba), during the breeding seasons of 2005–2007. We monitored 26 nests until hatching. We also measured vegetation height, coverage at 30 and 100 cm, and distance between grass stems at nests. These values were compared with values measured at points 100 m away from nests. We used a GIS to obtain distances to channels, roads and forest patches, as well as to determine percentages of grass, water, palm–grass and casuarina–grass in circles of 100, 400, 700 and 1,000 m of radius around both nests and random points. Vegetation variables around nests (height: 78.9 ± 2.1 ; coverage at 30 cm: 97.8 ± 0.6 ; coverage at 100 cm: 64.7 ± 1.6) were lower than those at 18 m away. There were no differences in vegetation variables or distances to forests and water between nests and random points located farther. Percentage covers of grassland and forest influenced nest site selection. Average distance between simultaneous active nests was $1,305.8 \pm 106$ m, the smaller area of potential use was 30.3 km^2 and the mean influence area was $2.13 \pm 0.36 \text{ km}^2$. Nest site selection by cranes, as well as nest site characteristics, depended of the presence of extensive areas of grassland.

Key words: Cuban crane, Selection, Nesting area, Spatial scales, Grassland.

Resumen

Caracterización y selección del lugar de nidificación de la grulla cubana (Grus canadensis nesiotes) en los herbazales del Refugio de Fauna El Venero, Cuba.— *Grus canadensis nesiotes* es una subespecie endémica y amenazada de grulla cuyas poblaciones están asociadas a humedales de agua dulce. En este trabajo se caracterizó su lugar de nidificación y se determinó su selección a tres escalas espaciales en los herbazales del Refugio de Fauna El Venero, Cuba, durante los años 2005–2007. Se monitorizaron 26 nidos hasta la eclosión. También se midió la altura de la vegetación, la cobertura a 30 y 100 cm, y la distancia entre los tallos de las hierbas en los lugares de nidificación (microhábitat). Estas variables se compararon entre nidos y puntos al azar situados a 100 m de los nidos (mesohábitat). Para el análisis a escala de macrohábitat se utilizó un SIG, obteniéndose las distancias a canales, caminos y superficies boscosas, y también los porcentaje de herbazales, lagunas, herbazales con casuarinas y herbazales con palmas en círculos de radios de 100, 400, 700 y 1.000 m centrados tanto en los nidos como en los puntos aleatorios. Las variables de la vegetación alrededor de los nidos (alturas: $78,9 \pm 2,1$; cobertura a 30 cm: $97,8 \pm 0,6$; cobertura a 100 cm: $64,7 \pm 1,6$) fueron menores que a distancias de 18 m. A una distancia mayor las diferencias entre las variables de vegetación o las distancias a los bosques o a las lagunas, en los nidos y en los puntos aleatorios no fueron estadísticamente significativas. La elección del lugar de nidificación estaba influenciada por el porcentaje de cobertura de los herbazales y los bosques. La distancia promedio entre nidos activos simultáneos fue de $1.305,8 \pm 106$ m, el área de uso potencial de menor tamaño fue $30,3 \text{ km}^2$ y el área promedio de influencia de cada nido fue de $2,13 \pm 0,36 \text{ km}^2$. La selección y características del lugar de nidificación dependieron pues de la presencia de áreas extensas de herbazal.

Palabras clave: Grulla cubana, Selección, Área de nidificación, Escalas espaciales, Herbazal.

(Received: 12 VIII 09; Conditional acceptance: 11 XI 09; Final acceptance: 03 II 10)

Yarelys Ferrer Sánchez & Idael Ruiz Companioni, Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna. Calle 42 esquina 7ª, # 514, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.– Dennis Denis Ávila, Fac. de Biología, Univ. de la Habana. Calle 25 e/I y J, Plaza de la Revolución, Ciudad de La Habana, Cuba.

Corresponding author: Y. Ferrer Sánchez. E-mail: ffconservacion@enet.cu

Introducción

Las grullas (Aves, Gruidae) son especies funcionalmente importantes dentro de los humedales naturales, los cuales constituyen hábitats primarios para este grupo (Bishop, 1988). La pérdida excesiva de estas áreas naturales ha sido la causa fundamental de la disminución del tamaño de las poblaciones de estas aves (Meine & Archibald, 1996a). En ese caso se encuentra la grulla cubana, *Grus canadensis nesiotés* (Gundlach, 1875), subespecie endémica del archipiélago cubano, que sufre amenazas por la pérdida y degradación de sus hábitats, las cuales han provocado que la subespecie esté en peligro de extinción (Meine & Archibald, 1996a, 1996b). El cambio en el régimen hídrico de los humedales, la expansión agrícola de cultivos de arroz (*Oriza sativa*) y caña (*Saccharum officinarum*) en los bordes y dentro de los humedales, el cambio en la comunidad de plantas herbáceas provocado por el pastoreo del ganado tradicional y del búfalo asiático (*Bubalus bubalis*), la sustitución de especies en los bosques naturales por variedades comerciales, entre otras amenazas, contribuyeron a la disminución de las poblaciones de *G. c. nesiotés* (Gálvez et al., 1999). Actualmente existen localidades donde se practica la cacería furtiva sobre esta subespecie, y es posible también que las poblaciones tengan problemas genéticos y demográficos como consecuencia de su fragmentación y pequeño tamaño.

Con el creciente interés por la subespecie cubana y su delicado estado de conservación (Meine & Archibald, 1996a), se han realizado estudios descriptivos de la ecología reproductiva, el uso de hábitat y el ámbito hogareño en la población de la Isla de la Juventud (Gálvez, 2002), la más numerosa para Cuba (Gálvez et al., 1999). Los resultados de estos estudios aportaron información relevante para el manejo de esta subespecie en el ecosistema de arenas silíceas de dicha isla. Sin embargo, su alcance es limitado ya que las 12 poblaciones restantes de grullas se distribuyen por herbazales anegados que existen como reductos de las antiguas sabanas naturales. Estos humedales tienen una composición florística y estructural diferente a las sabanas mencionadas y están sometidos a fuertes presiones humanas, afectando de esta forma varias poblaciones de aves, incluidas las grullas.

Para realizar un manejo de las poblaciones de grullas se necesita conocer sus requerimientos de hábitat, y a pesar del amplio estudio existente sobre la ecología reproductiva de la especie nominal (ej.: Bennett & Bennett, 1990; Depkin et al., 1994; Littlefield, 2003; Kreger et al., 2006), la interpretación que se ha hecho sobre la relación entre la especie y el ambiente no ha sido suficiente para conservar las áreas usadas por estas aves. Estas deficiencias son consecuencia de los estudios y comparaciones realizados a escalas simples. Sin embargo, un análisis a múltiples escalas en paisajes heterogéneos, podría incrementar el conocimiento sobre las necesidades de las especies (Wiens, 1989) y la interpretación necesaria para realizar un manejo adaptable de las mismas. Esta aproximación provee una mejor resolución a los

problemas de dominio y ayuda a incrementar el grado de generalidad de los patrones observados y de sus determinantes (Cueto, 2006).

Estas limitantes en los estudios también han afectado a *G. c. nesiotés*, restringiendo la realización de un manejo adaptable de la subespecie, fundamentalmente en los humedales. Este tipo de manejo incorpora el método científico a las acciones que se realicen, para aprender cuáles opciones funcionan y cuáles no, y adaptar las decisiones posteriores a esta nueva información (Holling, 1978). A partir de la problemática y los vacíos de información existentes con las poblaciones de grullas, el presente estudio tiene como objetivos caracterizar el sitio de anidación de *G. c. nesiotés* y determinar los patrones de su selección a tres escalas espaciales de análisis.

Material y métodos

El presente estudio se llevó a cabo durante los años 2005 al 2007 en el Refugio de Fauna El Venero (22° 01' 31,38" N – 78° 30' 44,82" W), al norte de la provincia Ciego de Ávila, Cuba. Esta área protegida abarca parte de la cuenca hidrográfica La Yana, y las formaciones vegetales presentes son el bosque semidecíduo mesófilo con humedad fluctuante, los bosques siempre verdes y los herbazales de ciénaga. Estos últimos son los hábitats que más usan las grullas y se caracterizan por especies como el macío (*Thypha dominguensis*), la cortadera (*Eleocharis interstincta*), la cortadera de dos filos (*Cladium jamaicense*), el junco (*Cyperus* spp.), el rabo de zorra (*Erianthus giganteus*) y el platanillo de río (*Thalia geniculata*) (Inguanzo et al., 2008). Estos herbazales sostienen a la tercera población de grullas más grande de Cuba, con alrededor de 102 individuos (Gálvez, 2002).

En el área de herbazales de ciénaga (5.695,9 ha) se localizaron 30 nidos y 26 de estos fueron monitoreados hasta la eclosión de los huevos. Se realizaron tres diseños de muestreo para el análisis de posibles patrones de selección del sitio de anidación. Estos diseños abarcaron la caracterización del hábitat de anidación a nivel de microhábitat, mesohábitat y macrohábitat y se emplearon puntos fijos y aleatorios sin presencia de nidos para comparar la estructura de la vegetación y la presencia, distancia y porcentaje de varios elementos del paisaje.

El muestreo a nivel de microhábitat de anidación se realizó luego de eclosionados los huevos. Alrededor de cada nido se delimitaron tres anillos concéntricos de 6 m, 12 m y 18 m de radio externo. Dentro de estas franjas se deslindaron y distribuyeron de forma aleatoria 4, 8 y 12 parcelas cuadradas de 1 m², respectivamente. En las parcelas se midió la altura del estrato herbáceo y la distancia entre hierbas con una cinta métrica de 1 cm de precisión, y las coberturas vegetales a 30 cm y 100 cm del suelo con una pantalla de densidad. A partir de las distancias entre hierbas se determinó la distribución espacial por el índice de agregación y la densidad del estrato herbáceo por el método del vecino más cercano (Krebs, 1999). Los

datos de estas variables medidas por parcela en cada nido fueron estandarizados calculando el valor medio general de cada variable por nido, para eliminar el efecto de la correlación espacial.

A nivel de mesohábitat se realizó un muestreo en ocho de los nidos monitoreados, alrededor de los cuales se delimitó un área de 15 m de radio. Dentro del área se distribuyeron aleatoriamente 16 parcelas de 1 m² y en estas se registraron las mismas variables estructurales de la vegetación, mencionadas para el diseño anterior. El mismo procedimiento fue aplicado en cuatro puntos ubicados a 100 m de cada nido, en las cuatro direcciones cardinales.

En el análisis del macrohábitat se registraron las coordenadas geográficas de los 26 nidos con un GPS de 5 m de precisión. El área que potencialmente utilizan las grullas para anidar dentro de los límites del herbazal fue determinada por medio de una función kernel fija (Worton, 1989), con un parámetro de suavizado calculado *ad hoc* y se calculó el área definida por la isolinéa del 90% de probabilidad. El área de influencia de cada nido fue determinada a partir de los polígonos de Dirichlet (Silverman, 1986). Ambos métodos fueron aplicados a partir de la extensión Animal Movement Analysis 1.1 para ArcView 3.2 y de las ubicaciones geográficas de los nidos activos simultáneos en cada año, entre los cuales también se calculó la distancia. Esta distancia fue analizada entre nidos activos sin barreras físicas que limitaran su visibilidad.

El análisis del macrohábitat se realizó sobre un mapa temático digitalizado a partir de las hojas cartográficas del área (escala 1:25.000, proyección UTM, datum NAD27 para Cuba) del Instituto de Geodesia y Cartografía. Las áreas se corrigieron y actualizaron superponiendo una composición de falso color a partir de las bandas 4–2–1 del sensor ETM+ del Landsat (fecha de adquisición: marzo, 2001) y escenas descargadas del servidor Google Earth Plus en diciembre del 2007. A partir del mapa obtenido se realizó una validación de los datos en el campo.

Con el programa ArcView 3.2 se ubicaron los nidos (n = 26) y puntos aleatorios (n = 26) y se

calculó el área de elementos del paisaje definidos como: herbazal, bosque, laguna, herbazal con casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), herbazal con palmas (*Sabal maritima*) y cañaveral (cultivo de *Saccharum officinarum*). A partir de cada nido y punto aleatorio (sobre el sitio disponible para la anidación) se delimitaron círculos de 100, 400, 700 y 1.000 m de radio, que abarcaron áreas de 0,03 km²; 0,5 km²; 1,5 km² y 3,1 km², respectivamente. Para la selección de estos radios se tuvo en cuenta la distancia mínima entre nidos activos simultáneos, el ámbito hogareño de crías de grullas (Baker et al., 1995) y una aproximación a los movimientos que realizan las grullas en esta época (Watanabe, 2006). En estas áreas se calculó el porcentaje de cobertura de cada elemento del paisaje mencionado. También se registró la distancia más cercana desde nidos y puntos aleatorios a otros elementos del paisaje como: canales menores (de curso estrecho, pueden ser intermitentes), canales mayores (caudal regular y curso amplio), caminos y bosques.

A todos los datos obtenidos en el estudio se les realizaron las pruebas de normalidad (Kolmogorov–Smirnov) y de homogeneidad de varianzas (Scheffe–Box) para analizar el cumplimiento de los principios de las pruebas paramétricas. Las pruebas no paramétricas empleadas en los análisis son consecuencia del incumplimiento de las premisas mencionadas.

A cada variable se le calculó el valor medio, sus límites de confianza al 95% y el error estándar. Las comparaciones pareadas entre las características de la vegetación de nidos y puntos, los porcentajes de los diferentes elementos del paisaje, así como la distancia a estos en nidos y puntos aleatorios, se realizaron con pruebas *U* de Mann–Whitney.

La comparación de las características de la vegetación a diferentes distancias del nido (tres franjas), se realizó por una prueba de Kruskal–Wallis. Para identificar a posteriori los grupos con diferencias se graficaron los estadísticos descriptivos de las variables analizadas.

Tabla 1. Estadísticas de posición y dispersión de las variables medidas en la vegetación herbácea alrededor de los nidos de la grulla cubana (*Grus canadensis nesiototes*), a nivel de microhábitat, durante los años 2005 al 2007, Refugio de Fauna El Venero (Ciego de Ávila, Cuba, n = 104).

Table 1. Position and dispersion statistics of the variables measured in herbaceous vegetation around the nests of the Cuban crane (*Grus canadensis nesiototes*), at the microhabitat level, from 2005 to 2007, Wildlife Refuge El Venero (Ciego de Avila, Cuba, n = 104).

Variable	Media	ES	IC 95%	Min.	Máx.
Altura (cm)	78,9	2,1	74,8–83,0	24,6	150,0
Cobertura 30 cm (%)	97,8	0,6	96,6–98,9	53,3	100,0
Cobertura 100 cm (%)	64,7	1,6	61,5–68,0	0,0	100,0

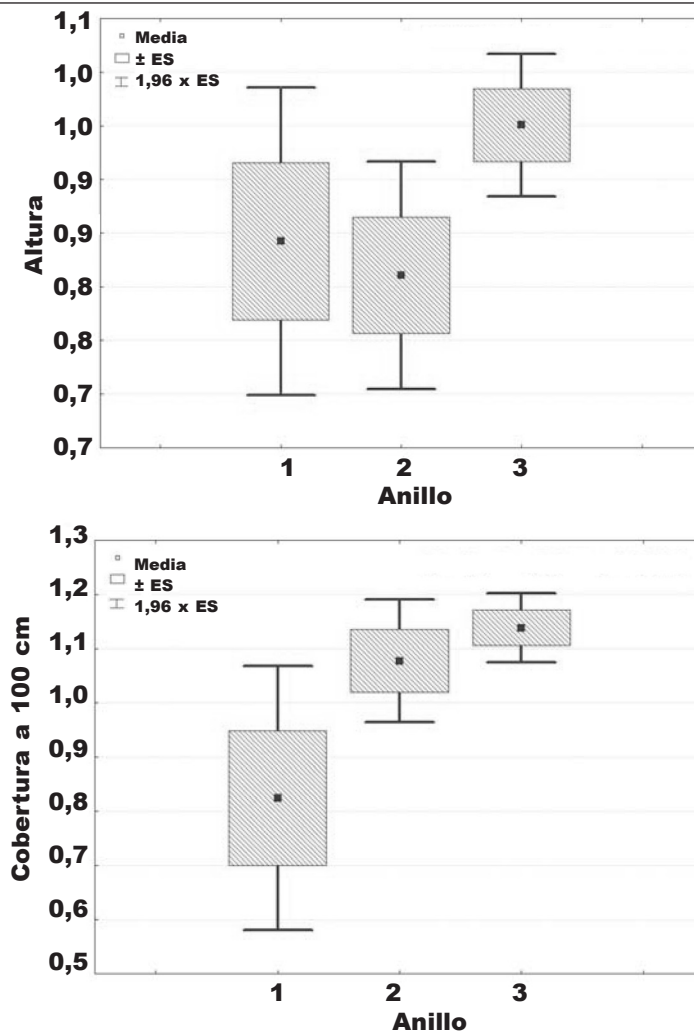


Fig. 1. Valor medio, error estándar y límites de confianza del 95% de la altura estandarizada de las hierbas y la cobertura vegetal estandarizada a 100 cm, a tres distancias: 1 (6 m), 2 (12 m) y 3 (18 m) de los nidos de *Grus canadensis nesiotés*, en el análisis a nivel de microhábitat, durante los años 2005 al 2007, Refugio de Fauna El Venero (Ciego de Ávila, Cuba).

Fig. 1. Mean value, standard error and 95% confidence intervals for standardized grass height and standardized plant cover at 100 cm, from three distances: 1 (6 m), 2 (12 m) and 3 (18 m) to *Grus canadensis nesiotés* nest, in the analysis at microhabitat level, from 2005 to 2007, Wildlife Refuge El Venero (Ciego de Avila, Cuba).

Se calculó el índice estandarizado de selección (Manly et al., 1993) para determinar si las proporciones en que aparecieron los elementos del paisaje alrededor de los nidos y en los puntos aleatorios fueron seleccionadas o evitadas por las grullas. El índice se comparó con una prueba de χ^2 (Atienza, 1994). Se empleó la prueba de la *t* de Student para comparar entre pares de años la distancia existente entre nidos activos simultáneamente. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significación de 0,05, con el empleo del programa Statistica 6.0 (StatSoft Inc., 2003).

Resultados

Las grullas construyeron sus nidos solamente en los herbazales de ciénaga. La altura promedio de la vegetación alrededor de estos (a nivel de microhábitat) fue de aproximadamente 80 cm, con valores máximos de hasta metro y medio (tabla 1). La cobertura de hierbas fue elevada, acorde a la densidad de vegetación, y a 30 cm del suelo se mantuvo casi sin variación con valores superiores al 95%.

La altura (Kruskal–Wallis $H_{(2, N = 79)} = 6,3; p = 0,04$) y la cobertura a 100 cm (Kruskal–Wallis $H_{(2, N = 79)} = 6,3;$

Tabla 2. Estadísticas de posición y dispersión de la distancia entre nidos simultáneamente activos y su área de influencia en el análisis a nivel de macrohábitat, para la grulla cubana (*Grus canadensis nesiotés*) durante los años 2005 al 2007, Refugio de Fauna El Venero (Ciego de Ávila, Cuba): Min. Mínimo; Max. Máximo.

Table 2. Position and dispersion statistics for the distances between active simultaneous nests and their area of influence in the analysis of macrohabitat level for the Cuban crane (*Grus canadensis nesiotés*) from 2005 to 2007, Wildlife Refuge El Venero (Ciego de Avila, Cuba): Min. Minimum; Max. Maximum.

Años	Distancia entre nidos (m)					Área de influencia (km ²)				
	Media	n	ES	Mín.	Máx.	Media	n	ES	Mín.	Máx.
2005	1.433,7	18	153,5	332,7	2.661,9	1,28	10	0,23	0,55	3,02
2006	1.353,9	4	363,7	596,6	2.338,3	2,06	6	0,64	0,65	4,52
2007	1.159,2	17	162,6	333,4	2.812,6	2,94	10	0,72	0,49	8,13
Total	1.305,8	39	106,0	332,7	2.812,6	2,13	26	0,36	0,49	8,13

$p = 0,04$) del estrato herbáceo presentaron diferencias estadísticamente significativas, para el análisis de las tres franjas a diferentes radios de los nidos. En sustitución a una prueba *a posteriori*, la figura 1 mostró que las franjas 0–6 m y 12–18 m tienen una alta probabilidad de ser diferentes para las variables antes mencionadas. Sin embargo, las variaciones encontradas para la cobertura del estrato herbáceo a 30 cm no fueron significativas (Kruskal–Wallis $H_{(2, N = 79)} = 2,4$; $p = 0,3$).

La distancia entre hierbas vecinas no mostró significación estadística (Kruskal–Wallis $H_{(2, N = 79)} = 0,9$; $p = 0,6$), con valores entre 2,2 y 2,7 cm. Al calcular los índices de agregación se obtuvo una distribución agregada de las hierbas (0,48; 0,68 y 0,48, respectivamente) y las variaciones existentes tampoco fueron significativas.

La comparación de la estructura del estrato herbáceo en un radio de 15 m desde el nido y en puntos a 100 m, no mostró diferencias estadísticamente significativas. Tanto la altura promedio alrededor de los nidos (media = $77,5 \pm 3,8$; $n = 26$), la cobertura a 30 cm (media = $99,7 \pm 0,2$) y la cobertura a 100 cm (media = $67,5 \pm 3,2$), no tuvieron variaciones relevantes respecto a los puntos a 100 m (altura: media = $80,0 \pm 2,4$; $n = 92$; $U = 1.099$ $p = 0,5$. Cobertura a 30 cm: media = $99,5 \pm 0,2$; $U = 1.143,5$; $p = 0,7$. Cobertura a 100 cm: media = $72,1 \pm 1,6$; $U = 998$; $p = 0,2$).

En general, el área de uso potencial para la anidación, determinada a partir de la función kernel, alcanzó sus menores valores en los años 2005 ($17,5 \text{ km}^2$) y 2006 ($16,7 \text{ km}^2$), mientras que para el 2007 ($30,3 \text{ km}^2$) aumentó considerablemente. Los nidos de grullas que se encontraban activos simultáneamente se distribuyeron a distancias cercanas a los 1.300 m. La distancia mínima fue de 330 m aproximadamente, y los nidos vecinos más alejados entre sí se encontraron alrededor de los 2.800 m (tabla 2). El análisis comparativo de las distancias

entre nidos activos simultáneos entre los años 2005 y 2007 no arrojó diferencias estadísticamente significativas ($t = 1,2$; $p = 0,2$).

El área de influencia de los nidos fue diferente para cada año, extendiéndose como promedio hasta los 2 km^2 , con una variación desde los 0,5 km^2 hasta los 8 km^2 (tabla 2). Para el año 2005 se obtuvo la menor área, y representó alrededor del 43,5% del área estimada para el 2007.

Para el análisis del macrohábitat, en un radio de 100 m alrededor de los nidos y puntos aleatorios, la frecuencia de aparición del herbazal de ciénaga fue mayor que el resto de los elementos del paisaje. Los canales menores y mayores, así como los caminos, tuvieron una frecuencia de aparición semejante y son los otros elementos que aparecen a los 100 m. Sin embargo, en el contorno de los puntos aleatorios se incorporaron los bosques, las lagunas, el herbazal con casuarinas y con palmas y no aparecieron los caminos y los canales mayores (fig. 2). En los radios superiores a los 100 m apareció el cañaveral, el herbazal con palmas y con casuarinas, y disminuyó la frecuencia de aparición del herbazal notablemente. En los puntos aleatorios aparecieron los caminos y los canales mayores y la frecuencia del herbazal se comportó semejante a los nidos. A pesar de las ligeras diferencias, no se encontró significación estadística en cuanto a las frecuencias de los elementos del paisaje, analizados para nidos y puntos aleatorios tanto a 100 m como a mayores radios ($p > 0,05$).

Los resultados del análisis del porcentaje de área que ocupa cada elemento del paisaje hasta los 100 m del nido, mostraron solamente la ocupación por herbazal de ciénaga. Para los puntos aleatorios esta misma área estuvo representada por un porcentaje similar de herbazal, herbazal con casuarina y herbazal con palmas, y en menor proporción aparecieron los bosques (fig. 3). En la medida que aumentó la escala de

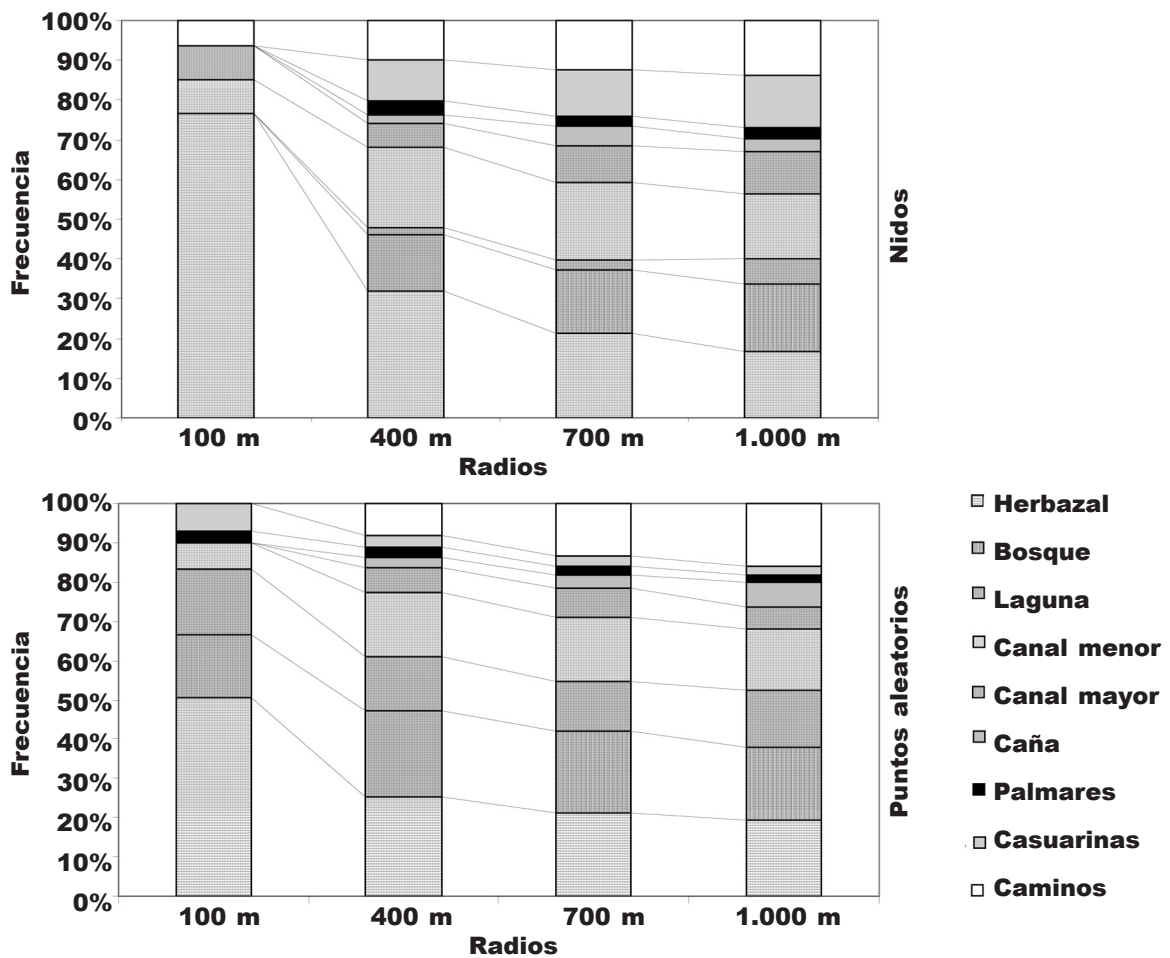


Fig. 2. Frecuencia de aparición de distintos elementos del paisaje en diferentes áreas alrededor de los nidos de *Grus canadensis nesiotés* y de puntos aleatorios, Refugio de Fauna El Venero (Ciego de Ávila, Cuba).

Fig. 2. Frequency of appearance of the distinct landscape elements in different areas around *Grus canadensis nesiotés* nests and random points, Wildlife Refuge El Venero (Ciego de Avila, Cuba).

muestreo se incorporaron los bosques, cañaverales, y los otros dos tipos de herbazales, pero siempre se mantuvo el porcentaje de herbazal por encima del resto de los elementos paisajísticos alrededor de los nidos. Para los puntos aleatorios el área de herbazal se mantuvo estable y menor que en los nidos, y hubo aumento del porcentaje de lagunas, bosques y cañaverales y disminución del porcentaje de herbazal con palmas. Para este estudio las mayores diferencias del área disponible para la anidación en el humedal entre nidos y puntos aleatorios, se encontraron a distancias radiales menores a los 400 m. Las diferencias estadísticamente significativas se encontraron entre el porcentaje de herbazal presente hasta los 100 m (mayor en nidos; $z = 3,55$; $p = 0,0004$) y de lagunas presentes hasta los 1.000 m (mayor en puntos aleatorios; $z = -2,99$; $p = 0,003$).

El análisis de la distancia desde los nidos a elementos del paisaje arrojó diferencias estadísticas solo para la distancia al bosque. El valor medio de esta distancia desde los nidos fue aproximadamente el doble de la distancia desde puntos aleatorios (tabla 3).

Los resultados del índice estandarizado de selección sugirieron una selección para el herbazal (tabla 4). Esta selección, estadísticamente significativa ($\chi^2 = 23,4$; $p = 0,0003$), apoyó los resultados anteriores respecto a la composición del paisaje en el sitio de anidación.

Discusión

Entre los parámetros de la estructura de la vegetación alrededor de los nidos, la altura y la cobertura a

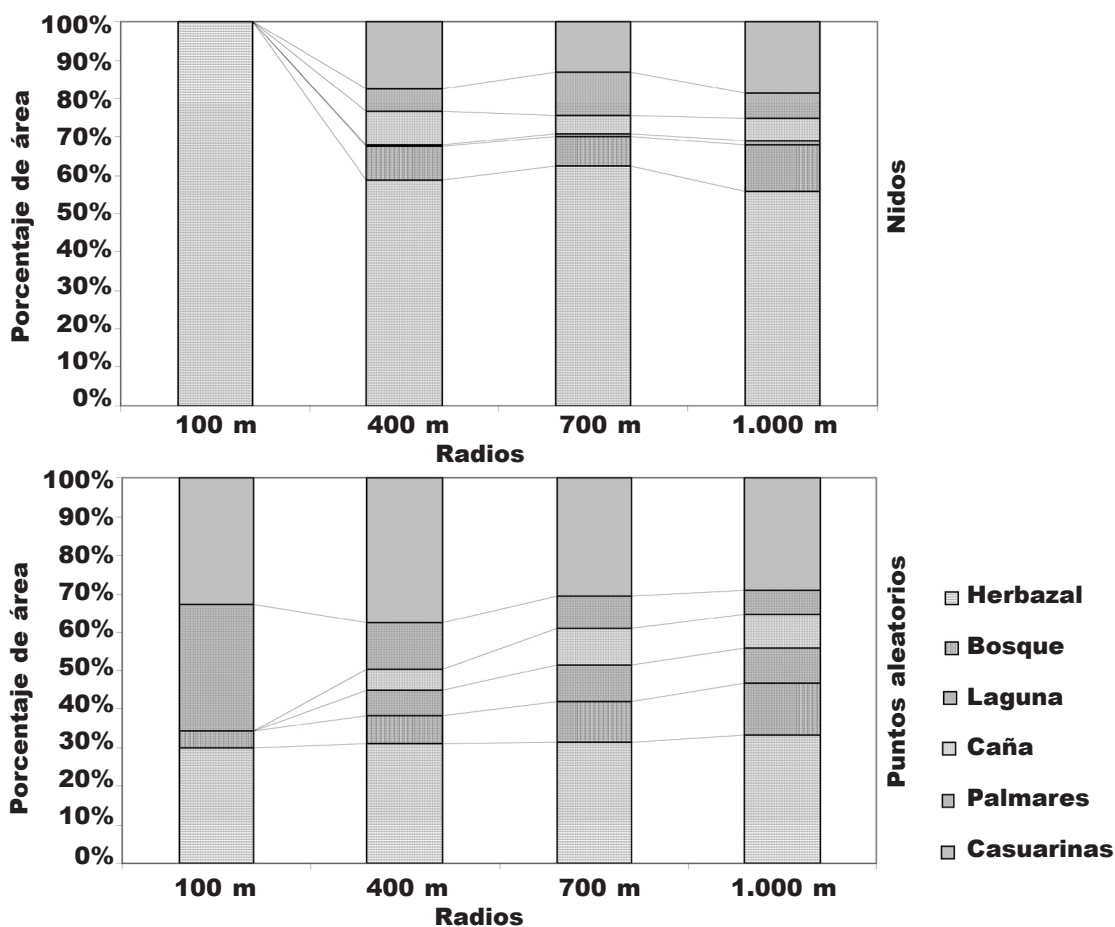


Fig. 3. Porcentaje del área que ocupan varios elementos del paisaje a diferentes escalas espaciales alrededor de nidos de *Grus canadensis nesiotis* y de puntos aleatorios, Refugio de Fauna El Venero (Ciego de Ávila, Cuba).

Fig. 3. Percentage of area that occupied landscape elements at different spatial scales around *Grus canadensis nesiotis* nests and random points, Wildlife Refuge El Venero (Ciego de Avila, Cuba).

100 cm tuvieron valores diferentes a varias distancias de estos, que sugieren la selección de un sitio de anidación dentro del herbazal. La vegetación circundante al sitio seleccionado para construir el nido puede proteger a las grullas de los depredadores y limita su visibilidad ante otras parejas (Littlefield, 2001), ya que la altura y densidad de esta vegetación aumenta en la medida que se aleja del nido, a nivel de microhábitat. Este punto, a la vez, debe facilitar la entrada del ave al nido y la visibilidad necesaria para detectar cualquier situación de peligro potencial (Walkinshaw, 1949). Bennett (1978) obtuvo resultados similares y apoya la idea de selección de sitios en los cuales la altura y la densidad de la vegetación permitan el movimiento de las grullas.

El análisis a una escala espacial mayor (100 m) no mostró ninguna tendencia notable entre el área usada para la anidación y las zonas disponibles. La aparente homogeneidad en el área puede indicar que

las grullas, a esta escala, no buscan sitios diferentes respecto a la estructura disponible de la vegetación. Esta homogeneidad espacial en las áreas de anidación fue reportada también por Dwyer (1990) para *G. c. pratensis*, al comparar la estructura de la vegetación alrededor de los nidos con puntos aleatorios ubicados en sitios sin anidación. Sin embargo, Watanabe (2006) le atribuye importancia a la altura de la vegetación en las áreas de anidación de *G. c. canadensis*, al ser mayor el valor medio de esta variable y estadísticamente significativo respecto a los puntos aleatorios en las zonas sin anidación. Walkinshaw (1973) y Bennett (1988) concluyen que las especies de plantas son sólo un componente pequeño en la selección del área de anidación, comparado con la importancia de la estructura de la vegetación.

Los resultados obtenidos pueden sugerir también que la similitud estructural de la vegetación en las áreas no utilizadas contribuye a la disponibilidad de

Tabla 3. Distancia medida desde los nidos de *Grus canadensis nesiotés* y los puntos aleatorios a diferentes elementos del paisaje a nivel de macrohábitat, durante los años 2005 al 2007, Refugio de Fauna El Venero (Ciego de Ávila, Cuba).

Table 3. Distance measured from Grus canadensis nesiotés nests and random points to different landscape elements at a macrohabitat level, from 2005 to 2007, Wildlife Refuge El Venero (Ciego de Avila, Cuba).

Elementos del paisaje	Nidos		Puntos aleatorios		U de Mann–Whitney	
	Media ± ES	n	Media ± ES	n	z	p
Distancias (m)						
A caminos	523,7 ± 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 ± 45,20	27	236,9 ± 26,38	27	3,59	0,0003

áreas óptimas para las parejas que conquistan nuevos territorios. Por lo tanto, si existe área disponible en el humedal con iguales características a los hábitats de anidación, entonces este ecosistema podría soportar una carga mayor de parejas reproductoras, y la población podría tender al crecimiento. Para este análisis también se debe tener en cuenta que esta población está sometida a presiones como la territorialidad y la experiencia de los adultos, que pueden limitar la utilización del hábitat disponible. A esto se suman algunos factores espaciales como la distancia entre nidos activos simultáneos y la dispersión de nidos dentro del humedal, que pueden influir en la selección del área de anidación.

La distribución de los nidos de *G. c. nesiotés* dentro del humedal estuvo condicionada, en parte, por la disponibilidad de hábitat de herbazal y la distancia entre nidos activos simultáneamente. Esta distancia entre nidos en áreas abiertas, como los herbazales, fue menor que la reportada por Gálvez et al. (2005) para la isla de la Juventud (2,9 a 6,0 km). Estas diferencias podrán relacionarse con las características de los ecosistemas, las cuales favorecen en cobertura y altura del estrato herbáceo para la población en estudio y en la frecuencia de aparición de arbustos para la población de la isla de la Juventud. Resultados similares fueron reportados por Dwyer (1990), con distancias mínimas sorprendentes de 72 m. Thompson (1970) informó sobre distancias mayores de 36,5 km, lo que puede estar enmascarado por factores como la calidad de los hábitats disponibles.

El área de influencia de los nidos de *G. c. nesiotés* estuvo relacionada a la distancia entre nidos activos simultáneos, y tuvo valores menores que los referidos para *G. c. canadensis* (21,9 km²) y *G. leucogeranus* (41,9 km²) (Watanabe, 2006). El área potencial para la anidación de esta subespecie incluye elementos del paisaje que no fueron utilizados por las grullas para la anidación. Sin embargo, la productividad no

sólo depende de la presencia de hábitats adecuados para anidar, sino de la proximidad de otros hábitats de alimentación con fuentes de agua disponible (Depkin et al., 1994).

La composición del paisaje en las áreas alrededor de los nidos mostró una mayor frecuencia y proporción de herbazal de ciénaga respecto a los puntos aleatorios. Este resultado apoya la idea de que la subespecie cubana, en el área de estudio, construye sus nidos en áreas con predominio de herbazal.

Tabla 4. Índice estandarizado de selección aplicado a la proporción de los diferentes elementos del paisaje en los nidos de *Grus canadensis nesiotés* y en puntos aleatorios, a nivel de macrohábitat, durante los años 2005 al 2007, Refugio de Fauna El Venero (Ciego de Ávila, Cuba).

Table 4. Standardized selection index applied to the proportion of the different landscape elements in Grus canadensis nesiotés nests and random points, at macrohabitat level, from 2005 to 2007, Wildlife Refuge El Venero (Ciego de Avila, Cuba).

Categoría	Índice	ES	LC 95%
Herbazal	0,29	0,27	0,9–2,3
Bosque	0,15	0,30	0,02–1,6
Laguna	0,12	0,32	0,0–1,49
Cañaveral	0,12	0,32	0,0–1,49
Herbaza–palma	0,20	0,16	0,2–1,05
Herbazal–casuarina	0,11	0,60	0,0–2,69

Según lo observado, estas aves no construyen los nidos en sitios próximos a lagunas y bosques. A partir de los 100 m es que se pueden encontrar estos elementos, los cuales pueden poner en riesgo la supervivencia de huevos, crías y adultos, por el riesgo de inundación y depredación de los huevos, además de que los bosques no les reportan recursos alimentarios (Urbanek & Bookhout, 1992). Los herbazales deben ser considerados elementos prioritarios de conservación, por la importancia que conlleva su uso como sitio de anidación de *G. c. nesiotés*, en el Refugio de Fauna El Venero.

La selección del nido, al parecer, parte desde sitios completamente descubiertos de vegetación arbustiva y arbórea, en la medida que va aumentando la distancia a partir de este punto van apareciendo en mayor proporción combinaciones de herbazal con casuarinas, con palmas y el bosque. Después de estos, aparecen los cañaverales y áreas con otros sembrados que son fuentes de alimentación para los adultos, pero a la vez contienen depredadores que afectan potencialmente a los huevos y crías. Por lo tanto, las mayores diferencias entre nidos y puntos aleatorios se encuentran a distancias por debajo de los 400 m, y a partir de distancias mayores se hace más homogénea el área de los nidos respecto al resto del área analizada en el humedal. Watanabe (2006) obtuvo resultados semejantes para *G. c. canadensis*, y supone que la selección está determinada por la presencia de áreas moderadamente húmedas, fuentes de agua alrededor de los nidos con 5,5 cm de profundidad y una vegetación de 20 cm de altura.

El análisis general del paisaje mostró una relación inversa entre las escalas de estudio y las probabilidades de encontrar diferencias entre el área de nidos y el área de puntos aleatorios. Es posible que la superposición entre estas áreas a escalas espaciales grandes refleje la heterogeneidad del paisaje, al medir las mismas características en ambas áreas. Es necesario recordar para esta investigación, que el aumento de la escala de estudio conlleva una disminución de la disponibilidad de hábitat, lo que trae confusiones en el análisis de los resultados (Baker et al., 1995).

Agradecimientos

Se les agradece a los técnicos del área protegida El Venero por la ayuda brindada en la toma de los datos de campo. A la organización Platte River Whooping Crane Maintenance Trust, Inc. por el equipamiento donado para el trabajo en el humedal y el apoyo financiero para el entrenamiento en Sistemas de Información Geográfica. Al grupo de ordenamiento territorial del CIBNOR por el curso impartido sobre las herramientas de SIG.

Referencias

Atienza, J. C., 1994. La utilización de índices en el estudio de la selección de recursos. *Ardeola*, 41:

173–175.

- Baker, B. W., Cade, C., Mangus, W. L. & McMillen, J. L., 1995. Spatial analysis of Sandhill Crane nesting habitat. *J. Wildl. Manage.*, 59: 752–758.
- Bennett, A. J., 1978. Ecology and status of greater sandhill cranes in southeast Wisconsin. Tesis de Maestría, Universidad de Wisconsin.
- 1988. Habitat use by Florida sandhill cranes in the Okefenokee Swamp, Georgia. *Proc. 1988 North Am. Crane Workshop*: 121–129.
- Bennett, A. J. & Bennett, L. A., 1990. Productivity of Florida sandhill cranes in the Okefenokee Swamp, Georgia. *J. Field Ornith.*, 61(2): 224–231.
- Bishop, M. A., 1988. Factors affecting productivity and habitat use of Florida sandhill cranes (*Grus canadensis pratensis*): an evaluation of three areas in Central Florida for a nonmigratory population of whooping cranes (*Grus americana*). Tesis doctoral, Universidad de la Florida.
- Cueto, V. R., 2006. Escalas en Ecología: su importancia para el estudio de la selección de hábitat en aves. *Hornero*, 21(1):1–13.
- Depkin, F. C., Brandt, L. A. & Mazzotti, F. J., 1994. Nest sites of Florida sandhill cranes in Southwestern Florida. *Fla. Field Nat.*, 22(2): 39–47
- Dwyer, N. C., 1990. Nesting ecology and nest-site selection of Florida sandhill cranes. Tesis de Maestría, Universidad de La Florida.
- Gálvez, X., 2002. Distribución y abundancia de *Grus canadensis nesiotés* en Cuba. Uso de hábitat y reproducción de una población de esta especie en la Reserva Ecológica Los Indios, Isla de la Juventud. Tesis doctoral, Universidad de la Habana.
- Gálvez, X., Berovides, V. & Chávez-Ramírez, F., 2005. Nesting Ecology and Productivity of the Cuban Sandhill Crane on the Isle of Youth, Cuba. *Proc. North Am. Crane Workshop*, 9: 225–236.
- Gálvez, X., Berovides, V., Wiley, J. W. & Rivera, J., 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: 97–112.
- Holling, C. S., 1978. *Adaptive Environmental Assessment and Management*. John Wiley and Sons. England.
- Inguanzo, R., Ferrer, Y. & Ruiz, I., 2008. El Venero: humedal de importancia para la conservación. *Flora y Fauna*, 12(1): 7–11.
- Krebs, C. J., 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc. Benjamin/Cummings, California.
- Kreger, M. D., Hatfield, J. S., Estevez, I., Gee, G. F. & Clugston, D. A., 2006. Behavioral Profiles of the Captive Juvenile Whooping Crane as an Indicator of Post-Release Survival. *Zoo Biology*, 25: 11–24.
- Littlefield, C. D., 2001. Sandhill crane nest and egg characteristic at Malheur National Wildlife Refuge, Oregon. *Proc. North Am. Crane Workshop*, 8: 40–44.
- 2003. Sandhill crane nesting success and productivity in relation to predator removal in southeastern Oregon. *Wilson Bull.*, 115(3): 263–269.
- Manly, B. F. J., McDonald, L. L. & Thomas, D. L.,

1993. *Resource selection by animals*. Chapman and Hall, Londres.
- Meine, C. D., & Archibald, G. W., 1996a. The Cranes Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Crane Specialist Group, Gland y Cambridge.
- 1996b. Ecology, status, and conservation. In: *Cranes: Their Biology, Husbandry, and Conservation*: 263–292 (D. H. Ellis, G. F. Gee & C. M. Mirande, Eds.). National Biological Service/ICF, Baraboo, Wisconsin.
- Silverman, B. W., 1986. *Density estimation for statistics and data analysis*. Chapman and Hall, London, UK.
- StatSoft, Inc., 2003. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- Thompson, R. L., 1970. Florida Sandhill Crane nesting on Loxahatchee National Wildlife Refuge. *The Auk*, 87(7): 492–502.
- Urbaneck, R. P. & Bookhout, T. A., 1992. Nesting of greater sandhill cranes on Seney National Wildlife Refuge. *Proc. North Am. Crane Workshop*: 161–172.
- Walkinshaw, L. H., 1949. The Sandhill Cranes. *Cranbrook Inst. Sci. Bull.*, 29: 1–202.
- 1973. *Cranes of the world*. Winchester Press, Nueva York.
- Watanabe, T., 2006. Comparative Breeding Ecology of Lesser Sandhill Cranes (*Grus canadensis nesiototes*) and Siberian Cranes (*G. leucogeranus*) in Eastern Siberia. Tesis doctoral. Universidad de Texas.
- Wiens, J. A., 1989. The ecology of bird communities. Vol. 1. Foundations and Patterns. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Worton, B. J., 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70: 164–168.
-