

Factores ambientales que influyen el uso del hábitat del jabirú (*Jabiru mycteria*: Ciconiiformes, Ciconiidae) en la cuenca baja del río Tempisque, Costa Rica

Johnny Villarreal Orias

Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe, Universidad Nacional, Apdo. 1350-3000, Heredia, Costa Rica. jvillarreal@uned.ac.cr

(Recibido: 15 de julio de 2008)

ABSTRACT. I studied the relationship between environmental factors and habitat use of jabiru (*Jabiru mycteria*) by direct observation of individuals from January to December 1995 in the Corral de Piedra, Mata Redonda and Palo Verde lagoons in the lower Tempisque River Basin, Costa Rica. Jabirus used the Mata Redonda lagoon significantly more than the Corral de Piedra and Palo Verde lagoons. They also used patches of vegetation <30 cm tall significantly more frequently than patches >140 cm tall. In Corral de Piedra lagoon the variation in habitat use was explained by differences water conductivity, rainfall and cover of aquatic vegetation ($R^2=0,98$; $F=83,2$; $g.l=4,5$; $P=0,08$). In Mata Redonda lagoon variation in habitat use was explained by the same three factors plus water level ($R^2=0,82$; $F=11,5$; $g.l=4,5$; $P=0,009$). In Palo Verde lagoon, however, no environmental variable explained the variation in habitat use by jabiru ($R^2=0,37$; $F=2,49$; $g.l=4,6$; $P=0,15$). Habitat use of jabiru varies with rainfall, water conductivity, water level, and areal cover of aquatic vegetation.

RESUMEN. Se estudió la relación entre factores ambientales y el uso de hábitat del jabirú (*Jabiru mycteria*) mediante observaciones directas de individuos desde enero hasta diciembre de 1995 en las lagunas Corral de Piedra, Mata Redonda y Palo Verde de la cuenca baja del río Tempisque, Costa Rica. El jabirú utilizó más la laguna Mata Redonda que las lagunas Corral de Piedra y Palo Verde. El jabirú utilizó más los parches de vegetación de <30 cm de altura que las >140 cm. En la laguna Corral de Piedra la variación del uso de hábitat fue explicado por la conductividad del agua, la precipitación pluvial y la cobertura ($R^2=0,98$; $F=83,2$; $g.l=4,5$; $P=0,08$). En la laguna Mata Redonda la variación del uso de hábitat fue explicado por la conductividad del agua, la precipitación pluvial, el nivel del agua y la cobertura ($R^2=0,82$; $F=11,5$; $g.l=4,5$; $P=0,009$), mientras que en la laguna Palo Verde ninguna variable ambiental explicó el uso de hábitat del jabirú ($R^2=0,37$; $F=2,49$; $g.l=4,6$; $P=0,15$). El uso de hábitat del jabirú está relacionado con el aumento o disminución de la precipitación pluvial, de la conductividad del agua, del nivel del agua y de la cobertura superficial de la vegetación acuática.

KEY WORDS. Costa Rica, habitat use, *Jabiru mycteria*, rainfall, water level.

El jabirú (*Jabiru mycteria*) es una de las aves acuáticas más amenazadas desde el sureste de México hasta el noroeste de Costa Rica, principalmente por la pérdida de hábitat (Luthin 1987). En el noroeste de Costa Rica está en peligro de extinción, debido al pequeño tamaño de la población y por la reducción del hábitat de anidación (Villarreal Orias 1997).

En todo el ámbito de distribución, el jabirú se alimenta en humedales poco profundos, sabanas inundadas, ríos y pastizales; anida y descansa en zonas boscosas cercanas a cuerpos de agua (Han-

cock *et al.* 1992). En los Llanos de Venezuela, el jabirú utiliza lagunas permanentes, canales artificiales y esteros para descanso y alimentación (González 1996). Solo existe información general sobre los hábitat que usa el jabirú en Costa Rica (Stiles y Skutch 1991, Slud 1964). Además, se desconoce para esta especie la asociación entre el uso de los hábitat y los factores ambientales. Se ha mostrado que el clima, el hidropereíodo y los factores limnológicos influyen el uso de hábitat de las aves acuáticas (Bildstein *et al.* 1990, David 1994, Hoyer & Canfield 1990, Kushlan 1986, Maccarone & Parsons

1994). Esta información resulta valiosa para entender la dinámica de la abundancia espacio temporal de las aves acuáticas en los humedales. La relación entre un factor ambiental y el uso de hábitat del jabirú, ayudaría a definir pautas para el manejo de los humedales necesario para la conservación de la especie. El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre el uso de hábitat del jabirú y la conductividad del agua, el nivel del agua, la precipitación pluvial y la cobertura superficial de la vegetación acuática en tres lagunas de la cuenca baja del río Tempisque de Costa Rica.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó cada semana desde enero hasta diciembre de 1995, en las lagunas Corral de Piedra (10° 15' N y 85° 18' O), Mata Redonda (10° 18' N y 85° 24' O) y Palo Verde (10° 20' N y 85° 20' O), son áreas silvestres protegidas ubicadas en la cuenca baja del río Tempisque, Provincia de Guanacaste, Costa Rica, localizada en la zona de vida del bosque seco tropical, transición a húmedo. La precipitación pluvial media anual fue de 1671 mm (N=25 años, 1969-1994) y para 1995 fue de 2818 mm (registrada en este estudio). La temperatura ambiental diurna media anual fue de 29°C. Casi toda la precipitación cae en la época lluviosa (May-Nov) cuando se llenan las lagunas. Durante la época seca (Dic-Abr) hay fuerte sequía, y los vientos alisios contribuyen al secado lento de las lagunas. La composición de especies de vegetación acuática y sus coberturas cambian drásticamente entre la época lluviosa y seca.

Laguna Corral de Piedra (LCP). Está situada en la margen derecha del río Tempisque, se seca parcialmente, pero en el canal de agua permanente existen pequeños parches de *Typha dominguensis* y en las orillas hay árboles de *Parkinsonia aculeata*. En la época lluviosa crecen algunas especies de vegetación acuática como *Pistia stratiotes* y *Nymphaea ampla*.

Laguna Mata Redonda (LMR). Es estacional y está ubicada en la margen derecha del río Tempisque, en las orillas hay árboles de *Coccoloba caracasana*, *Ficus* spp. y *Pithecellobium dulce*. La flora acuática está dominada por *Neptunia plena*, *Ipomea carnea*, *Paspalidium geminatum* y *Eichhornia crassipes*, entre otras.

Laguna Palo Verde (LPV). Es una laguna estacional, con una vegetación acuática compuesta

principalmente por *T. dominguensis*, *Eleocharis mutata*, *Canna lutea* (Crow & Rivera 1988). Esta laguna ha sufrido una invasión de *T. dominguensis*, para lo cual se han realizado una serie de acciones de manejo (McCoy 1994, McCoy & Rodríguez 1994).

Factores Ambientales

Conductividad del Agua. Se colectó cada semana una muestra de 500 ml de agua superficial (n=83 muestras de agua) de sitios escogidos aleatoriamente en cada laguna. Las muestras se mantuvieron en envases plásticos herméticos, lavados previamente y en refrigeración hasta medirles la conductividad específica ($\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$) con un salinómetro (Model 33, Yellow Spring Instrument Co. Ohio, USA).

Nivel del Agua. Se colocaron estacas de madera de 175 cm de altura separadas por 50 m, entre sí organizadas linealmente. El número de estacas en las lagunas dependió del ancho del humedal respectivo, (LCP, n=4 estacas), (LMR, n=18), (LPV, n=15). Cada estaca se pintó en secciones de 25 cm de color blanco y negro alternadamente. En cada humedal se midió semanalmente el nivel del agua (cm) o se estimó el nivel del agua desde un sitio elevado a través de un telescopio (18-36x50, Bushnell), cuando se dificultó el acceso.

Precipitación Pluvial. Se instalaron dos pluviómetros plásticos de 150 mm \pm 0,1 de capacidad: en la orilla de la LMR; y a unos 2 km de la LCP, colocados en un poste en un lugar abierto a 1 m de altura. En cada sitio, se entrenó a una persona local para que realizara los registros de la precipitación diariamente a las 0700 h durante todo el año. Los registros para la LPV los proporcionó M. Panger, medidos con un pluviómetro de 228,6 mm \pm 0,025 de capacidad.

Cobertura Superficial de la Vegetación Acuática. Para estimar la cobertura, desde un punto fijo elevado (cerro o torre de observación) se realizaron observaciones a través de un telescopio, al cual se dividió con líneas imaginarias el campo visual en cuatro porciones iguales estableciendo las siguientes categorías: (1) una porción con vegetación indicaba libre de vegetación (<25%), (2) dos porciones con vegetación indicaba baja densidad (25 a <50%), (3) tres porciones con vegetación indicaba

densidad media (50 a <75%) y, (4) cuatro porciones indicaba densidad alta (75 a 100%). Se seleccionaron sitios de estimaciones en cada laguna, fueron puntos fijos de referencia (árboles, torres, o cerros) separados unos 500 m y 1000 m entre sí. En cada punto se realizaron las estimaciones a lo largo de una línea imaginaria abarcando todo el ancho de la laguna. El número de lecturas en cada punto fijo osciló entre 5 y 10 campos visuales a lo largo de las líneas imaginarias dependiendo del ancho de la laguna. El tamaño del campo visual que abarcaba el telescopio en promedio fue de 500 m. Para cada laguna se generó un valor medio mensual de la estimación de la cobertura dada en porcentajes.

Uso de Hábitat

El uso de hábitat se define como la sumatoria de las observaciones de individuos de jabirú en cada tipo de vegetación o sustrato en cada laguna. Las observaciones se realizaron cada 30 min entre las 0600-1800 h durante un día cada semana en cada laguna. Los diferentes tipos de microhábitat fueron identificados y caracterizados directamente y se agruparon en dos categorías: a) sin vegetación (agua libre de vegetación y suelo descubierto) y con vegetación (dominados por *Cyperus* spp., *Eichhornia* spp., *Ipomea* spp., *Neptunia plena*, *Nymphaea* spp., *Paspalidium geminatum*, *Typha dominguensis*, *Parkinsonia aculeata*, *Thalia geniculata* y *Pithecelobium dulce* y fueron agrupados en tres categorías de altura de la vegetación: "baja" (<30 cm); "media" (30-140 cm); y "alta" (>140 cm). La vegetación "baja" fue menor o igual a la longitud media del tarso (30 cm) del jabirú y la vegetación "alta" fue mayor a la altura máxima (140 cm) del jabirú. Las extensiones de agua con vegetación flotante se incluyeron dentro de la categoría de vegetación baja. Las porciones de microhábitat como agua o suelo se incluyeron en la categoría sin vegetación. Los individuos de jabirú se observaron desde puntos fijos y elevados como cerros y torres, a través de telescopio y binoculares (7x35, Bushnell).

Análisis Estadístico

Para cada factor ambiental se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis (H) para determinar diferencias entre lagunas, así como entre la época seca y lluviosa (Nie *et al.* 1975). Se aplicó una prueba de Chi-cuadrado para determinar la igualdad de

frecuencia de uso de jabirúes entre lagunas y entre microhábitats (Statistical Graphics Corporation 1989). Mediante un análisis de regresión múltiple, se determinó la relación entre las medias mensuales de la conductividad del agua ($\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$), precipitación pluvial (mm), nivel del agua (cm) y cobertura superficial de la vegetación acuática (%) y el uso mensual de hábitat del jabirú (Statistical Graphics Corporation 1989). El nivel de significancia fue aceptado a $P \leq 0,08$ por el pequeño tamaño de muestra.

RESULTADOS

Factores Ambientales

Conductividad del agua. La conductividad promedio mensual fue diferente entre lagunas ($H=9,27$; $g.l=30$, $P=0,009$), así como entre épocas ($H=9,10$; $g.l=30$; $P=0,002$). En los meses secos (Dic-Mar) la conductividad fue mayor que en la época lluviosa (Abr-Nov), el mayor valor se obtuvo en LCP (ámbito= $195-18333 \mu\text{mhos}/\text{cm}^2$, Cuadro 1).

Nivel del Agua. El nivel promedio mensual del agua fue semejante entre lagunas ($H=1,94$; $g.l=31$; $P=0,38$) y diferente entre épocas ($H=6,11$; $g.l=31$; $P=0,01$). En la LCP, el nivel promedio más bajo fue de $9,8 \text{ cm} \pm 4,1$ (DE). La LPV mantuvo en marzo al menos dos sitios con agua con una profundidad promedio de $1,9 \text{ cm} \pm 1,9$. Mientras que la LMR se secó completamente en marzo (Fig. 1).

Precipitación Pluvial. La lluvia promedio mensual fue igual entre lagunas ($H=0,01$; $g.l=29$; $P=0,99$) y diferente entre épocas ($H=21,887$; $g.l=29$; $P=0,00001$). En la LCP fue de 1896 mm, en la LMR fue de 2347 mm y en la LPV fue de 2658 mm (Fig. 2).

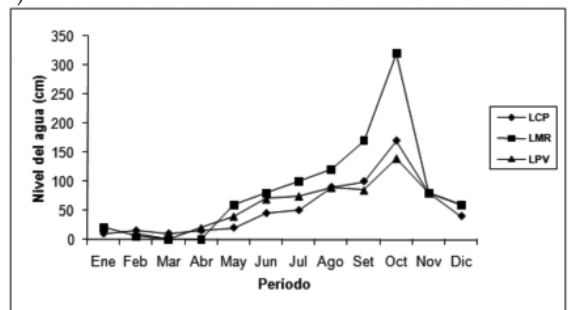


Figura 1. Fluctuación mensual del nivel medio del agua (cm) de las lagunas Corral de Piedra

(LCP), Mata Redonda (LMR) y Palo Verde (LPV), cuenca baja del río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica en 1995.

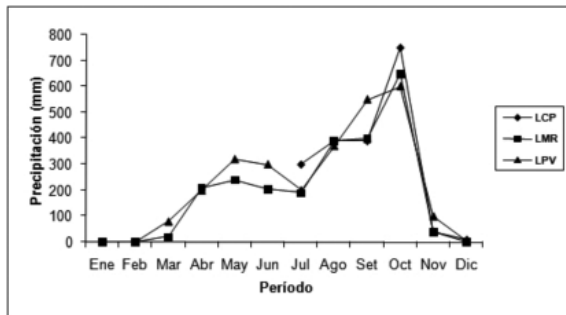


Figura 2. Distribución mensual de la precipitación pluvial (mm) en las lagunas Corral de Piedra (LCP), Mata Redonda (LMR) y Palo Verde (LPV), cuenca baja del río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica en 1995.

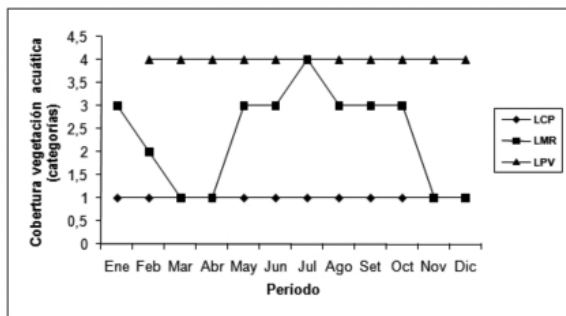


Figura 3. Categorías de la cobertura superficial de la vegetación acuática de las lagunas Corral de Piedra, Mata Redonda y Palo Verde, cuenca baja del río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica en 1995. NR=sin registros. Categorías: 1=<25%, 2=25 a <50%, 3=50 a <75%, y 4=75 a <100%.

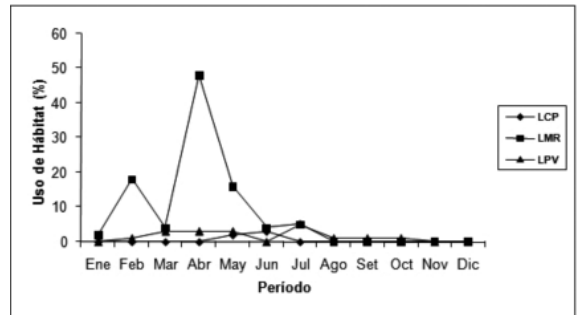


Figura 4. Distribución mensual del uso de las lagunas Corral de Piedra (LCP), Mata Redonda (LMR) y Palo Verde (LPV) por *Jabiru mycteria* en la cuenca baja del río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica en 1995.

Cobertura Superficial de la Vegetación Acuática. La cobertura superficial de la vegetación acuática fue diferente entre lagunas ($H=2,23$; $g.l=33$; $P=0,00001$). Durante todo el período de estudio, la LCP permaneció con una cobertura <25% de la superficie total de la laguna; en la época lluviosa, hubo varios parches de *Pistia stratiotes* y *Nymphaea ampla* sólo en las orillas. En la LMR la cobertura de la vegetación acuática presentó fluctuaciones a través del año. Entre julio y diciembre la laguna se cubrió entre 75 y 100% de la superficie total y posteriormente, disminuyó la cobertura a <25% de la superficie. La vegetación acuática cubrió entre 75 y <100% de la superficie total de la LPV por todo el año (Fig. 3).

Uso de Hábitat

A nivel general el jabirú no utilizó con la misma frecuencia las tres lagunas ($X^2=3428$; $g.l=2$; $P<0,001$), utilizó más la LMR (87%), que la LCP (2%) y la LPV (11%). El uso de hábitat fue alto solo durante la época seca en la LMR. En la LPV, el uso del hábitat se mantuvo constante (3% por mes) durante todo el año. Mientras que en la LCP, el uso de hábitat mayor corresponde a mayo (0,78%) y junio (0,98%) (Fig. 4).

Se identificaron 15 tipos de microhábitat; de esos, siete en la LCP, 12 en la LMR y 14 en la LPV (Cuadro 2). El jabirú no utilizó con la misma frecuencia los microhábitat ($X^2=141$; $g.l=12$; $P<0,001$). Utilizó más los microhábitat <30 cm de altura (97%) que los >140 cm (3%). Entre esos, los más utilizados fueron el agua libre (33%) y *Paspalidium geminatum* inundado (18%, Fig. 5).

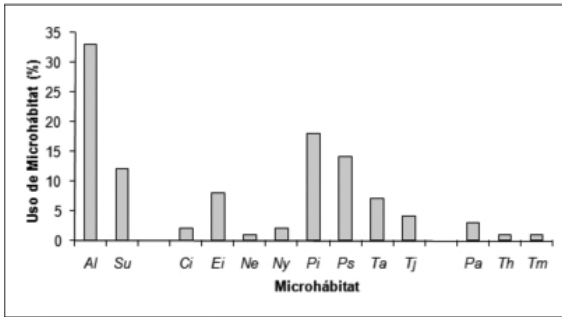


Figura 5. Uso de los microhábitat por *Jabiru mycteria* en la cuenca baja del río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica en 1995. Parches sin vegetación: Al=agua libre, Su=suelo; Parches de vegetación baja (≤ 30 cm altura): Ci=*Cyperus* spp., Ei=*Eichhornia crassipes*, Ne=*Neptunia plena*, Ny=*Nymphaea* spp., Pi=*Paspalidium geminatum* inundado, Ps=pastizal seco, Ta=*Typha dominguensis* aplastada, Tj=*Typha* joven; Parches de vegetación alta (> 140 cm altura): Pa=*Parkinsonia aculeata*, Th=*Thalia geniculata*, y Tm=*Typha* madura.

El jabirú usó los microhábitat con diferente frecuencia a través del año, excepto el *Paspalidium geminatum* inundado ($X^2=0,3$; g.l=1; $P=0,5$). Ya que el pastizal inundado fue usado por 10 meses (Cuadro 3).

Relaciones entre el Ambiente y el Uso de Hábitat

En la LCP, el 98% de la variación del uso de hábitat del jabirú fue explicado por la conductividad del agua, la precipitación pluvial y la cobertura superficial de la vegetación acuática ($R^2=0,98$; $F=83,2$; g.l=4,5; $P=0,08$). En la LMR, el 82% de la variación del uso de hábitat fue explicado estos factores ($R^2=0,82$; $F=11,5$; g.l=4,5; $P=0,009$). Mientras que en la LPV ninguna variable ambiental explicó la variación del uso de hábitat del jabirú ($R^2=0,37$; $F=2,49$; g.l=4,6; $P=0,15$) (Cuadro 4).

DISCUSIÓN

Influencia de los Factores Ambientales

El uso de hábitat del jabirú en las tres lagunas de la cuenca baja del río Tempisque está relacionado con la cantidad de lluvia, conductividad del agua, nivel del agua y cobertura superficial de la vegetación acuática, excepto para la laguna Palo Verde. Dependiendo de las fluctuaciones de esas variables

ambientales, la especie podría estar utilizando los diferentes tipos de microhábitat existentes en las lagunas del Tempisque. Esta ave probablemente es una generalista oportunista en el uso de microhábitat, sin embargo, mostró una tendencia de uso hacia los parches libres de vegetación y los parches de < 30 cm de altura, aunque en la época lluviosa utilizó, en bajo porcentaje (3%), los parches de vegetación de > 140 cm de altura como *Parkinsonia aculeata* y *Thalia geniculata*. El jabirú tendría que usar aquellos microhábitat que estén disponibles, porque es posible que en los meses lluviosos, la mayoría de los microhábitat que usa más son escasos por las condiciones ambientales.

Variación del Uso en Respuesta a la Lluvia

La lluvia ha presentado una relación negativa con el uso de hábitat de algunas especies de aves acuáticas neotropicales (Kushlan *et al.* 1985). En este estudio, el uso de hábitat del jabirú, también mostró una relación negativa con la lluvia. Por ejemplo, en la LCP, la relación entre la lluvia y el uso de hábitat indicó que durante los meses menos lluviosos el jabirú usó más la laguna. Pero en la LMR, la relación entre la lluvia y el uso de hábitat fue positiva. Esto pudo ocurrir posiblemente porque, generalmente al inicio de la época lluviosa (Abril-Mayo) el suelo tiene mucha capacidad de infiltración en relación con la intensidad de los aguaceros, y la lluvia no es suficiente para aumentar aceleradamente el nivel del agua (Windsor *et al.* 1990). El jabirú pudo aprovechar esto al inicio de la época lluviosa. Es probable que durante abril y mayo (inicio de la época lluviosa) aparecieran recursos alimentarios disponibles que aumentaron el uso de hábitat del jabirú. Puesto que las anguilas de pantano (*Synbranchus marmoratus*) son la principal presa del jabirú (Villarreal Orias 1997), ya que las anguilas de pantano, estivan en madrigueras durante la época seca y al iniciar las lluvias salen de sus refugios (Bussing 1987).

Nivel del Agua Importante para Alimentación

La fluctuación del nivel del agua, también ha sido un factor muy importante para la explotación de los recursos en las aves acuáticas, por permitir o restringir el uso de hábitat (Custer & Osborn 1978, David 1994, Kushlan 1986, Maccarone & Parsons 1994). En la LMR, la relación entre el nivel del agua

y el uso de hábitat mostró que al descender el nivel del agua, el jabirú utilizó con mayor frecuencia la laguna. Esto, posiblemente, porque en la época lluviosa, al aumentar el nivel del agua, las presas acuáticas se dispersan por la gran superficie del humedal, lo que limita la explotación de los recursos (Kushlan et al. 1985). Al contrario, en la época seca, el nivel del agua disminuye, lo que provoca que la densidad de las presas aumente y se agrupen en aguas poco profundas facilitando su captura (Kushlan 1976).

Importancia del Agua Libre y Cobertura Escasa

La cobertura superficial de la vegetación acuática es otro factor que determina el uso de hábitat de las aves acuáticas (Chávez-Ramírez & Slack 1995, Custer & Osborn 1978, Frederick & Bildstein 1992, Johnsgard 1956, Johnson & Montalbano 1984, Willard 1985). La relación entre el uso de hábitat de las aves acuáticas y la cobertura superficial es diferente para cada especie particular (Hoyer & Canfield 1990). Además, cada especie de ave acuática presenta una asociación con un estado sucesional de vegetación, y permanece en esa comunidad biótica hasta que sus límites de tolerancia se lo permiten (Johnsgard 1956). Algunas especies necesitan la cobertura superficial de vegetación acuática para anidar, descansar, refugiarse y para alimentarse (Hoyer & Canfield 1990). Otras especies de aves acuáticas muestran una relación positiva con el agua libre de vegetación (Weller 1978). Similarmente, en la LMR el jabirú presentó una tendencia a usar los parches de agua libre de vegetación y los parches con vegetación de <30 cm de altura, los que podrían permitirle que se desplace más fácilmente para forrajear. Ya que los peces que son presas potenciales de la especie (*Synbranchus* sp., *Cichlidae*, *Ariopsis* spp.) (Villarreal Orias 1997), se refugian y se alimentan en parches con cobertura y en el agua libre (Bussing 1987). La vegetación acuática de la LCP fue muy escasa, esto podría indicar que no sólo es necesario la existencia de lagunas libres de vegetación, sino que además hayan presas potenciales disponibles; lo cual sugiere la necesidad de una fluctuación de la cobertura superficial de la vegetación acuática a través del año, para mantener una heterogeneidad espacial y temporal (Smith 1974) que propicien una mayor diversidad de especies presas (Kent 1986).

Alta Conductividad como Limitante

La conductividad del agua ha mostrado una relación positiva con el uso de hábitat de las aves (Hoyer & Canfield 1990). En este estudio el jabirú usó más las aguas con menores concentraciones de sales. La salinidad del agua puede que sea un factor limitante para las presas, ya que la salinidad influye sobre la abundancia estacional y los patrones de desplazamiento de los peces (Meador & Kelso 1989).

Palo Verde la Anomalía

Se ha mostrado que el nivel del agua, la lluvia, la conductividad del agua y la cobertura de la vegetación acuática permiten o restringen el uso de hábitat del jabirú en las LCP y LMR. Sin embargo, el análisis de regresión múltiple realizado para la LPV, indicó que ninguna variable ambiental está relacionada significativamente con el uso de hábitat del jabirú. Es posible que esas diferencias se deban a la invasión de *T. dominguensis* en la laguna, ubicación geográfica, estado sucesional, morfología, factores limnológicos y uso de la LPV por los jabirús, entre otros factores. Además, puede ser que las variables medidas junto con otras variables si muestren relación con el uso de hábitat del jabirú. Estos datos sugieren que el jabirú en la zona de estudio utilizó parches de agua libre <30 cm de profundidad, suelo y vegetación acuática de <30 cm de altura dependiendo de la cantidad de lluvia, nivel del agua, conductividad y cobertura, pero esos microhábitat particularmente en la laguna Palo Verde están amenazados por la invasión de *T. dominguensis*. Por lo que es importante mantener en los humedales una heterogeneidad espacial y temporal para favorecer el uso del hábitat del jabirú.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue parte del trabajo de tesis de maestría con apoyo del US Fish & Wildlife Service, Organización para los Estudios Tropicales, Fundación de Vida Silvestre, Idea Wild Fund, Área de Conservación Tempisque y Laboratorio de Análisis y Servicios Químicos de la Universidad Nacional. Agradezco especialmente el aporte de Carmen Hidalgo, Michael McCoy, María Isabel Di Mare, Luis Sierra, Mauricio Quesada, Kathryn Stoner, Jaime

Rau, Blanca Amaya, Juan Bolaños y Roxana Víquez por sus comentarios al manuscrito. A Dimas Elías Aiza †, Jairo Jiménez, María Rojas y Marlon Rosales por su colaboración.

LITERATURA CITADA

- Bildstein, K. L., W. Post, J. Johnston & P. Frederick. 1990. Freshwater wetlands, rainfall, and the breeding ecology of white ibises in coastal South Carolina. *Wilson Bulletin* 102(1):84-98.
- Bussing, W. A. 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. 271 p.
- Chávez-Ramírez, F. & R. D. Slack. 1995. Differential use of coastal marsh habitats by nonbreeding wading birds. *Colonial Waterbirds* 18:166-171.
- Crow, G. E. & D. I. Rivera. 1988. Aquatic vascular plants of Palo Verde National Park, Costa Rica. *Uniciencia* 3:71-78.
- Custer, T. W. & R. G. Osborn. 1978. Feeding habitat use by colonially-breeding herons, egrets, and ibises in North Carolina. *Auk* 95:733-743.
- David, P. G. 1994. Wading bird use of Lake Okeechobee relative to fluctuating water levels. *Wilson Bulletin* 106:719-732.
- Frederick, P. C. & K. L. Bildstein. 1992. Foraging ecology of seven species of neotropical ibises (Threskiornithidae) during the dry season in the Llanos of Venezuela. *Wilson Bulletin* 104:1-204.
- González, J. A. 1996. Densidad y dinámica espacio-temporal de las poblaciones de cigüeñas (Ciconiidae) en los Llanos inundables de Venezuela. *Ornitología Neotropical* 7:177-183.
- Hancock, J. A., J. A. Kushlan & M. P. Kahl. 1992. Storks, ibises and spoonbills of the world. Academic Press, San Diego, California, USA. 385 p.
- Hoyer, M. V. & D. E. Canfield. 1990. Limnological factors influencing bird abundance and species richness on Florida Lakes. *Lake and Reservoir Management* 6:133-141.
- Johnsgard, P. A. 1956. Effects of water fluctuation and vegetation change on bird populations, particularly waterfowl. *Ecology* 37:689-701.
- Johnson, F. A. & F. Montalbano. 1984. Selection of plant communities by wintering waterfowl on Lake Okeechobee, Florida. *Journal of Wildlife Management* 48:174-178.
- Kent, D. M. 1986. Behavior, habitat use, and food of three egrets in a marine habitat. *Colonial Waterbirds* 9:25-30.
- Kushlan, J. A. 1976. Environmental stability and fish community diversity. *Ecology* 57:821-825.
- Kushlan, J. A. 1986. Responses of wading birds to seasonally fluctuating water levels: Strategies and their limits. *Colonial Waterbirds* 9:155-162.
- Kushlan, J. A., G. Morales & P. C. Frohring. 1985. Foraging niche relations of wading birds in tropical wet savannas. In: P. Buckley, M. Foster, E. Morton, R. Ridgely & F. Buckley, (eds.) *Neotropical Ornithology*. Ornithological Monographs 36. American Ornithologist's Union, Washington, D.C, USA. pp. 663-682.
- Luthin, C. S. 1987. Status of and conservation priorities for the world's stork species. *Colonial Waterbirds* 10:181-202.
- Maccarone, A. D. & K. C. Parsons. 1994. Factors affecting the use of a freshwater and an estuarine foraging site by egrets and ibises during the breeding season in New York City. *Colonial Waterbirds* 17:60-68.
- McCoy, M. B. 1994. Seasonal, freshwater marshes in the tropics: A case in which cattle grazing is not detrimental. In: G. K. Meffe & C. R. Carroll, (eds.) *Principles of Conservation Biology*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. pp. 352-353.
- McCoy, M. B. & J. M. Rodríguez. 1994. Cattail (*Typha dominguensis*) eradication methods in the restoration of a tropical, seasonal, freshwater marsh. In: W. J. Mitsch, (ed.) *Global Wetlands: Old World and New*. Elsevier Science, Amsterdam, Netherlands. pp. 469-482.
- Meador, M. R. & W. E. Kelso. 1989. Behavior and movements of largemouth bass in response to salinity. *Transactions of the American Fisheries Society* 118:409-415.
- Nie, N. H., C. H. Hull, J. J. King, K. Steinbrenner & D. H. Bent. 1975. *Statistical Package for the Social Sciences*. Second Edition. McGraw-Hill Book Company, New York, New York, USA. 675 p.
- Slud, P. 1964. The birds of Costa Rica, distribution and ecology. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. Vol 128. New York.
- Smith, R. L. 1974. *Ecology and Field Biology*. Harper and Row, New York, New York, USA.
- Statistical Graphics Corporation. 1989. *Statgraphics Statistical Graphics System*. Vers. 4.0.

- Rockville, Maryland, USA. 425 p.
- Stiles, F.G. & A.F. Skutch. 1991. A guide to the birds of Costa Rica. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press. Ithaca, New York.
- Villarreal Orias, J. 1997. Estado actual, presas y uso de hábitat del Jabirú (*Jabiru mycteria*) en la cuenca baja del río Tempisque, Costa Rica. Tesis de maestría. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 106 p.
- Weller, M. W. 1978. Management of freshwater marshes for wildlife. In: R.E. Sood, D.F. Whigham, & R.L. Simpson, (eds.) Freshwater wetlands, ecological processes and management potencial. Academic Press, New York, New York, USA. pp. 267-284.
- Willard, D. E. 1985. Comparative feeding ecology of 22 tropical piscivores. In: P. Buckley, M. Foster, E. Morton, R. Ridgely & F. Buckley, (eds.) Neotropical Ornithology. Ornithological Monographs 36. American Ornithologist's Union, Washington, D.C., USA. pp. 788-797.
- Windsor, D., A. Rand & W. Rand. 1990. Características de la precipitación en la isla de Barro Colorado. In: E. Leigh, A. Rand & D. Windsor, (eds.) Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. pp. 53-71.

Cuadro 1. Conductividad ($\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$) media mensual del agua de las lagunas Corral de Piedra (LCP), Mata Redonda (LMR) y Palo Verde (LPV), cuenca baja del río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica en 1995.

Mes	Laguna					
	(LCP)		(LMR)		(LPV)	
	x	DE	x	DE	x	DE
Ene			132,3	21,8		
Feb	12000,0		1018,3	365,7	850,0	353,5
Mar	18333,3	4010,4	3250,0	1257,9	1762,5	558,8
Abr	14500,0	707,1	746,7	438,7	950,0	
May	8833,3	5008,3	225,0	82,3	247,5	143,6
Jun	1910,0	1977,6	140,0	26,5	288,3	86,1
Jul	235,0	84,8	132,5	3,5	278,3	62,2
Ago	195,0	21,2	180,0		185,0	
Set	215,0	91,9	160,0	28,2	256,7	45,1
Oct			150,0		387,5	88,4
Nov	866,7	57,7	325,0	35,4	416,7	28,9
Dic	925,0	35,4	400,0		475,0	35,4

x =promedio, DE =desviación estándar.

Cuadro 2. Microhábitat registrados en las lagunas Corral de Piedra (LCP), Mata Redonda (LMR) y Palo Verde (LPV), Guanacaste, Costa Rica en 1995.

	Laguna		
	(LCP)	(LMR)	(LPV)
Microhábitat			
Sin vegetación			
Agua libre	x	x	x
Suelo	x	x	x
Vegetación baja (≤ 30 cm altura)			
<i>Cyperus</i> spp.		x	x
<i>Eichhornia crassipes</i>		x	x
<i>Ipomea</i> spp.		x	x
<i>Neptunia plena</i>		x	x
<i>Nymphaea</i> spp.		x	x
<i>Paspalidium geminatum inundado</i>	x	x	x
Pastizal seco	x	x	x
<i>Typha dominguensis</i> joven	x		x
<i>T. dominguensis</i> aplastada			x
Vegetación alta (> 140 cm altura)			
<i>Parkinsonia aculeata</i>	x		x
<i>Thalia geniculata</i>		x	x
<i>Typha dominguensis</i> madura	x	x	x
<i>Pithecelobium dulce</i>		x	
No. total de microhábitat	7	12	14

Cuadro 3. Distribución mensual del uso de los microhábitat por *Jabiru mycteria* (n= 2562 registros) en los tres humedales de la cuenca baja del Tempisque, Guanacaste, Costa Rica en 1995.

Microhábitat	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sin vegetación												
Agua libre	_____											
Suelo			_____				_____					
Vegetación baja (≤ 30 cm altura)												
<i>Cyperus</i> spp.				_____				_____		_____		
<i>Eichhornia crassipes</i>	_____											
<i>Neptunia plena</i>				_____								
<i>Nymphaea</i> spp.				_____								
<i>Paspalidium geminatum inundado</i>	_____											
Pastizal seco				_____								_____
<i>Typha dominguensis</i> joven				_____								
<i>T. dominguensis</i> aplastada	_____											
Vegetación alta (> 140 cm altura)												
<i>Parkinsonia aculeata</i>												_____
<i>Thalia geniculata</i>					_____							
<i>Typha dominguensis</i> madura					_____							

Cuadro 4. Modelos de regresión múltiple que relacionan el uso de hábitat (No. de registros) de *Jabiru mycteria* con los factores ambientales en las lagunas Corral de Piedra (LCP), Mata Redonda (LMR) y Palo Verde (LPV), Costa Rica en 1995.

LCP	Coefficiente	t	P	R²	EE
Intercepto	-0,63194	-3,97	0,15		
Conductividad	-0,00008	-12,32	0,05		
Lluvia	-0,00451	-12,31	0,05		
Nivel del agua	0,01039	5,17	0,12		
Cobertura	1,48798	11,48	0,05	0,98	0,04
Ecuación:					
<i>Uso de hábitat</i> = -0,63 - 0,00008 (conductividad) - 0,004 (lluvia) + 1,48 (cobertura)					
LMR	Coefficiente	t	P	R²	EE
Intercepto	915,45	4,96	0,004		
Conductividad	-0,19	-2,61	0,047		
Lluvia	3,01	5,37	0,003		
Nivel del agua	-10,22	-6,13	0,001		
Cobertura	-207,70	-2,82	0,036	0,82	166,7
Ecuación:					
<i>Uso de hábitat</i> = 915,45 - 0,19 (conductividad) + 3,01 (lluvia) - 10,22 (nivel del agua) - 207,70 (cobertura)					
LPV	Coefficiente	t	P	R²	EE
Intercepto	74,795	0,29	0,78		
Conductividad	0,008	0,60	0,56		
Lluvia	0,063	1,49	0,18		
Nivel del agua	-0,467	-2,05	0,09		
Cobertura	-10,874	-0,16	0,87	0,37	16,0