



Ini Inv, 5: a1 (2010)

## Determinantes de la densidad de la garcita verdosa (*Butorides striatus*) en el Río Paraguay (Pantanal): ¿Es útil como especie indicadora de presión antrópica?

Jorge Lozano, Aurelio F. Malo

Programa de Doctorado "Zoología y Antropología". Departamento de Zoología y Antropología Física. Universidad Complutense. C/ Jose Antonio Novais 2, Ciudad Universitaria, 28040, Madrid.

[j.lozano.men@gmail.com](mailto:j.lozano.men@gmail.com)

### Resumen

Se muestreó dos veces un tramo del Río Paraguay de 70 km en septiembre de 1998, contabilizándose por transectos de 5 km el número de garcitas verdosas presentes en el río, así como otras 12 especies fluviales. Se estimó igualmente la presencia humana (número de pescadores, lanchas y barcos), se obtuvo un índice de presión antrópica y se consideraron también diferentes variables ambientales. La densidad de garcitas verdosas estuvo determinada por el patrón horario y su asociación a la anhinga americana, sin verse afectada por factores humanos. Por tanto, no es especie indicadora de presión antrópica en el Río Paraguay.

### INTRODUCCIÓN

Se desconoce gran parte de la ecología básica de la ornitofauna presente en la región neotropical, particularmente la asociada a los sistemas fluviales del interior (Antas, 1983,; *Wader S. G. Bull.* 39:52-56; Antas, 1994; *Bird Conserv. Int.* 4:181-190; Scott y Carbonell (Eds.), 1986; *A Directory of Neotropical Wetlands*. International Union for the Conservation of Nature and International Council for Bird Preservation, Cambridge and Slimbridge), así como su comportamiento en respuesta a la presión antrópica. Ésta ha provocado en las últimas décadas un incremento de la tasa de degradación general de dichos ecosistemas, al incrementarse la población, la contaminación asociada, la superficie de cultivos y el desarrollo de infraestructuras de transporte (véase Alho et al., 1988; *BioScience* 38:164-171; Bucher, 1993; *Hidrovia: An Initial Environmental Examination of the Paraguay-Paraná Waterway*, Wetlands for the Americas, Manomet, Massachusetts, and Buenos Aires), pero el efecto concreto sobre la avifauna lacustre de actividades tales como la pesca, el ecoturismo y otros usos recreativos, se traduce en un impacto antrópico que no ha sido todavía evaluado.

Las aves del orden Ciconiiformes han sido utilizadas como indicadoras de impacto, pudiendo reflejar sus abundancias y densidades relativos diferentes niveles de perturbación humana (Tremblay y Ellison, 1979; *Auk* 96:364-369). En concreto, la garcita verdosa (*Butorides striatus*) es una ardeida de amplia distribución mundial que habita también el Pantanal brasileño, cuya sensibilidad ante la presencia humana ha sido aparentemente constatada en otros lugares (véase Kaiser & Fritzell, 1984; *J Wild Manag* 48:561-567). Nos proponemos en este trabajo describir las pautas de variación de la densidad lineal de esta especie en un tramo del Río Paraguay, en relación con la presión antrópica (producida sobre todo por la presencia de embarcaciones y pescadores en el río) y distintos factores ambientales, y comprobar así si pudiera servir también de indicador en la zona estudiada.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En 1998 se muestreó durante el mes de septiembre (época de elevada presencia de aves considerando sus movimientos migratorios; Antas, 1994) un tramo de 70 km de largo del Río Paraguay en dos ocasiones, entre Corumbá (Mato Grosso do Sul, Brasil) y Porto da Manga, dividido en 14 transectos lineales de 5 km cada uno, a bordo de una lancha con motor fuera borda. En ambas orillas y con la lancha siempre en movimiento, se midió la densidad lineal (véase una metodología similar en Fuller y Mosher, 1981; *Methods of detecting and counting raptors: a review*. En Ralph & Scott (Eds.): *Estimating numbers of terrestrial birds*, pp. 235-246. Vol. 6. *Studies in Avian Biology*, Cooper Ornithological Society, Lawrence, KS; Hayes, 1991; *J Raptor Res* 25:101-108) de la garcita verdosa por transecto, así como la de 12 especies de aves más (véase **Tabla 1**), igualmente asociadas al sistema fluvial, obteniendo también un valor de la riqueza relativa presente en cada transecto. Se anotó además la hora de observación y la existencia o no de bosque de ribera desarrollado.

**Tabla 1.** Relación de especies de aves lacustres consideradas. N: número total de contactos; D media: densidad lineal media de la especie por 5 km de río; D máx.: densidad lineal máxima de la especie en un transecto de 5 km.

Especie	N	D media	D máx.
<i>Anhinga anhinga</i>	332	5.93	32
<i>Ardea cocoi</i>	151	2.67	9
<i>Bubulcus ibis</i>	41	0.73	15
<i>Casmerodius albus</i>	9	0.16	4
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	216	3.86	31
<i>Ceryle torquata</i>	23	0.41	3
<i>Chloroceryle amazona</i>	22	0.39	3
<i>Jabiru mycteria</i>	7	0.13	2
<i>Chauna torquata</i>	27	0.48	4
<i>Buteogallus urubitinga</i>	10	0.18	3
<i>Busarellus nigricollis</i>	3	0.05	1
<i>Heterospizias meridionalis</i>	4	0.07	1

Asimismo, se contabilizó también por transecto el número de pescadores (en pie o en barca), de lanchas a motor en movimiento y de embarcaciones más grandes, utilizando la suma simple de estas tres variables como un índice por transecto de presión antrópica. Aunque el impacto real de cada una de estas variables sobre las aves es seguramente diferente, se utilizó la suma simple para calcular dicho índice como criterio conservativo, pues los impactos diferenciales no han sido nunca cuantificados y resultaron difíciles de ponderar, habida cuenta de que cada variable impacta a través de mecanismos distintos y la respuesta de las especies a cada mecanismo puede ser completamente diferente (por ejemplo, y según nuestras observaciones, las lanchas impactaron por su velocidad y la generación de ruido, mientras las grandes embarcaciones sólo por su mera

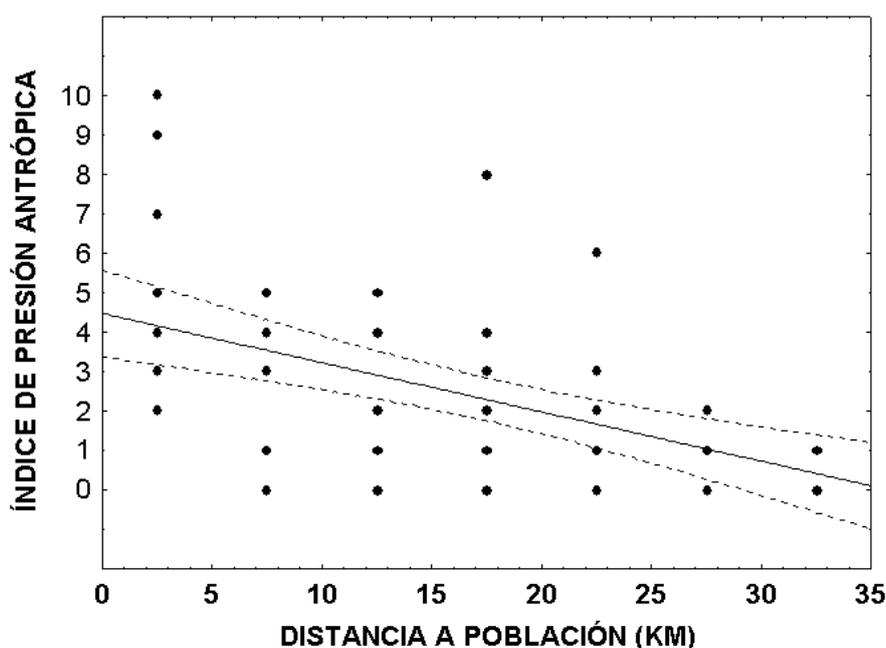
presencia, pero al ser éstas lentas y muy silenciosas no impactaron a las mismas especies que las lanchas). Además de estas variables consideramos la distancia desde el punto medio del transecto hasta las poblaciones humanas más cercanas como quinta variable antrópica. Todas estas variables fueron resumidas en dos factores ortogonales mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) para eliminar la redundancia.

Se utilizó un modelo mixto de ANCOVA de tres vías para sondear el comportamiento de la presión antrópica en el tiempo (tanto el día de muestreo como el momento del día) y con el tipo de transecto (covariando con la distancia a población). Y se obtuvo finalmente un modelo lineal generalizado (GLM) para la densidad lineal de la garcita verdosa como variable respuesta, mediante el método por pasos hacia delante, con los factores ortogonales antrópicos y las diversas variables ambientales como predictores. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statistica 5.0 para Windows.

## RESULTADOS

En general, se pudo calcular en el río una media por transecto de 0,59 garcitas verdosas ( $n = 56$ ), con un máximo de 6 en un mismo transecto. La media de pescadores presentes en el río fue de 1,64 por transecto y de 0,5 para el caso de las lanchas (alrededor por tanto de 1 lancha cada 10 km, como las propias garcitas). Las embarcaciones grandes fueron muy escasas, con una media de 0,16 por transecto.

La presión antrópica ejercida en el tramo de río estudiado se relacionó negativamente con la distancia a población (regresión simple,  $F_{1, 54} = 20,91$ ;  $p < 0,001$ ;  $r = 0,53$ ; 27,92 % de varianza explicada;  $\beta = -0,53$ ). Esta relación se muestra gráficamente en la **Fig. 1**.



**Figura 1.** Relación entre la distancia a población en kilómetros y la presión antrópica a lo largo del tramo estudiado del Río Paraguay durante el mes de septiembre de 1998 ( $r = 0,53$ ).

Además, el modelo mixto de ANCOVA de tres vías realizado (covariando con la distancia a población) muestra que la presión antrópica fue constante en el río durante los días muestreados, sin que influyese tampoco el momento del día (mañana o tarde) o el tipo de transecto (con presencia o no de bosque de ribera). Los resultados del modelo se muestran en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Modelo mixto de ANCOVA de tres vías para la presión antrópica, con la distancia a población como covariante (solo se muestran las interacciones de  $p < 0,1$ ). gl Ef/Error: grados de libertad del efecto/error; MC Ef/Error: media cuadrática del efecto/error.

<i>Presión antrópica</i>	gl Ef	MC Ef	gl Error	MC Error	F	p
Distancia población	1	65,479	47	3,843	17,04	0,0001
Día	1	0,179	1,37	10,464	0,017	0,913
Momento del día	1	24,029	1	1,829	13,14	0,171
Bosque ripario	1	4,558	2,09	6,266	0,727	0,48
Día x Bosque ripario	1	8,75	1	0,114	76,56	0,072
Momento día x Bosque	1	12,6	1	0,114	110,3	0,06

Estos dos factores ortogonales antrópicos se utilizaron como predictores en un modelo lineal generalizado (GLM) por pasos hacia delante, para describir las pautas de variación de la densidad lineal de la garcita verdosa a lo largo del tramo de Río Paraguay estudiado, conjuntamente a otras variables no antrópicas (día, momento del día, presencia de bosque de ribera, riqueza por transecto relativa a una comunidad ornítica de 15 especies, y densidades lineales de cada una de esas especies).

Como resultado, se obtuvo un modelo altamente significativo para la densidad lineal de la garcita verdosa ( $F$  to enter = 4,  $F$  to remove = 3,99;  $F_{2, 53} = 10,056$ ;  $p < 0,001$ ) en el tramo de 70 km de río. Con un coeficiente de correlación múltiple de 0,52, el modelo explica una porción de la varianza del 27,51%. En la **Tabla 3** se muestran los resultados para las variables entrantes en el modelo.

**Tabla 3.** Modelo lineal generalizado (GLM), por pasos hacia delante, para la densidad lineal de la garcita verdosa en el tramo estudiado del Río Paraguay. SC: suma de cuadrados.

Densidad lineal	SC	MC	F	p
<i>B. striatus</i>				
Intercepto	0,898	0,898	6,627	0,013
Densidad lineal	2,249	2,249	16,588	0,0002
<i>Anhinga anhinga</i>				
Momento del día	1,642	1,642	12,11	0,001

## DISCUSIÓN

Según estos resultados, fueron los factores de carácter ambiental los que influyeron en la distribución de la garcita verdosa, explicando parte de la densidad diferencial observada en los transectos del río. En concreto, influyó el momento del día (encontrándose más individuos entre el mediodía y el atardecer), y sobre todo la densidad lineal de una de las especies fluviales consideradas, la anhinga americana (*Anhinga anhinga*), a la cual estuvo asociada. Las asociaciones entre aves acuáticas son frecuentes (Erwin, 1983; *Auk* 100:960-970; Willis, 1995; *Iheringia* 78:95-97), y bien pudiera ser que estas dos especies, de coloración oscura y similar hábitat de alimentación (véase Willis, 1995; *Iheringia* 78:95-97), aparezcan juntas a menudo en un tramo de río con buena disponibilidad trófica.

Por otra parte, los resultados sugieren que la densidad lineal de la garcita verdosa no se vio afectada a lo largo del tramo de río estudiado por la presencia humana, ya que ninguno de los factores antrópicos entró en el modelo de regresión. Aunque Kaiser y Fritzell (1984; *J Wild Manag* 48:561-567) encontraron claras respuestas negativas a la actividad humana por parte de las garcitas verdosas en ríos norteamericanos, también es verdad que no fue así en todos los casos, especialmente cuando la densidad de garcitas en un sector del río fue baja. La densidad lineal media de garcitas verdosas encontrada en el Río Paraguay fue de 0,12/km, un valor bajo y curiosamente parecido al del sector del río norteamericano donde tampoco se encontró efecto de la presencia humana sobre estas aves. Es posible por tanto que la densidad de población, así como los fenómenos de habituación, sean causa de la sensibilidad diferencial observada en individuos de una misma especie ante la presencia humana (Klein et al., 1995; *Conserv Biol* 9:1454-1465).

Las garcitas que se encuentran en el curso principal del Río Paraguay pueden estar simplemente habituadas; o también es posible que los niveles de perturbación humana existentes en el río fuesen todavía tolerables por la población de aves que habita el área. En cualquier caso, y considerando la densidad existente de la especie en el tramo de río estudiado, nuestros resultados no apoyan la hipótesis de que la garcita verdosa pueda servir como especie indicadora de presión antrópica.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Asociación Hombre y Naturaleza: Bolivia, y especialmente a Oscar Quiroga, por poner a nuestra disposición el material básico necesario para la realización del trabajo, así como por su constante apoyo. El conocimiento experto de Fenelón nos guió por el grandioso Río Paraguay, y el personal de la estación biológica "El Tumbador" nos hizo disfrutar de nuestra estancia. El estudio fue parcialmente financiado por el Grupo de Ecología Aplicada (GEAP).