

Diversidad de aves y macrófitas en diferentes comunidades vegetales de un humedal

Quiroga¹, M. A.; Hadad, H. R.²

1- Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET), José Maciá 1933 (3016), Santo Tomé, Santa Fe, Argentina.

2- Química Analítica, Facultad de Ingeniería Química, UNL, Santiago del Estero 2829 (3000), Santa Fe, Argentina.

RESUMEN: La diversidad que caracteriza a los humedales genera una heterogeneidad de hábitats que puede ser utilizada por numerosas especies de aves asociadas a los ambientes acuáticos. Las relaciones que se establecen entre macrófitas y aves pueden llegar a ser muy complejas, siendo directa o inversamente proporcionales en lo referente a la abundancia de cada especie. Se caracterizaron tres comunidades de aves y macrófitas y las relaciones ecológicas existentes entre ellas. Para esto se establecieron transectos con cinco estaciones de muestreo cada una en donde se registró la abundancia y riqueza de aves y macrófitas.

Se identificaron un total de 13 especies vegetales y 35 especies de aves. En el sitio A predominaron *E. azurea*, *J. jacana*, *P. infuscatus* y *S. fucata*. En el sitio B: *P. cordata*, *A. ruficapillus*, *P. infuscatus* y *J. jacana*. Y en C: *S. californicus*, *S. fucata* y *A. ruficapillus*. Debido a una mayor heterogeneidad espacial y riqueza, el sitio A presentó el mayor índice de diversidad (H') de aves. Se registraron relaciones muy estrechas entre especies de aves y macrófitas, evidenciadas por actividades de nidificación, refugio, alimentación y reproducción. Se observó un impacto negativo de la comunidad dominada monoespecíficamente por *S. californicus* sobre la riqueza y abundancia de la avifauna en el sitio C.

Los resultados del presente trabajo se proponen para ser utilizados como herramientas para el manejo y conservación de los humedales regionales.

Palabras clave: diversidad, aves, macrófitas, humedales.

SUMMARY: Bird and macrophyte diversity in different plant communities of a wetland. Quiroga¹, M. A.; Hadad H. R.² Diversity of the wetlands produces an habitat heterogeneity that can be exploited by different bird species associated to aquatic environments. Macrophyte and bird abundance have been found to correlate, either directly or inversely.

The macrophyte and bird composition of three wetland communities, and their ecological relationships, have been described. In order to reach this objective, three transects including five sampling stations were traced. There, the abundance and specific richness of birds and macrophytes were recorded.

A total of 48 species were found (13 macrophytes and 35 birds). Site A was represented by *E. azurea*, *J. jacana*, *P. infuscatus* and *S. fucata*. In Site B, *P. cordata*, *A. ruficapillus*, *P. infuscatus* and *J. jacana* were the dominant species. In site C, *S. californicus*, *S. fucata* and *A. ruficapillus* predominated. Due to its wide-ranging heterogeneity and richness, site A showed the highest diversity index (H').

Strong and close relationships between bird and macrophyte species were recorded. These relationships were evident because of the activities that the birds carried out at the place (nesting, feeding, reproduction, etc.). In addition, a negative impact of a monospecific community (*S. californicus*) on the richness and abundance of birds at site C was observed.

We consider that the results of the present work are useful as a tool for the management and conservation of local wetlands.

Key words: diversity, birds, macrophytes, wetlands.

*Correspondencia a:

Tel. +54-342-4600058.

E-mail: mquiroga@ssdfc.com.ar

E-mail: hhadad@ihuc.unl.edu.ar

Recibido: 24-04-04

Aceptado: 26-08-04

Introducción

Los humedales se caracterizan por presentar una alta biodiversidad. La elevada riqueza específica de estos ambientes genera una heterogeneidad de hábitats que pueden ser utilizados por especies animales con diferentes nichos. Comúnmente, la disposición en parches de la vegetación de fondo genera mosaicos espaciales con diferentes elencos de especies animales (1). Por lo tanto, determinadas relaciones interespecíficas en estos hábitats pueden generar grandes impactos sobre la biodiversidad existente en el área. Un ejemplo notorio se da cuando especies vegetales de características invasoras y con capacidad altamente competitiva, tales como *Typha sp.*, *Scirpus sp.*, *Lythrum salicaria*, etc.; forman comunidades monoespecíficas. Dichas especies producen la reducción de la biodiversidad de las comunidades en las que se desarrollan (2; 3; 4; 5).

La diversidad de aves puede estar condicionada al uso de la tierra (6), a los diferentes estadios sucesionales de bosques (7) y a la estructura y composición de la vegetación de pradera (8). Por otro lado, está claro que las poblaciones de aves asociadas a los ambientes acuáticos podrían ser muy sensibles a cambios ecológicos. Algunas especies podrían intervenir en la generación de tales cambios, lo que depende de las migraciones locales o estacionales, agregación, territorialidad u otras conductas complejas (9;10;11). Dentro de estos factores, pueden encontrarse el modo en que las aves explotan los recursos alimenticios (12; 13; 14; 15; 16) y las estrategias de nidificación (17;18). En relación con lo último, en dos humedales cubanos se estudió la segregación espacio-temporal en varias colonias de garzas analizando la altura de nidos sobre mangles en función del nivel de agua (19).

En un estudio de la correlación entre la abundancia de macrófitas y aves, se observó una disminución en las poblaciones de aves acuáticas en función de un decrecimiento en la abundancia de macrófitas en un lago de Escocia (20). En estudios posteriores, Staicer et al. (21) estudiaron un grupo de lagos escoceses, encontrando que la abundancia de dos especies de aves acuáticas dependió significativamente de la cobertura de macrófitas. Por su parte, McKinnon y Mitchell (22) mencionaron que las poblaciones de *Cygnus atratus* se correlacionaron

positivamente con la biomasa de macrófitas en siete lagos de Nueva Zelanda.

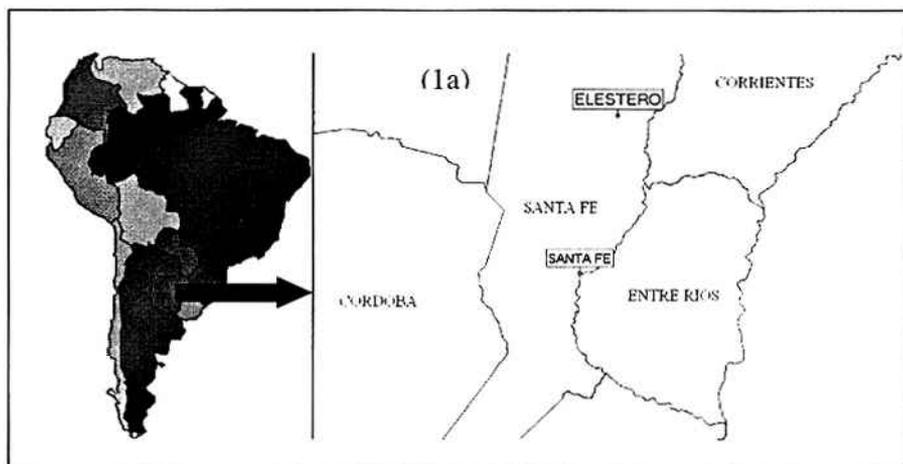
Un incremento en la abundancia de macrófitas produce una mayor cantidad de alimento para algunas especies de aves lo que podría representar una disminución en el hábitat disponible o en las oportunidades de alimentación para otras. Por lo tanto, una relación negativa entre la cobertura de macrófitas y la abundancia de aves ha sido registrada en lagos de Florida (23; 24). En el Parque Nacional de Palo Verde (Costa Rica), una masiva invasión de *Typha domingensis* eliminó el hábitat necesario para las aves acuáticas. Experimentalmente, esta especie se removió en un área extensa, obteniendo como resultado un aumento en la abundancia de las aves acuáticas y una mayor explotación de recursos (2).

En base a lo previamente mencionado, las relaciones entre aves y macrófitas fluctuarán según las características del sitio de estudio (área geográfica, características de las especies presentes, etc.). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar comparativamente tres comunidades de aves y macrófitas a fin de establecer las relaciones ecológicas entre ellas y realizar aportes al conocimiento de la biodiversidad de la reserva "El Estero" en la estación estival, para ser utilizado como herramienta para la conservación de humedales regionales.

Metodología

Área de Estudio

Este estudio se realizó en la Reserva Provincial de Usos Múltiples "El Estero", ubicada en el Distrito Los Corralitos del Departamento San Javier, Provincia de Santa Fe, Argentina (Fig. 1a); durante el verano del año 2003 (Enero de 2003). Dicha reserva posee una extensión total de 4000 ha. y fue creada por la Resolución N° 104/92 del Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe. Esta región presenta diversas unidades geomorfológicas caracterizadas por esteros, lagunas y lagos someros (25). Dichos humedales pertenecen a la cuenca del Arroyo Saladillo y afluentes menores del Río San Javier. El área de estudio fue seleccionada debido a la presencia de extensos esteros y bañados caracterizados por una gran abundancia de aves asociadas a diversas especies de macrófitas (Hadad y Quiroga, obs. pers.).

Figura 1a: Localización de la Reserva de Usos Múltiples «El Estero», Provincia de Santa Fe, Argentina

Se escogieron 3 sitios de muestreo, cada uno representado por una especie de macrófita predominante. Los sitios fueron denominados con las letras A, B y C. El sitio A estuvo dominado por *Eichhornia azurea* seguido de *Azolla caroliniana*. El sitio B se encontró predominado por *Pontederia cordata* y *Salvinia rotundifolia*, presente esta última en menor proporción. Por último, el sitio C, se caracterizó por la dominancia de *Scirpus californicus* y *Salvinia herzogii*. Este sitio fue notable debido a que *S. californicus* constituyó un estero de grandes dimensiones (600 ha, aproximadamente), sumamente denso y habitado por Yacarés overos (*Caiman latirostris*). Debido a la dominancia de *S. californicus*, esta comunidad vegetal fue destacable por su gran altura al ser comparada con los sitios A y B, pudiendo alcanzar los individuos de esta especie una altura de hasta 3,5 m (26). Como consecuencia de las especies predominantes, los tres sitios representaron un gradiente de altura de las plantas a partir del pelo de agua incrementándose desde A hasta C, y un gradiente de heterogeneidad de hábitat disminuyendo desde A hasta C.

Métodos de muestreo de plantas

En cada sitio se realizó una transecta al azar en línea recta de aproximadamente 320 mts. de largo. En su recorrido se arrojaron al azar 15 marcos cuadrados de 50 cm de lado (27). En cada réplica se

registró la riqueza (n° de especies) y abundancia de cada especie (a partir del porcentaje de cobertura). El porcentaje de cobertura fue estimado relacionando la superficie que ocupó cada especie dentro del marco cuadrado con la superficie total del mismo. Los datos registrados fueron llevados a una matriz en la que se presenta riqueza y cuatro niveles de frecuencia por sitio (28). La identificación de macrófitas se efectuó basándose en Gómez (26) y Dimitri (29; 30).

Al mismo tiempo, se registró el estado fenológico de las especies vegetales encontradas dentro de los cuadrados durante los muestreos.

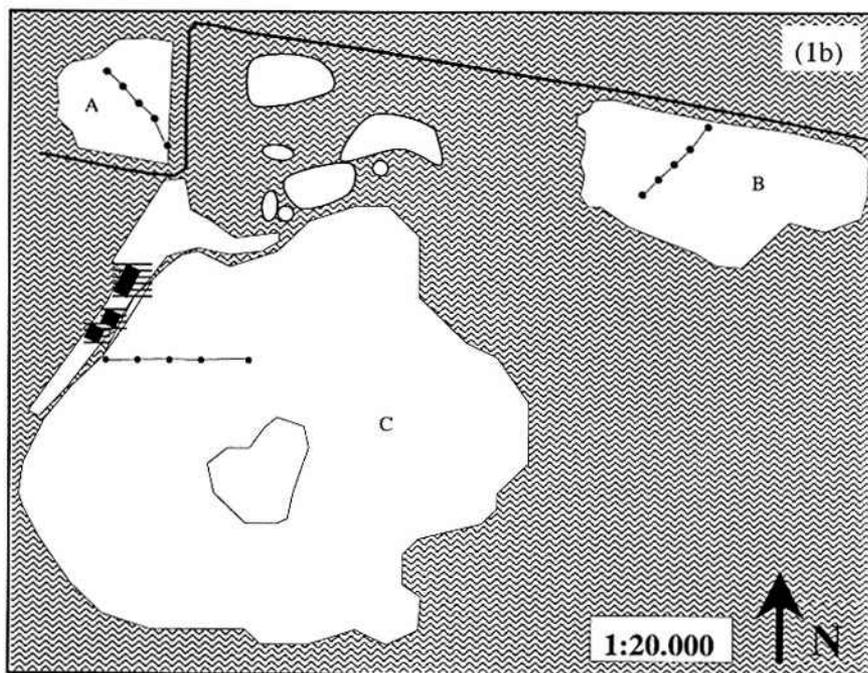
Métodos de muestreo de aves

Sobre las transectas trazadas para las macrófitas, se determinaron 5 estaciones de muestreo en cada sitio (A, B y C), distantes 80 mts. una de otra (Fig. 1b). El área de cada estación de muestreo se acotó a un círculo de 30 m de radio a fin de incrementar la precisión en la observación de las aves. Según Verhulst et al. (6), el peligro de pseudoreplicación disminuye cuando el área censada de cada estación es significativamente menor al área total del sitio de estudio, hecho que ocurrió en este trabajo. Por lo tanto, las estaciones de censo pueden considerarse independientes. En cada estación se realizaron 4 censos (alternados entre sí, y separados por un lapso de 20 minutos) con una dura-

ción de 15 minutos cada uno. Los censos fueron llevados a cabo por observación directa entre las 6:00 y 9:00 a.m. y 6:30 y 8:00 p.m. Metodologías simila-

res fueron empleadas por Chapman et al. (8) y Laiolo et al. (7). La identificación se basó en Narosky y Yzurieta (31).

Figura 1b: Croquis de los sitios de estudio (A, B y C) donde se realizaron las transectas de censos de aves y macrófitas en la Reserva "El Estero" (1b).



En los censos se registraron los individuos que se encontraban presentes y que aterrizaron dentro del área de la estación de muestreo (no así los que la sobrevolaron). Además, cuando fue posible, se registraron patrones de conducta que evidenciaron la explotación de algún recurso presente en el área, con el objetivo de establecer las posibles relaciones entre la estructura de las comunidades vegetales y de aves.

Durante los censos, las especies de aves observadas fueron registradas en una matriz de riqueza y abundancia para cada sitio.

Análisis Estadístico

La diversidad de los tres sitios estudiados se calculó con el Índice de Diversidad de Shannon y Weaver (H') (32), el cuál es comúnmente utilizado como una expresión cuantitativa de diversidad:

$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i) * (\log_e P_i)$$

Donde H' = Índice de diversidad de Shannon y Weaver, P_i = abundancia relativa de la especie i y S = número de especies.

La dominancia (33) se calculó con la ecuación:

$$D = P_i \text{ máximo}$$

donde P_i máximo = proporción de la especie i que contribuye a la abundancia total con mayor cantidad de individuos.

El coeficiente de similitud de Jaccard se utilizó para medir la similitud entre los tres sitios en términos de aves y macrófitas a partir de la siguiente fórmula:

$$J = C / S_1 + S_2 - C$$

Donde C = # de especies en común entre las comunidades 1 y 2, S_1 y S_2 = # de especies en comunidades 1 y 2, respectivamente.

Con el objetivo de comparar la diversidad de aves y macrófitas entre los sitios, se realizaron análisis de la varianza de un factor utilizando como parámetros la abundancia, la riqueza y los índices de diversidad de Shannon y Weaver. Para corroborar las varianzas homogéneas se utilizó el test de Bartlett. El test de rangos múltiples de Duncan se aplicó a fin de detectar diferencias estadísticamente significativas entre los distintos niveles de cada factor. En dichos análisis se trabajó con un nivel de $p < 0,05$ y se realizó un diagnóstico gráfico posterior de los residuales (34).

Se realizó un análisis multivariado de clusters a partir de una matriz de similitud entre los tres sitios, empleando como caracteres la presencia/ausencia y abundancias de las especies de macrófitas y de aves en ellos presentes. Además, se realizó el mismo análisis para agrupar las especies vegetales y otro para agrupar las especies de aves, a partir de las respectivas presencia/ausencia y abundancia de cada especie en cada sitio. Estos análisis se realizaron por el método de ligamiento simple por vecino más cercano y distancia métrica de cuadrados euclidianos (35). Los análisis estadísticos se realizaron con el software Statgraphics Plus 3.0.

Resultados

Vegetación

Se identificó un total de 13 especies de macrófitas. Entre las más dominantes se encontraron *E. azurea*, *P. cordata*, *S. californicus* y *S. herzogii*; la primera correspondiendo al sitio A, la segunda al sitio B y las restantes al sitio C. Entre las especies ocasionales, se registraron *Limnobium laevigatum*, *Ludwigia peploides*, *Myriophyllum aquaticum* y

Salvinia rotundifolia. En la Tabla 1 se muestra la riqueza y abundancia de las especies vegetales en cada sitio de estudio, además del estado fenológico. De todas las especies identificadas, sólo 4 fueron encontradas en más de un sitio (*S. rotundifolia*, *L. laevigatum*, *L. peploides* y *S. herzogii*) y 6 estuvieron florecidas.

En lo referente a la cobertura vegetal pudo observarse que la mayor cobertura media correspondió a *E. azurea* (Sitio A), *P. cordata* (Sitio B) y para el sitio C, las especies de mayor cobertura fueron *S. californicus* y *S. herzogii* (Fig. 2a).

En el dendrograma realizado a partir de la riqueza y abundancia de macrófitas (Fig. 3a), se observa un agrupamiento de las especies según los sitios estudiados, lo que es notable para *E. azurea* y *P. cordata*, demostrando la dominancia de estas especies en los sitios A y B, respectivamente.

Avifauna

Durante este estudio, se registró un total de 35 especies de aves, representadas por 511 individuos (Tabla 2). Entre las especies registradas, algunas nidificaron dentro de los sitios de estudio, a la vez que otras los explotaron como áreas de alimentación.

Las especies dominantes fueron *Agelaius ruficapillus*, *Phimosus infuscatus*, *Stelgidopteryx fucata* y *Jacana jacana* (Fig. 2b). En la Tabla 2 puede observarse la riqueza y abundancia en cada sitio de muestreo, haciéndose evidente que el sitio A (con *E. azurea* como macrófita dominante) fue el que presentó los mayores valores (riqueza: 22 especies, abundancia: 208 individuos).

El agrupamiento de las especies de aves realizado por el análisis multivariado de clusters, indicó las especies dominantes para cada sitio, como es el caso de *J. jacana* y *P. infuscatus* para el sitio A, *A. ruficapillus* para el sitio B y *S. fucata* para el sitio C (Fig. 3b).

Comparación entre sitios

En los análisis de la varianza realizados, existieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre la abundancia, la riqueza y los índices de diversidad de las especies de aves y macrófitas de los tres sitios (Tabla 3). En relación con el índice de diversidad de macrófitas, el sitio B

fue el que presentó el mayor valor, seguido del sitio C (Tabla 1). El índice de diversidad de aves del sitio A presentó el mayor valor, mientras que los otros si-

tios obtuvieron índices similares entre sí y de menor valor al del sitio A, quedando conformado un grupo homogéneo con los sitios B y C a partir del test de rangos múltiples de Duncan (Tabla 2).

Figura 2: Porcentajes de cobertura media de las macrófitas (2a) y dominancia (%) de las aves (2b) de cada sitio estudiado de la reserva «El Estero», Argentina.

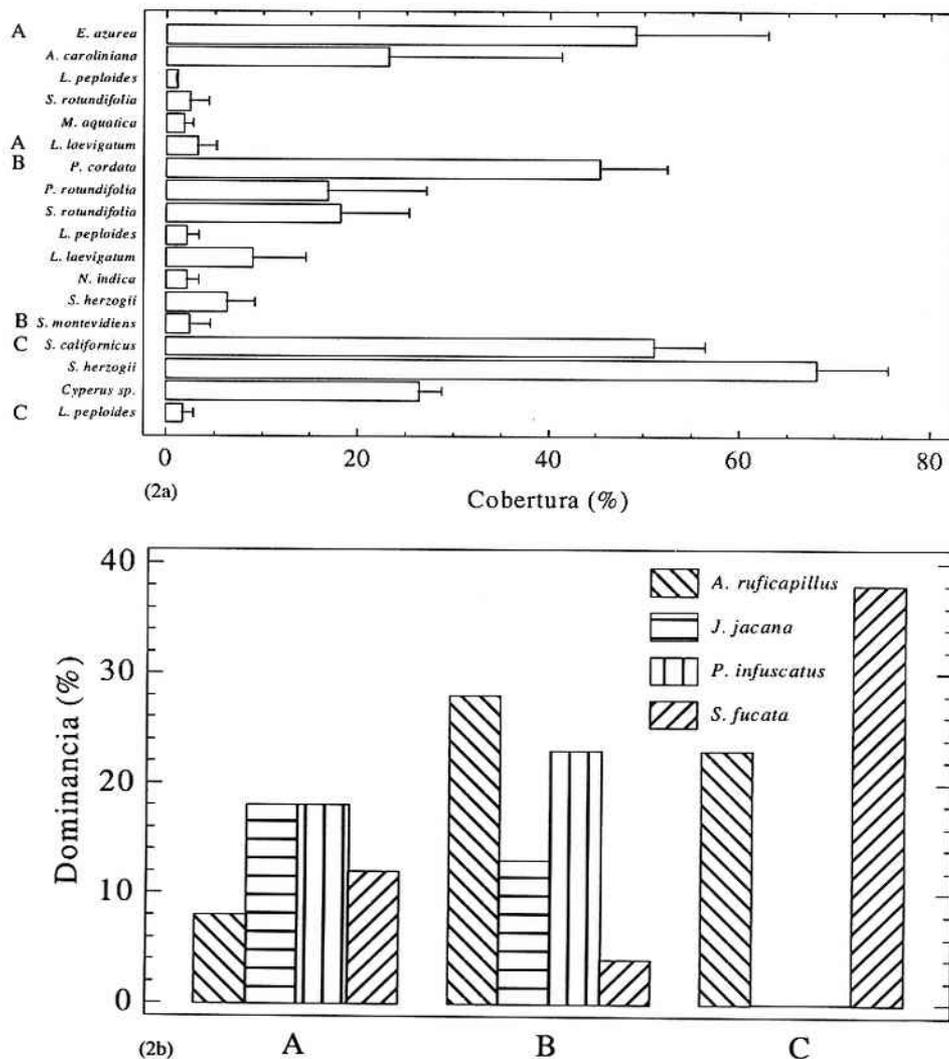


Tabla 1: Lista de las especies de macrófitas registradas en los sitios estudiados de la reserva «El Estero», Argentina. Para cada sitio están dados la frecuencia (1 = ocasional [cobertura: 1-20%], 2 = frecuente [cobertura: 21-40%], 3 = común [cobertura: 41-60%], 4 = muy común [cobertura: > 60%]), el estado fenológico (* = en flor), la riqueza (nº de especies) y el índice de diversidad de Shannon y Weaver (H'). Diferentes letras representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los índices de diversidad de cada sitio.

Especies	Sitios			Estado fenológico	Nombre vulgar
	A	B	C		
Alismataceae	-	1	-	*	Saeta
<i>Sagittaria montevidensis</i>					
Azollaceae	2	-	-	-	Maiz frito
<i>Azolla caroliniana</i>					
Cyperaceae	-	-	2	-	Paraguaita
<i>Cyperus sp.</i>					Junco
<i>Scirpus calliformis</i>	-	-	3	-	Cola de zorro
Haloragaceae	1	-	-	-	Cucharita de agua
<i>Myriophyllum aquaticum</i>					
Hydrocharitaceae	1	1	-	-	Nenúfar
<i>Limnobiium laevigatum</i>					
Nymphaeaceae	-	1	-	*	Falsa verdolaga
<i>Nymphoides indica</i>					
Onagraceae	1	1	1	-	Camalote
<i>Ludwigia peploides</i>					Aguapey
Pontederiaceae	3	-	-	*	Camalote
<i>Eichhornia azurea</i>					
<i>Pontederia cordata</i>	-	3	-	-	Helechito de agua
<i>Pontederia rotundifolia</i>	-	1	-	-	Helechito de agua
Salviniaceae	-	1	4	-	
<i>Salvinia herzogii</i>					
<i>Salvinia rotundifolia</i>	1	1	-	-	
Riqueza	6	8	4	6	
Índice de diversidad (H')	$0,810 \pm 0,177$ a	$1,10 \pm 0,177$ b	$0,981 \pm 0,091$ ab		

Figura 3: Dendrograma de las especies vegetales (3a) y de las especies de aves (3b), realizado a partir de las presencia/ausencia y abundancia de cada especie en cada sitio estudiado. Método de ligamiento simple por vecino más cercano, distancia métrica de cuadrados euclidianos (I-IV= grupos más representativos).

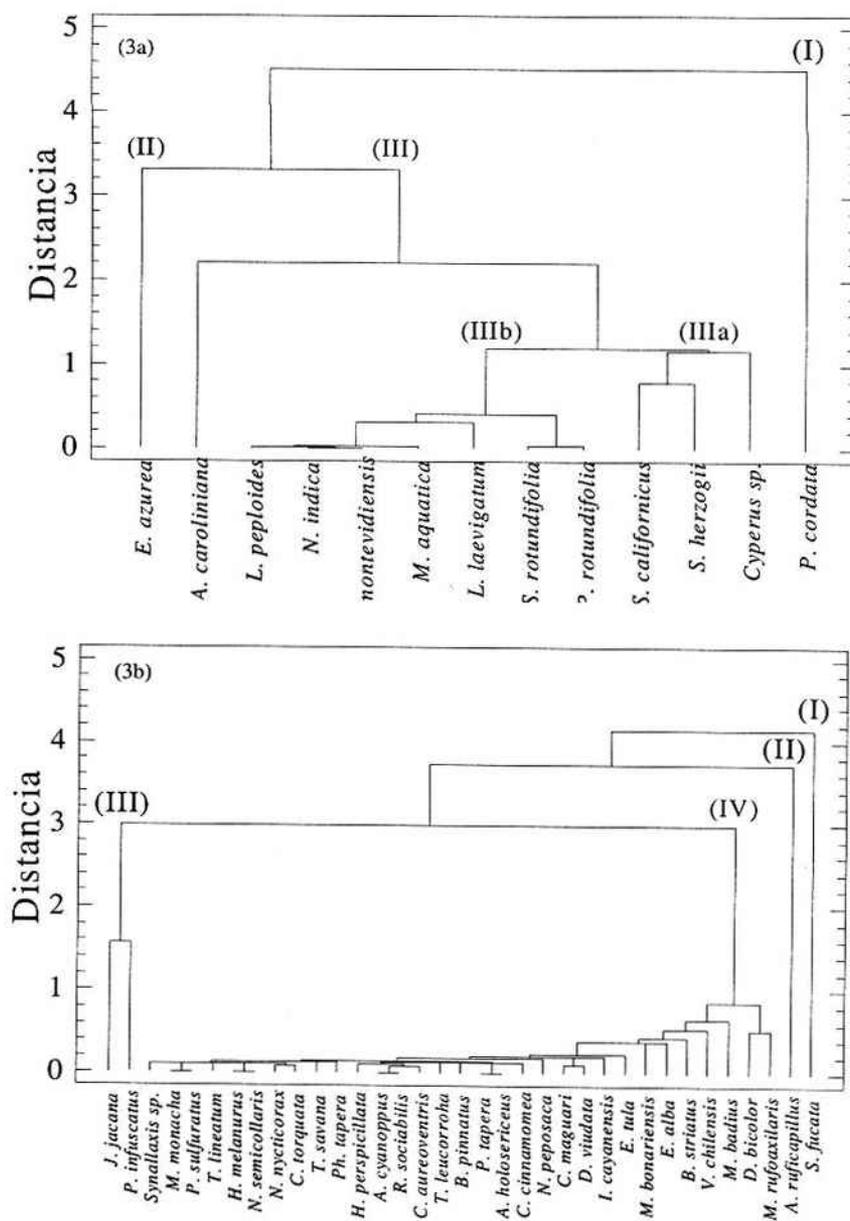
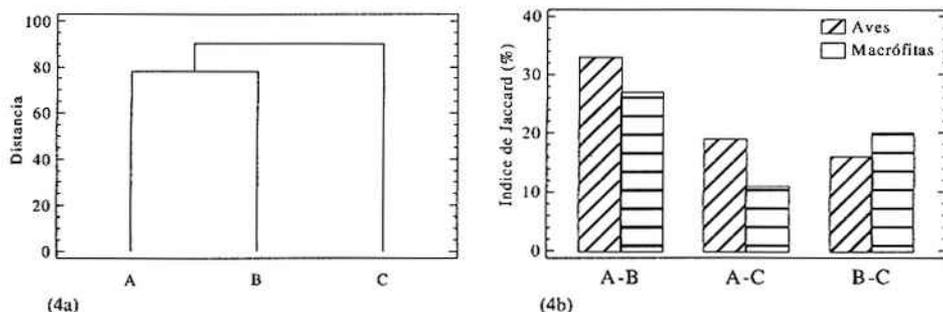


Figura 4: Dendrograma (4a) e índices de similitud de Jaccard (4b) de los sitios estudiados a partir de la estructura de las comunidades vegetales y de aves registradas en cada sitio (dendrograma realizado por método de ligamiento simple por vecino más cercano, distancia métrica de cuadrados euclidianos).



El análisis de clusters agrupó por similitud los sitios A y B, dejando como un grupo separado al sitio C (Fig. 4a). Estos resultados coinciden con los mayores índices de similitud de Jaccard obtenidos al comparar los sitios a partir de la riqueza de aves y de macrófitas (Fig. 4b). Los valores más bajos de similitud fueron obtenidos al comparar el sitio C con los otros sitios.

Discusión

La mayor riqueza y abundancia de aves en el sitio A pudo explicarse por una mayor heterogeneidad vegetal, lo cual generó una mayor oferta de hábitats y recursos para la avifauna, brindando no sólo una mayor cantidad de recursos alimenticios, sino de nidificación y apareamiento (6). Es de remarcar que una menor ocupación del espacio aéreo cercano al pelo de agua por las macrófitas, permitió una mejor accesibilidad y utilización del espacio por parte de las aves, aumentando aún más la disponibilidad de recursos. En este sitio, el orden de jerarquía de las especies dominantes fue *J. jacana* > *P. infuscatus* > *S. fucata*, mientras que la jerarquía de las especies con dominancia intermedia fue *A. ruficapillus* > *V. chilensis*. Se observó al Gallito de Agua (*J. jacana*) alimentándose. Esta especie toma vegetales con el pico (cuando el tamaño del mismo

lo permite, e.g. *Azolla sp.*, *P. stratiotes*, *Salvinia sp.*) y los invierte de tal manera que al quedar las raíces expuestas le posibilitan cazar insectos acuáticos, pequeños peces y caracoles (12; 36). Además, esta especie fue observada con un típico comportamiento territorial; incluso el cortejo y cópula de los mismos, se registró en repetidas ocasiones.

En el sitio B, la jerarquía de dominancia fue *A. ruficapillus* > *P. infuscatus* > *J. jacana*. *A. ruficapillus*, el cual comúnmente nidifica en juncales, esteros y lagunas (37), fue observado nidificando en este sitio utilizando como soporte para sus nidos los peciolo de *P. cordata*, especie vegetal dominante en el sitio B. En este sitio se hallaron numerosos nidos dentro de las estaciones de muestreo. Es de destacar, que durante periodos de nidificación y cría (período en el cual aumenta la conducta territorial de ciertas aves), la densidad de las aves no se correlaciona necesariamente con la abundancia de macrófitas (11), contrariamente a lo registrado en el presente estudio. En un estudio realizado en una reserva urbana de la provincia de Santa Fe, se encontraron diferentes especies nidificantes a las halladas en el presente trabajo (17). En dicha reserva, predominan bosques de especies leguminosas característicos de la llanura de inundación del río Paraná Medio. En relación con los ambientes boscosos, Laiolo et al. (7) encontraron que diferentes estructu-

Tabla 2: Lista de las especies de aves registradas en los sitios estudiados de la reserva «El Estero», Argentina. Para cada sitio están dadas la abundancia total (nº de individuos), la riqueza total (nº de especies) y los Índices de diversidad de Shannon y Weaver (H'). Diferentes letras representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los índices de diversidad de cada sitio.

Especies	Sitios			Abundancia	Nombre Vulgar
	A	B	C		
Accipitridae					
<i>Rostrihamus sociabilis</i>	-	-	2	2	Caracolero
Anatidae					
<i>Dendrocygna bicolor</i>	5	21	-	26	Siriri Colorado
<i>Dendrocygna viudata</i>	8	-	-	8	Siriri Pampa
<i>Netta peposaca</i>	4	3	-	7	Pato Picazo
Anhimidae					
<i>Chauna torquata</i>	5	-	-	5	Chaja
Ardeidae					
<i>Botarus pinnatus</i>	-	-	4	4	Mirasol Grande
<i>Butorides striatus</i>	4	-	6	10	Garza Azulada
<i>Egretta alba</i>	-	9	-	9	Garza Blanca
<i>Egretta thula</i>	-	4	-	4	Garcita Bueyera
<i>Nycticorax nycticorax</i>	5	1	-	6	Garza Bruja
<i>Tigrisoma lineatum</i>	4	-	-	4	Hocó Colorado
Charadriidae					
<i>Vanellus chilensis</i>	15	2	-	17	Tero Común
Ciconiidae					
<i>Ciconia maguari</i>	7	-	-	7	Cigüeña Americana
Fumariidae					
<i>Certhiaxis cinnamomea</i>	-	-	5	5	Curitite Colorado
<i>Synalaxis sp.</i>	1	-	-	1	—
Hirudiniidae					
<i>Phaeoprogne tapera</i>	3	-	1	4	Golondrina parda
<i>Progne modesta</i>	-	-	1	1	Golondrina negra

<i>Steigodopteryx lucata</i>	24	8	39	71	Gol. Cabeza Rojiza
<i>Tachycineta leucorhoa</i>	-	-	3	3	Gol. Ceja Blanca
Icteridae	17	55	24	96	Varillero Congo
<i>Agelaius ruficapillus</i>	-	-	2	2	Varillero Negro
<i>Agelaius cyanopus</i>	-	-	1	1	Federal
<i>Amblyramphus holosericeus</i>	10	-	-	10	Boyerito
<i>Icterus cayanensis</i>	-	-	10	10	Tordo Músico
<i>Molothrus badius</i>	-	20	-	20	Tordo Pico Corto
<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	-	5	-	15	Tordo Renegrido
<i>Molothrus bonariensis</i>	10	5	-	15	
Jacaniidae	38	25	-	63	Jacana
<i>Jacana jacana</i>	38	25	-	63	
Psittacidae	2	-	-	2	Cotorra común
<i>Myopsitta monacha</i>	2	-	-	2	
Recurvirostridae	3	-	-	3	Tero Real
<i>Himantopus melanurus</i>	3	-	-	3	
Rostratulidae	3	-	-	3	Aguatero
<i>Nycticorophes semicollaris</i>	3	-	-	3	
Threskiornithidae	37	45	1	83	Cuervillo Cara Pelado
<i>Phimosus infuscatus</i>	37	45	1	83	
Trochilidae	-	1	2	3	Picaflores común
<i>Chlorostilbon aureoventris</i>	-	1	2	3	
Tyrannidae	1	-	2	3	Pico de Plata
<i>Hymenops perspicillata</i>	1	-	2	3	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	-	-	2	Benteveo
<i>Tyrannus savana</i>	-	1	-	1	Tijereta
Abundancia total	208	200	103	511	
Riqueza total	22	14	15	35	
Índice de diversidad (H')	2,23 ± 0,274 a	1,40 ± 0,298 b	1,35 ± 0,195 b		

Tabla 3: Resultados de los análisis de la varianza de un factor realizados para la comparación de la abundancia, riqueza y los índices de diversidad (H') de los sitios estudiados en la reserva «El Estero» (A-B, A-C y B-C = diferencias entre los valores medios de los sitios; * = diferencia estadísticamente significativa según el Test de Duncan, $P < 0,05$).

Parámetro	Sitios			P
	A - B	A - C	B - C	
Macrófitas				
abundancia	- 15,0893*	- 69,9143*	- 54,825*	0,0000
riqueza	- 1,21429*	0,885714	2,1*	0,0007
H'	- 0,222411*	- 0,0344857	0,187925	0,0384
Aves				
abundancia	12,2	31,4*	19,2	0,0243
riqueza	6,05*	7,65*	1,6	0,0000
H'	0,832*	0,882*	0,05	0,0006

ras de hábitats determinadas por diferentes estadios serales de sucesión afectaron la composición y diversidad de las comunidades de aves. También en el presente trabajo, las características de la vegetación dominante determinaron la estructura de las comunidades de la avifauna.

Según el índice de similitud de Jaccard (33,3%), el sitio B fue el más similar al sitio A en lo referente a las especies de aves y macrófitas halladas (Fig. 4b). Además, el agrupamiento del sitio A con el B (Fig. 4a), se debió a que en ambos se registraron las mayores abundancias totales de aves.

Aunque el sitio C estuvo dominado por la macrófita *S. californicus*, pudo observarse que *S. herzogii* presentó un porcentaje de cobertura media mayor ($68,0 \pm 7,60$) que la de dicha especie ($51,0 \pm 5,50$) (Fig. 2a). Este hecho se debe a que *S. californicus* presenta una mayor biomasa en comparación con *S. herzogii*. Además, las diferentes adaptaciones que presentan al medio (*S. herzogii* es flotante libre y *S. californicus* es arraigada emergente), generan la dominancia espacial de *S. californicus* sobre *S. herzogii*. Otro motivo que lleva a la determinación de *S. californicus* como dominante para el sitio C es que la mayor actividad de la avifauna recayó sobre la porción emergente de esta especie constituyendo la mayor fuente de recursos para las aves en este sitio. Otro ejemplo de este tipo de explotación

fue informado por Denis Avila et al. (19), quienes encontraron segregación espacial de la nidificación a distintas alturas de la vegetación entre especies de una colonia de garzas en función del nivel de agua y de la talla corporal.

La jerarquía de abundancia de especies de aves en el sitio C fue *S. fucata* > *A. ruficapillus*. Por otro lado, en ambientes similares a este sitio de los bajos submeridionales de la provincia de Santa Fe, fueron citadas *Rosthrum sociabilis*, *Butorides striatus* y *Gallinula chloropus* como especies nidificadoras (18).

A partir del análisis de la riqueza del sitio C, se pudo observar que fue similar a la del sitio B. Sin embargo, la abundancia total del sitio B fue aproximadamente el doble (Tabla 2). Esto se explicó debido a que en el sitio C se observaron numerosas especies con muy baja abundancia (< 10 individuos), no siendo observadas utilizando los recursos ofrecidos en este sitio. Dicha situación se debió a la dominancia monoespecífica vegetal de la porción aérea cercana al cuerpo de agua por parte de *S. californicus*. Debido a este hecho, la diversidad de aves fue menor que la de los otros sitios. Este impacto fue observado por Wass y Mitchell (38) al mencionar una disminución en las poblaciones de cisnes negros cuando las macrófitas forman densos parches emergentes que ocupan una gran parte de la superficie del

cuerpo de agua, debido posiblemente, a la dificultad de estas aves para nadar a través de estos densos parches. Otros autores, al analizar la biodiversidad de humedales dominados monoespecíficamente por *Typha domingensis*, observaron un impacto similar a lo mencionado previamente (2). La abundancia de aves varía a lo largo de gradientes de estructura de hábitats. Se ha encontrado que ciertas especies fueron más abundantes en relación con la heterogeneidad horizontal de parches de paisaje, los niveles de estructura vertical de la vegetación y la riqueza de especies vegetales (8).

S. californicus y *T. domingensis* poseen similares modos de propagación vegetativa, morfología y disposición espacial (39), ocupando espacios aéreos, sumergidos y subterráneos. Debido a estas características, son especies de gran capacidad competitiva pudiéndose convertir en invasoras. En estudios de competencia entre macrófitas emergentes (*Typha* sp., *Scirpus* sp., *Lythrum salicaria*, etc.), se obtuvo como resultado el desplazamiento espacial de una especie por la otra, determinando la formación de una comunidad predominada monoespecíficamente (3; 4; 5). Dichas características otorgan a este tipo de vegetales la capacidad para producir la reducción de la biodiversidad de las comunidades en las que se desarrollan.

Entre los resultados obtenidos en el dendrograma de las especies de macrófitas (Fig. 3a), se observan 3 grupos constituidos según la abundancia y riqueza de las mismas. El grupo I corresponde a la dominancia de *P. cordata* en el sitio B. El grupo II estuvo representado por *E. azurea*, la cual fue dominante en el sitio A. El grupo III incluye el subgrupo IIIa constituido por las especies que se registraron en el sitio C (*S. californicus*, *S. herzogii* y *Cyperus* sp.), y el subgrupo IIIb conformado por las especies que tuvieron la menor abundancia en los tres sitios.

En el dendrograma de las especies de aves (Fig. 3b) se distinguen 4 grupos. El grupo I correspondió a la especie *S. fucata*, la cual estuvo representada en los tres sitios, con la mayor abundancia registrada para el sitio C. El grupo II estuvo constituido por *A. ruficapillus*, también presente en los tres sitios en altas densidades, aunque con la más elevada en el sitio B. Un tercer grupo se constituyó por *P. infuscatus* y *J. Jacana*, presentes en los sitios A y B

con una alta abundancia. Si bien la primer especie predominó en abundancia en el sitio B, esto se debió al registro de una gran bandada ocasional que aterrizó en dicho sitio durante uno de los censos. Por otro lado, *J. jacana* fue la especie predominante en el sitio A. El grupo IV correspondió a las especies que tuvieron las abundancias más bajas.

El análisis por clusters identificó asociaciones dentro de las comunidades que ayudaron a interpretar con mayor claridad los grupos obtenidos en la clasificación comunitaria. Bajo este lineamiento, la ordenación comunitaria se explicó bajo dos causas principales: abundancia y riqueza (1). Además, se observó que la composición de la avifauna fue más o menos constante en cada sitio de muestreo durante el período de estudio. Esto estaría indicando una correlación entre las especies de aves y la composición vegetal de cada sitio, lo que es coincidente con lo mencionado por otros autores (19; 8; 7; 6). La elevada heterogeneidad de hábitats registrada en el humedal estudiado y la consiguiente oferta de recursos que brindan estos ambientes (40), se correspondió con una alta riqueza específica de aves que podría deberse a una coexistencia sin exclusión competitiva (19).

Aunque una representación completa de la diversidad ecológica es prácticamente imposible, al avanzar en el conocimiento de la estructura de las comunidades es necesario un enfoque de gran amplitud para intentar describir las interrelaciones que puedan darse, en lugar de aplicar una visión instantánea. Por esta razón, se sugieren estudios similares a lo largo del año para poder contemplar los fenómenos ocasionados por la estacionalidad.

Conclusión

Los registros de aves obtenidos indicaron que la reserva "El Estero" soporta una diversa y abundante avifauna en el noreste de la provincia de Santa Fe debido a la gran heterogeneidad de hábitats que posee.

Las interrelaciones entre las especies de macrófitas y aves registradas en los diferentes sitios estudiados en la reserva «El Estero», pueden representarse por el siguiente esquema:

Sitio A) *E. azurea*; *J. jacana* > *P. infuscatus* > *S. fucata* > *A. ruficapillus*

Sitio B) *P. cordata*: *A. ruficapillus* > *P. infuscatus* > *J. jacana* > *S. fucata*

Sitio C) *S. californicus*: *S. fucata* > *A. ruficapillus*

Es de destacar que el sitio C, estero caracterizado como monoespecífico de *S. californicus*, soportó físicamente un limitado número de especies y abundancia. Aquí, la alta densidad de *S. californicus* por unidad de área y la consecuente escasez de espacios abiertos, limitó físicamente la riqueza de aves, las cuales podrían utilizar esta área para alimentación y reproducción.

Los resultados del presente trabajo se proponen como información útil y relevante para ser utilizada como herramienta para el manejo y conservación de los humedales regionales, debido a que éstos son generalmente modificados para su explotación en la agricultura y ganadería. Sin embargo, estudios similares a largo plazo son requeridos para una mejor comprensión de los procesos ecológicos que ocurren en estos ambientes.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Sr. Francisco Caminos, propietario de la Reserva de Usos Múltiples «El Estero», por permitirnos la realización del trabajo.

Bibliografía

- 1- Torruco, D.; de la Cruz, G. y M.A. González. 1992. Estructura espacio-temporal de la fauna sublitoral del suroeste del golfo de México. *Brenesia*. **37**: 1-31.
- 2- McCoy, M. B. y J. M. Rodríguez. 1994. Cattail (*Typha domingensis*) eradication methods in the restoration of a tropical, seasonal, freshwater marsh. En: *Global wetlands: Old world and new*. Edited by W. J. Mitsch. Elsevier Science B. V. 469-482p.
- 3- McJannet, C.L.; Keddy, P.A. y F.R. Pick. 1995. Nitrogen and phosphorus tissue concentrations in 41 wetland plants: a comparison across habitats and functional groups. *Functional Ecology*. **9**: 231-238.
- 4- Weiher, E. y P. A. Keddy. 1995. The assembly of experimental wetland plant communities. *Oikos*. **73**: 323-335.
- 5- Mal, T.K.; Lovett-Doust, J. y L. Lovett-Doust. 1997. Time-dependent competitive displacement of *Typha angustifolia* by *Lythrum salicaria*. *Oikos*. **79**: 26-33.
- 6- Verhulst, J.; Báldi, A. y D. Kleijn. 2004. Relationship between land-use intensity and species richness and abundance of birds in Hungary. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (en prensa).
- 7- Laiolo, P.; Rolando, A. y V. Valsania. 2004. Responses of birds to the natural re-establishment of wilderness in montane beechwoods of North-western Italy. *Acta Oecologica*. **25**: 129-136.
- 8- Chapman, R.; Engle, D.; Masters, R. y D. Leslie, Jr. 2004. Grassland vegetation and bird communities in the southern great plains of North America. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (en prensa).
- 9- Lauridsen, T.L.; Jeppesen, E. y Søndergaard, M. 1994. Colonization and succession of submerged macrophytes in shallow lake vaeng during the first five years following fish manipulation. *Hydrobiologia*. **275/276**: 233-242.
- 10- Mitchell, S.F. y M.R. Perrow. 1998. Interactions between grazing birds and macrophytes. En: *The structuring role of submerged macrophytes in Lakes*. Springer-Verlag. New York. 175-196.
- 11- Søndergaard, M.; Lauridsen, T.L.; Jeppesen, E. y L. Bruun. 1998. Macrophyte-waterfowl interactions: tracking a variable resource and the impact of herbivory on plant growth. En: *The structuring role of submerged macrophytes in lakes*. Springer-Verlag. New York. 299-306.
- 12- Beltzer, A. y G. Paporello de Amstler. 1984. Food and feeding habits of the Wattled *Jacana jacana* (Charadriiformes: Jacanidae) in the middle Paraná river floodplain. *Studies of Neotropical fauna and environment*. **19** (4): 195-200.
- 13- Smith, K.G. y J.T. Rotenberry. 1990. Quantifying food resources in avian studies: present problems and future needs. *Studies in Avian Biology*. **13**: 3-5.
- 14- Erwin, R.M.; Dawson, D.K.; Stotts, D.B.; McAllister, L.S. y P.H. Geissler. 1991. Open marsh water management in the mid-Atlantic region: aerial surveys of waterbirds use. *Wetlands*. **11**(2): 209-228.
- 15- Weller, M.W.; Kaufmann, G.W. y E.A. Vohs Jr. 1991. Evaluation of wetland development and waterbird response at Elk Creek wildlife management area, Lake Mills, Iowa, 1961 to 1990. *Wetlands*. **11**(2): 245-262.
- 16- Suter, W. 1994. Overwintering waterfowl on swiss lakes: how are abundance and species richness influenced by trophic status and lake morphology? *Hydrobiologia*. **279/280**: 1-14.
- 17- Pautasso, A. A. 2002. Aves de la reserva urbana de la Ciudad Universitaria UNL "El Pozo", Santa Fe, Argentina. *Com. Mus. Prov. Cs. Naturales "Florentino Ameghino"*. **8**(1): 1-12.
- 18- Pautasso, A. A. 2003. Aprovechamiento de la fauna silvestre por pobladores rurales en la fracción norte de los bajos

- submeridionales de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Com. Mus. Prov. Cs. Naturales "Florentino Ameghino"*. 8(2): 1-66.
- 19- Denis Avila, D.; Rodríguez Suárez, A.; Jiménez Reyes, A. y P. Rodríguez Casariego. 2004. Segregación espacio-temporal en varias colonias de garzas (Aves: Ardeidae) en la ciénaga de Biramas, Cuba. En: *Humedales de Iberoamérica* (Neiff, J. J. ed.). CYTED, Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo – Subprograma XVIII. Red iberoamericana de humedales. 204-210 p.
- 20- Allison, A. y I. Newton. 1972/73. Waterfowl at Loch Leven. *Kinross. Proc. R. Soc. Edinb. (V)*. 74(24): 365-379.
- 21- Staicer, C.A.; Freedman, B.; Srivastava, D.; Dowd, N.; Kilgar, J.; Hyden, J.; Payne, F. y T. Pollock. 1994. Use of lakes by black duck broods in relation to biological, chemical, and physical features. *Hydrobiologia*. 279/280: 185-199.
- 22- McKinnon, S.L. y S.F. Mitchell. 1994. Eutrophication and black swan (*Cygnus atratus* Latham) population: tests of two simple relationships. *Hydrobiologia*. 279/280: 163-170.
- 23- Hoyer, M.V. y D.E. Canfield Jr. 1994. Birds abundance and species richness of Florida lakes: influence of trophic status, lake morphology, and aquatic macrophytes. *Hydrobiologia*. 279/280: 107-119.
- 24- Scheffer, M. 1998. *Ecology of shallow lakes*. Chapman & Hall. London. 357p.
- 25- Iriondo, M. 1989. Quaternary lakes of Argentina. *Palaeography, palaeoclimatology, palaeoecology*. 70:81-88.
- 26- Gómez, L. D. 1984. Las plantas acuáticas y anfibias de Costa Rica y Centroamérica. 1. Liliopsida. EUNED. San José, Costa Rica. 430p.
- 27- Vollenweider, R.A. 1974. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. IBP Handbook No. 12. International Biological Programme by Blackwell Scientific Publications. Oxford. London. Edinburgh. Melbourne. 225 p.
- 28- Kappelle, M. y L.D. Gómez. 1992. Distribution and diversity of montane pteridophytes of the Chirripo National Park, Costa Rica. *Brenesia*. 37:67-77.
- 29- Dimitri, M. J. 1988. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Descripción de las plantas cultivadas. Tomo I. Segundo volumen*. Ed. ACME, 3era. edición. Buenos Aires. 1161p.
- 30- Dimitri, M. J. 1999. *Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Descripción de las plantas cultivadas. Tomo I. Primer volumen*. Ed. ACME, 3era. edición. Bs. As. 651p.
- 31- Narosky, T y D. Yzurieta. 1993. *Guía para la identificación de las aves de la Argentina y Uruguay*. AOP. Vazquez Mazzini Editores. Buenos Aires. 345p.
- 32- Shannon, C.E. y W. Weaver, 1963. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana. 177p.
- 33- May, R. 1975. Patterns of species abundance and diversity. En *Cody, M.L. y J.M. Diamond. (Ed.) Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press. Cambridge, M. A.
- 34- Walpole, R.; Myers, R. y S. Myers. 1999. *Probabilidad y estadística para ingenieros*. Prentice Hall Hispanoamericana. México. 739p.
- 35- Crisci, J.V. y M. F. López Armengol. 1982. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. Serie Biología. OEA. 128p.
- 36- Stiles, F.G. y A.F. Skutch. 1989. *A guide to the birds of Costa Rica*. Comstock Publishing Associates. Cornell University Press. Ithaca. N.Y. USA. 511p.
- 37- De la Peña, M. R. 1994. *Nueva guía de flora y fauna del Rio Paraná*. M. de la Peña (ed.). Santa Fe – Argentina. 290p.
- 38- Wass, R.T. y S.F. Mitchell. 1998. What do herbivore exclusion experiment tell us? An investigation using black swans (*Cygnus atratus*) and filamentous algae in a shallow lake. En: *The structuring role of submerged macrophytes in lakes*. Springer-Verlag. New York. 282-289.
- 39- Bernard, J.M. 1999. Seasonal growth patterns in wetland plants growing in landfill leachate. En: *Constructed wetlands for the treatment of landfill leachates*. Ed. Mulamottil, G.; McBean, E. A. y F. Rovers. Lewis Publishers. Boca Ratón, London, New York, Washington D. C. 223-233p.
- 40- Panitz, C. M. N. 2004. Wetlands do Brasil (Parte I – Manquezaiz: uma revisao). En: *Humedales de Iberoamérica* (Neiff, J. J. ed.). CYTED, Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo – Subprograma XVIII. Red iberoamericana de humedales. 31-55 p.