



Agrociencia

ISSN: 1405-3195

agrocien@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Palacio Núñez, Jorge; Clemente Sánchez, Fernando; Herrera Haro, José G.; Ortega Escobar, Manuel;
García Bojalil, Carlos Miguel; Larqué Saavedra, Alfonso
Ornitofauna acuática y ribereña del ecosistema de la media luna, rioverde, San Luis Potosí, México
Agrociencia, vol. 34, núm. 3, mayo-junio, 2000, pp. 303-310
Colegio de Postgraduados
Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234306>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ORNITOFAUNA ACUÁTICA Y RIBEREÑA DEL ECOSISTEMA DE LA MEDIA LUNA, RIOVERDE, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

WATERFOWL AND RIPARIAN BIRDS IN THE MEDIA LUNA ECOSYSTEM, RIOVERDE, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Jorge Palacio-Núñez¹, Fernando Clemente-Sánchez¹, José G. Herrera-Haro², Manuel Ortega-Escobar³, Carlos M. García-Bojalil² y Alfonso Larqué-Saavedra⁴

Especialidad de Postgrado en ¹Fauna Silvestre. Campus San Luis Potosí. Iturbide 73. 78600, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí; ²en Ganadería, IREGEP; y ³en Hidrociencias, IRENAT. Colegio de Postgraduados. 56230, Texcoco, Edo. de México. ⁴Actualmente en el Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 46 Núm. 325. Fraccionamiento La Hacienda. 97119, Mérida, Yucatán.

RESUMEN

El ecosistema de la Media Luna se localiza en la zona media del Edo. de San Luis Potosí. Consiste de lagunas, manantiales y canales, y se caracteriza por su gran diversidad biológica, en donde destacan sus aves acuáticas y ribereñas. El intenso uso turístico del lugar ha degradado, en parte, sus condiciones naturales. Para caracterizar la ornitofauna de este ecosistema, se efectuó un estudio con base en un diseño de muestreo probabilístico durante el periodo de noviembre de 1996 a mayo de 1997. Para el estudio de la vegetación ribereña se utilizó un muestreo a cada 100 m de ribera y en tres repeticiones por unidad de muestreo. La diversidad y conducta de las aves se estimó por muestreo ocular, y las interrelaciones entre las variables del hábitat y las relacionadas con la conducta de las aves se obtuvieron mediante un análisis de correlación canónica. Los resultados permitieron identificar 11 asociaciones vegetales y determinar los gradientes de profundidad de los canales. En el área fueron identificadas 24 especies de aves acuáticas o ribereñas, con las cuales se definieron dos conjuntos de variables, uno dado por las condiciones del ambiente y el otro por características propias de las aves. El análisis de correlación canónica mostró que la influencia del público visitante sobre las aves es negativa ($R^2 = -0.34$), afectando principalmente ubicación y actividad.

Palabras clave: Aves migratorias, aves residentes, biodiversidad, manantiales, recursos naturales renovables.

INTRODUCCIÓN

La actividad del turismo es muy importante en México como fuente de empleos y entrada de divisas, sin embargo, la falta de previsión y planificación de dicha actividad es la causa de una creciente degradación ambiental en muchas regiones del país. El Edo. de San Luis Potosí cuenta con numerosos atractivos naturales, en su mayoría escasamente explotados. La laguna

ABSTRACT

The Media Luna ecosystem, constituted by small lakes, water springs, and irrigation channels, is located in the center of the State of San Luis Potosí. It is characterized by a great biodiversity, aquatic and riparian birds outstanding. Intense touristic activity in the place has degraded, in part, its natural conditions. In order to characterize the ornithofauna of this ecosystem, a survey was conducted from November 1996 to May 1997 based on a probabilistic sampling design. To analyze riparian vegetation a sampling with three replicates was carried out, every 100 m along the riparian zone. Diversity and behavior of birds were studied by direct observation; relations between habitat variables and those related to behavior, were obtained by using a canonical correlation analysis. The results showed 11 vegetative associations and allowed to determine water depth gradients in the channels. Twenty-four bird species were identified, which defined two types of variables, one given by weather conditions, and the other by the intrinsic characteristics of bird species. The analysis of canonical correlation showed that the effect of visitors on aquatic and riparian birds was adverse ($R^2 = -0.34$), and that it affects primarily the location and activity of birds.

Key words: Migratory birds, resident birds, water springs, renewable natural resources.

INTRODUCTION

Tourist activity is very important in Mexico as a source of employment and foreign currency; however, lack of prevision and planning of such activity is the cause of a growing environmental degradation in many regions of the country. The State of San Luis Potosí has numerous natural attractions, most of them scarcely exploited. The Media Luna Lagoon is the biggest, the most famous, and the most visited of all. This lagoon presents an important natural resource constituted by birds and fish.

It is formed by a complex of six spring craters providing a constant flow of about 5000 liters per second of

de la Media Luna es la más grande y famosa, por ende, la más visitada de todas. Esta laguna representa un importante recurso natural constituido por aves y peces.

La laguna está formada por una continuidad de seis cráteres de manantial de los que fluye de manera casi constante un promedio de 5000 litros por segundo de agua termal, azulosa y cristalina (Labarthe *et al.*, 1989), lo que le da una calidad paisajística especial. El ecosistema es rico en especies, tanto animales como vegetales, entre las cuales se cuentan varios endemismos debido a su situación de aislamiento (Miller, 1987). Los criterios de manejo han sido azarosos, siempre han estado dirigidos a remozar el balneario y nunca a proteger el ecosistema (IIZD, 1994)⁵.

La fauna silvestre de mamíferos, especies que fueron numerosas hace unas cuantas décadas, prácticamente ha desaparecido, por lo que las aves representan el mayor recurso cinegético (Michelet, 1996). La cacería está vedada en la Media Luna desde 1993 según el Calendario Cinegético (SEDESOL, 1993-1994).

Las modificaciones al ecosistema de la Media Luna para obras de riego se iniciaron hace unos 200 años, pero su importancia turística comenzó a partir de 1950, con las modificaciones más importantes a partir de 1970, cuando se incorporaron al ecosistema especies exóticas de peces, particularmente *Oreochromis* sp. y árboles tales como *Casuarina* sp. (Miller, 1987; IIZD, 1994). Estas introducciones causaron efectos negativos sobre algunos componentes biológicos (principalmente peces y anfibios), aunque la gran mayoría se adaptaron para sobrevivir. Las modificaciones más recientes al ecosistema corresponden al aprovechamiento enfocado hacia los visitantes; o las perturbaciones causadas por los mismos. Las modificaciones hechas a este ecosistema se reflejan en la destrucción parcial del hábitat, de los sitios de anidamiento de algunas especies al ser eliminada parte de la vegetación acuática y terrestre ribereña, y en la introducción de *Casuarina* sp. en la zona (IIZD, 1994).

El presente trabajo está enfocado al conocimiento general de este ecosistema, en particular, la relación entre la degradación ambiental y la ornitofauna, y contribuir a establecer normas de aprovechamiento sustentable. Los objetivos fueron: estimar la abundancia de aves acuáticas y ribereñas por especie, época y localización dentro del ecosistema, e identificar las asociaciones vegetales con base en características de origen (nativa y antropógena).

crystalline bluish thermal water (Labarthe *et al.*, 1989). This gives the landscape a special characteristic. The ecosystem is rich in vegetal and animal species; among them there are many endemisms due to its isolated situation (Miller, 1982). Management criteria have been hazardous, always directed to renew the resort, and never to protect the ecosystem (IIZD, 1994)⁵.

Mammal wildlife has almost disappeared, even when those species were numerous few decades ago; for that reason, birds now represent the main game resource (Michelet, 1984). Hunting is banned at Media Luna since 1993 according to the calendar of hunting seasons (SEDESOL, 1993-1994).

Modification in the Media Luna ecosystem for irrigation systems were initiated 200 years ago, while tourist impact began in 1950, showing main modifications in 1970, when exotic fish species were incorporated to the ecosystem, specially *Oreochromis* sp. and trees like *Casuarina* sp. (Miller, 1987; IIZD, 1994). These introductions caused adverse effects on some biological components (mainly fish and amphibians), though most of them adapted to survive. The most recent modifications of the ecosystem correspond to visitor facilities, or to the perturbations caused by them. Modifications made to this ecosystem reflect partial destruction of the habitat and nesting sites, due to eliminating part of the aquatic and riparian (terrestrial) vegetation, and to the introduction of *Casuarina* sp. in the zone (IIZD, 1994).

This study is focused on the general knowledge of this ecosystem, especially, on the relation between environmental degradation and ornithofauna, and intends to contribute to establish sustainable use criteria. The objectives were: to estimate aquatic and riparian bird abundance per species, season and location within the ecosystem, and to identify vegetal associations based on origin characteristics (native and anthropogenic).

MATERIALS AND METHODS

Description of the study area

The Media Luna ecosystem is located in the Rioverde Valley, S.L.P., México, in the southern part of the "Cerro del Jabali", situated between coordinates 100° 00' 53" and 100° 01' 46" W and 21° 51' 34" and 21° 51' 50" N, with an average altitude of 1000 m. The Media Luna lagoon has a maximum depth of 34 m.

The climate in the area according to Köppen's classification, modified by García in 1964, corresponds to B_{s1} h w"(w)(e) g; dry or steppe-like with a P/T > 22.9 rate; midwarm with chilly winters and an average annual temperature between 18° y 22 °C, with a rainy season during the summer, extreme, with monthly temperature oscillation in a

⁵ Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (IIZD-UASLP). 1994. Caracterización Ecológica del Ecosistema de la Media Luna y su Área de Influencia. Reporte de Investigación. Inédito. 92 p.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El ecosistema de la Media Luna se localiza en el Valle de Rioverde, S.L.P., México, en la porción sureste del Cerro del Jabalí, comprendido entre las coordenadas 100° 00'53" y 100° 01'46" O; y 21° 51'50" y 21° 51'34" N, con una altitud promedio de 1000 m. La laguna tiene una profundidad máxima de 34 m.

El clima en el área, según la clasificación de Köppen modificado por García en 1964, corresponde al $Bs_1h w''(w)(e)g$; seco o estepario con un cociente $P/T > 22.9$; semicálido con invierno fresco y temperatura media anual entre 18 y 22 °C, con régimen de lluvias de verano, extremoso con oscilación anual de las temperaturas mensuales entre 7 y 14 °C y el mes más caliente del año ocurre antes de junio. La precipitación anual es de 497 mm (Labarthe *et al.*, 1989).

El trabajo de campo abarcó el periodo comprendido entre noviembre de 1996 y mayo de 1997, dentro del cual se hicieron visitas mensuales, cada una con una permanencia de seis días en el área de estudio (42 días de muestreo total). Cada estancia corresponde a una etapa.

Caracterización del ecosistema

Se consideró como unidad de estudio la longitud de la ribera. Con ayuda de mapas, fotografías aéreas y visitas de reconocimiento del área de estudio, el conjunto de canales y laguna fue dividido en sectores para facilitar su análisis.

Para la caracterización de vegetación y profundidad, se utilizó el muestreo a intervalos fijos de distancia. Para este análisis, 3300 m lineales de ribera (1650 m a cada lado) de canales fueron considerados como el total del área muestreada. Las unidades de muestreo se realizaron cada 100 m; se obtuvo un total de 33 unidades de muestreo, en las que se tomó al azar un punto de observación ($k=1$) en cada unidad, con tres repeticiones; por lo que en este muestreo hubo un total de 99 puntos.

En cada uno de los puntos de muestreo se llevaron a cabo observaciones y mediciones de: a) composición florística, b) altura promedio, c) calificación del estado actual de la vegetación ribereña en una franja de 20 m sobre la ribera y a intervalos de 0, 5, 10, 15 y 20 m, d) gradientes de profundidad, y e) ancho de los canales.

La determinación de la composición botánica se llevó a cabo mediante la identificación de las especies *in situ*, o por medio de cotejo con los ejemplares del Herbario del IIZD. Para definir el estado actual de la vegetación se utilizó una escala cualitativa de 0 a 5 derivada de la integración de abundancia, cobertura, altura y grado de intervención nativa o antropógena. El significado de cada numeral es el siguiente: 0 = Suelo desnudo, 1 = Rala, antropógena, 2 = Rala, antropógena y nativa, 3 = Media, nativa con antropógena incipiente, 4 = Nativa en recuperación y 5 = Densa, nativa. La identificación de las especies, como antropógena y nativa, se hizo con base en el texto sobre la vegetación típica de los humedales de la zona, de Rzedowski (1965).

year between 7 and 14 °C, the hottest month occurs before June. Annual precipitation is 497.0 mm (Labarthe *et al.*, 1989).

Field work was done from November 1996 to May 1997, with monthly visits of six days duration every time (42 days of sampling on the whole), where each stay corresponds to one stage.

Ecosystem characterization

Shore length was considered as the study unit. Using maps, aerial photographs and previous visits of the area, the channels and the lagoon were divided in sections to facilitate analysis.

For vegetal characterization and water depth, an interval sampling with fixed distance was used. For this analysis, 3300 lineal meters of channel shore (1650 m each side) were considered as total sampling area. Sampling units were established every 100 m; a total of 33 sampling units were obtained, and in each unit an observation point was taken randomly ($k=1$), with three replicates; so in this sampling, there was a total of 99 sampling points.

The following observations and measurements were made at each point: a) floristic composition, b) mean height, c) description of the current state of riparian vegetation in a 20 m strip along the shore, in intervals of 0, 5, 10, 15 and 20 meters, d) depth gradients, and e) channel width.

Botanical composition was determined by *in situ* identification of species or by comparison with IIZD Herbarium specimens. A 0 to 5 qualitative scale, based on the integration of vegetal abundance, cover, height and native or anthropogenous intervention was used to define the present state of vegetation, each numeral meaning: 0 = Naked ground, 1 = Sparse, anthropogenous, 2 = Sparse, anthropogenous and native, 3 = Middle, native with incipient anthropogenous, 4 = Native recuperating, 5 = Dense, native. Identification of species as anthropogenous and native was based on Rzedowski's text (1965) about typical wetland vegetation of the zone.

Bird sampling

Aquatic and riparian bird sampling was performed by direct visual observation on 39 routes along the lagoon and the channels. Species identification was based on Peterson and Chalif's (1989) field guide. The routes were covered in about two hours each, the variables were: season (winter, from November to February and spring, from March to May), period (each month in a season), hour beginning of the route: 7:30, 10:00, 13:00 and 16:00 h), amount of visitors (none, few, regular and many), richness (number of present bird species), abundance (number of individuals per species), location (sector of ecosystem), spatial use of habitat or specific place related to the habitat within each sector (riparian vegetation, aquatic vegetation, shore, water or air), and activity (rest, feeding, movement, reproduction related activity, territorial defense, etc.).

Statistical analysis

A Canonical Correlation Analysis (SAS, 1988) was used to analyze the interrelations among environmental variables that influenced

Muestreo de aves

El muestreo de las aves acuáticas y ribereñas se efectuó mediante observación visual directa durante 39 recorridos en la laguna y canales. La identificación de las especies se basó en la guía de campo de Peterson y Chalif (1989). Los recorridos tuvieron una duración aproximada de dos horas c/u, donde las variables consideradas fueron: época (invierno, de noviembre a febrero y, primavera, de marzo a mayo), periodo (cada uno de los meses incluidos en las épocas), horario (inicio de recorrido a: 7:30, 10:00, 13:00 y 16:00 h), cantidad de público visitante (ninguno, poco, regular y mucho), riqueza (número de especies de aves presentes), abundancia (número de individuos por especie), ubicación (sector del ecosistema), uso espacial del hábitat o lugar específico con relación al hábitat dentro del sector (vegetación ribereña, vegetación acuática, orilla, agua o aire), y actividad (reposo, alimentación, desplazamientos, actividades relacionadas a reproducción, defensa territorial, etc.).

Análisis estadístico

Para analizar las interrelaciones entre las variables del medio que influyeron sobre las aves: época, periodo, hora y cantidad de público visitante, y aquellas propias de la conducta natural de las aves: especie, abundancia, uso espacial del hábitat y actividad, se utilizó un Análisis de Correlación Canónica (SAS, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del ecosistema

Durante el desarrollo del muestreo, con base en las observaciones de las especies vegetales dominantes a lo largo de todos los sectores, en el área se identificaron un total de 11 asociaciones vegetales ribereñas, constituidas en su mayoría por gramíneas nativas representativas del humedal; destacan por su frecuencia relativa en relación con la distancia al borde de la laguna: *Andropogon glomeratus* Hack, *Panicum bulbosum* H.B.K., *Muhlenbergia* sp. y varias especies de ciperáceas.

El suelo desnudo fue observado principalmente en los sitios con fuerte presión por el público visitante, lo cual representa actualmente 9.9 % del área de estudio. La vegetación ribereña es importante como protector contra erosión, refugio o sitio de anidación de varias especies de aves, tales como *Casmerodius albus* L., *Ardea herodias* L., *Butorides striatus* Rackett, *Plegadis chihi* Vieillot, *Dendrocygna autumnalis* L., *Anas diazi* Ridgway, *Podylimbus podiceps* L., *Fulica americana* Gmelin, y *Jacana spinosa* L. Las asociaciones vegetales se presentan en el Cuadro 1.

La anchura promedio de los canales fue de 23.05 ± 1.50 m. El estado actual de la vegetación, en la escala de 0 a 5, presentó una calificación de 3.54 ± 0.22 , sin embargo, la altura media representó el mejor indicador del

in the presence of birds: season, period, hour and number of visitors; and those that belong to the normal conduct of birds: species, abundance, spatial use of habitat and activity.

RESULTS AND DISCUSSION

Ecosystem analysis

During sampling and based on the observation of dominant vegetal species in all the sections, 11 riparian vegetal associations were identified in the area, most of them constituted by native grasses, representative of the wetland; *Andropogon glomeratus* Hack, *Panicum bulbosum* H.B.K., *Muhlenbergia* sp. and many cyperaceous species stand out by their relative frequency related to the distance from the edge of the lagoon.

Naked ground was mainly observed at sites with strong pressure of visitors, which at the moment accounts for 9.9 % of the area. Riparian vegetation is important as protection against erosion, shelter and/or nesting site for many bird species like *Casmerodius albus* L., *Ardea herodias* L., *Butorides striatus* Rackett, *Plegadis chihi* Vieillot, *Dendrocygna autumnalis* L., *Anas diazi*, Ridgway, *Podylimbus podiceps* L., *Fulica americana* Gmelin, and *Jacana spinosa* L. Vegetal associations are shown in Table 1.

Average channel width is 23.05 ± 1.50 m. The present state of vegetation, on a 0 to 5 scale shows a 3.54 ± 0.22 qualification; the best indicator of vegetal state, however, is mean height, because native vegetation always shows greater height than anthropogenous vegetation (>0.6 m and <0.5 m, respectively). The results of vegetal mean height and of depth gradients are shown in Table 2.

Birds

Ornithological observations in this ecosystem showed a situation of permanent richness of species due to seasonal or sedentary behavior of birds. Some of them inhabit the area as winter refuge, others are just passing, some arrive for reproduction, but most of them remain in the area during all the year (Tables 3 and 4).

The most important species (Table 3) were *Phalacrocorax olivaceus* Humboldt and *Nycticorax nycticorax* L., both species were abundant in the two seasons; the first one was plentiful in spring and the other during the winter. Other important species in both seasons were *A. diazi*, *J. spinosa* L., *C. albus* and *P. podiceps*.

Less important species, but present during all the study period were: *Ardea herodias* L., *Egretta thula* Molina, *B. striatus* Rackett, *F. americana* Gmelin, *Mycteria americana* L. and *Bubulcus ibis* L. All of these species were considered as resident, they stay in the study area during their reproductive period, and hence remain throughout

Cuadro 1. Frecuencia relativa de las asociaciones vegetales ribereñas presentes en el ecosistema de la Media Luna, Rioverde, S.L.P., México, según la distancia al borde de la laguna.

Table 1. Relative frequency of riparian vegetal associations at the Media Luna ecosystem, Rioverde, S.L.P., México, according to the lagoon edge distance.

Asociación	Distancia al borde (m)				
	0	5	10	15	20
<i>Andropogon-Panicum</i>	43.0	7.1	3.1	0.0	1.0
<i>Panicum-Andropogon</i>	6.3	58.2	52.6	46.8	44.1
Ciperáceas	7.4	1.0	7.4	8.5	2.2
<i>Muhlenbergia</i> sp.	0.0	2.0	7.4	16.0	24.7
Polipodiáceas- <i>Panicum</i>	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Ciperáceas- <i>Panicum</i>	5.3	8.2	2.1	2.1	5.4
<i>Arundo</i> sp.	0.0	1.0	1.1	1.1	1.1
<i>Juncus</i> sp.	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Ciperáceas- <i>Andropogon</i>	5.3	0.0	6.2	6.4	6.4
<i>Cynodon-Paspalum</i>	4.2	3.1	3.2	2.1	0.0
<i>Paspalum</i> sp.	3.2	8.2	7.4	7.4	5.4
Suelo desnudo	11.6	11.2	9.5	9.6	9.7

estado de la vegetación, ya que la vegetación nativa siempre tuvo una altura superior a la antropógena (>0.6 m y <0.5 m respectivamente). Los resultados de altura media de la vegetación y de gradientes de profundidad se muestran en el Cuadro 2.

Aves

Las observaciones ornitológicas en este ecosistema indicaron una situación de riqueza de especies permanente, debido a la conducta estacional o sedentaria de las aves. Algunas de las especies habitan el área como refugio invernal, otras están de paso, algunas llegan a reproducirse o, las más, permanecen en el área durante todo el año (Cuadros 3 y 4).

Las especies más importantes (Cuadro 3) fueron *Phalacrocorax olivaceus* Humboldt y *Nycticorax nycticorax* L. pues ambas fueron abundantes en las dos épocas; la primera abundó más en la primavera y la otra en el invierno. Otras especies importantes para ambas épocas fueron *A. diazi*, *J. spinosa* L., *C. albus* y *P. podiceps*.

Especies menos importantes, pero presentes durante todo el periodo de estudio fueron: *Ardea herodias* L., *Egretta thula* Molina, *B. striatus*, *F. americana* Gmelin, *Mycteria americana* L. y *Bubulcus ibis* L. Todas estas especies fueron consideradas como residentes, presentan en el área de estudio sus actividades reproductivas, y permanecen durante todo el año. Otras especies como *Egretta tricolor* Müller y *Cerile alcion* L. estuvieron presentes todo el periodo, pero desaparecieron al finalizar el trabajo de campo, posiblemente por motivos reproductivos.

Cuadro 2. Altura media para la vegetación ribereña y valores de profundidad en el ecosistema de la Media Luna, Rioverde, S.L.P., según distancia al borde de la laguna.

Table 2. Riparian vegetal mean height (m) and water depth values at the Media Luna ecosystem, Rioverde, S.L.P. according to the lagoon edge distance in each case.

Estadístico	Altura de vegetación (m) según distancia al borde (m)				
	0	5	10	15	20
Media estimada	0.92	0.97	0.85	0.72	0.78
E.E.	±0.04	±0.11	±0.07	±0.08	±0.05
	Profundidad (m) según distancia al borde (m)				
	0	2	4	6	10
Media estimada	0.71	0.98	1.31	1.82	2.41
E.E.	±0.07	±0.11	±0.31	±0.42	±0.55

the year. Species like *Egretta tricolor* Müller and *Cerile alcion* L. remained in the area during the entire period, but disappeared at the end of the field-work, possibly due to reproductive activities.

Pandion haliaetus L. and *Cerile torquata* L. have a dispersion area larger than the Media Luna, so they only appeared eventually on the routes made in their territory; reproductive activities were not detected in the region.

Current species, present in only one season, were: *Anhinga anhinga* L. scarcely present in winter, and *D. autumnalis* L. in spring. Other species had a sporadic presence, but only *Egretta caerulea* L. was considered in this study.

During all the period of study, an unusual increase and distribution of rain-fall caused seasonal ponds to remain flooded, and some new ones to appear eventually producing an increase in habitat availability, especially for species whose diet is not based on fish. Consequently, annual bird abundance in this ecosystem, for the dry season, could be greater than the one estimated in this work.

Fifteen to seventeen (62.5 to 70.8 %) of all the bird species observed are residents, though 11 of them appear in larger amounts in the winter. Two more species (8.3 %) arrive only in winter, one of them is a passing species (4.2 %) as part of its total dispersion area, and four more (16.7 %) arrived in the area eventually. Only one species (4.2 %) specifically arrives for reproduction (Table 3).

Correlation analysis

The analysis considered the nine original variables; four of them defined as environment (season, hour, tourism, period), and five as bird behavior (species, abundance, location, activity and habitat use), with a total of 1705 observations. The main canonical correlation between both groups is shown in Figure 1.

Cuadro 3. Abundancia promedio (número de individuos) de las principales especies de aves presentes en el ecosistema de la Media Luna, S.L.P., México, durante el periodo Invierno 96 (primera época) y Primavera 97 (segunda época).

Table 3. Mean abundance (number of individuals) of the main bird species appearing in Media Luna ecosystem, S.L.P., México, along Winter 96 (first season) and Spring 97 (second season) periods.

Especie	Primera época					Segunda época			
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Media	Marzo	Abril	Mayo	Media
Ciconiformes									
Ardeidae									
<i>Bubulcus ibis</i> L.	3	1	5	2	2.8	13	13	12	12.7
<i>Egretta thula</i> Molina	5	2	12	5	6.0	3	1	<1	1.7
<i>Egretta tricolor</i> Müller	0	<1	4	5	2.5	3	2	0	1.7
<i>Casmerodius albus</i> L.	7	5	10	9	7.8	8	4	5	5.7
<i>Ardea herodias</i> L.	3	3	4	4	3.5	4	1	<1	2.0
<i>Nycticorax nycticorax</i> L.	25	37	44	35	35.3	19	15	10	14.7
<i>Butorides striatus</i> Rackett	4	3	3	2	3.0	3	2	1	2.0
Ciconiidae									
<i>Mycteria americana</i> L.	2	3	10	1	4.0	1	<1	1	1.0
Threskiornithidae									
<i>Plegadis chihi</i> Vieillot	7	3	3	6	4.8	3	4	6	4.3
Pelecaniformes									
Phalacrocoracidae									
<i>Phalacrocorax olivaceus</i> Humboldt	5	17	16	33	17.8	40	37	35	37.3
Anseriformes									
Anatidae									
<i>Dendrocygna autumnalis</i> L.	2	0	0	0	0.5	0	7	34	13.7
<i>Anas diazi</i> Ridgway	2	7	17	24	12.5	20	9	13	14.0
<i>Anas discors</i> L.	0	0	3	5	2.0	0	0	0	0.0
Podicipodiformes									
Podicipodidae									
<i>Podilymbus podiceps</i> L.	3	3	2	5	3.3	8	8	7	7.7
Gruiformes									
Rallidae									
<i>Fulica americana</i> Gmelin	8	4	1	5	4.5	3	3	1	2.3
Coraciiformes									
Alcedinidae									
<i>Cerile alcion</i> L.	1	2	3	2	2.0	2	2	<1	1.7
Charadriiformes									
Charadriidae									
<i>Charadrius collaris</i> L.	8	6	9	7	7.5	4	6	5	5.0
Jacaniidae									
<i>Jacana spinosa</i> Linnaeus	11	15	15	13	13.5	13	14	13	13.3
Otras	1	3	2	19	6.3	2	1	1	1.3
Total	97	115	163	182	139.3	149	130	147	142.0

Pandion haliaetus L. y *Cerile torquata* L. tienen un área de dispersión mayor al de la Media Luna, por lo que sólo estuvieron presentes de manera eventual durante los recorridos dentro de su territorio; no se logró detectar si se reproducen en la región.

Las especies que sólo estuvieron presentes en alguna de las épocas fueron: *Anhinga anhinga* L. escasamente en invierno, y *D. autumnalis* L. en primavera. Otras especies tuvieron una presencia esporádica, de las cuales sólo fue considerada *Egretta caerulea* L.

Durante todo el periodo de estudio se presentó un inusual incremento en precipitación pluvial, en cantidad y en distribución temporal, lo que provocó que cuerpos de agua estacionales se hayan mantenido inundados, y la aparición de otros cuerpos de agua eventuales, esto

Period and season were the environment variables of main influence in the birds, due to their seasonal behavior. Tourism effect and hour were less important. Among bird variables, spatial use was the most important, and obviously, it is related to the species and their migratory and reproductive behavior. Aspects that must be considered among management strategies for ecology protection for the Media Luna ecosystem are: migratory bird arrival, reproductive periods and transformation of habitat by tourist activity, even when tourism has apparently until now been a factor of little importance for birds ($R^2 = -0.34$). Nevertheless, to assure the conservation of the site will favor a greater diversity and potential of use for the future.

Cuadro 4. Tipo de estancia de las especies de aves encontradas en el ecosistema de la Media Luna, Rioverde, S.L.P., México.
Table 4. Types of stay of bird species found in the Media Luna ecosystem, Rioverde, S.L.P., México.

Especie	Estancia				
	Residente	Reproducción	Invernal	De paso [†]	Eventual [‡]
<i>Bubulcus ibis</i> L.	X		X		
<i>Egretta thula</i> Molina	X		X		
<i>Egretta tricolor</i> Müller	X		X		
<i>Egretta caerulea</i> L.	X				
<i>Casmerodius albus</i> L.	X		X		
<i>Ardea herodias</i> L.	X		X		
<i>Nycticorax nycticorax</i> L.	X		X		
<i>Nycticorax violacea</i> L.					X
<i>Butorides striatus</i> Rackett	X		X		
<i>Mycteria americana</i> L.	X				
<i>Plegadis chihi</i> Vieillot	X		X		
<i>Ajaia ajaia</i> Linnaeus					X
<i>Phalacrocorax olivaceus</i> Humboldt	X				
<i>Anhinga anhinga</i> L.					X
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i> L.			X	X	
<i>Dendrocygna autumnalis</i> L.		X			
<i>Anas diazi</i> Ridgway	X				
<i>Anas discors</i> L.			X		
<i>Podilymbus podiceps</i> L.	X		X		
<i>Fulica americana</i> Gmelin	X		X		
<i>Cerile torquata</i> L.				X	
<i>Cerile alcion</i> L.			X		
<i>Charadrius collaris</i> L.	?				
<i>Jacana spinosa</i> L.	X				
<i>Rallus limicola</i> Miller	?			?	
<i>Pandion haliaetus</i> L.					X

[†] De paso. Aves con rutas migratorias definidas.

[‡] Eventual. Aves sin ruta migratoria definida o de área de dispersión muy grande.

? No se logró detectar su comportamiento.

produjo un incremento en disponibilidad de hábitat sobre todo para las especies que no basan su alimentación en peces. En consecuencia, la abundancia anual de aves en este ecosistema, para la temporada seca, puede ser mayor que la consignada en el presente trabajo.

Del total de especies de aves observadas, 15 a 17 (62.5 a 70.8 %) son residentes, aunque 11 de éstas tienen mayor presencia en la época invernal. Dos especies más (8.3 %) arriban exclusivamente en época invernal, una sólo de paso (4.2 %) como parte de su área total de dispersión, y cuatro más (16.7 %) llegaron al área de manera eventual. Sólo una especie (4.2 %) llega específicamente a reproducirse (Cuadro 3).

Análisis de correlación

El análisis consideró las nueve variables originales: cuatro denominadas del medio (época, hora, turismo y periodo), y cinco como de la conducta de las aves (especie, frecuencia, ubicación, actividad y uso de hábitat), con un total de 1705 observaciones. La mayor correlación canónica entre ambos grupos se muestra en la Figura 1.

CONCLUSIONS

The study area showed a considerable abundance and richness of waterfowl and riparian birds during the seven months of the study duration; 24 species were registered in this work, these are located taxonomically in nine orders and 14 families. The more abundant species were *Phalacrocorax olivaceus*, *Nycticorax nycticorax*, *Jacana spinosa*, *Anas diazi* y *Casmerodius albus*. Most of the bird species are residents in this ecosystem, others arrive for the winter or in a more eventual manner, and only one species arrives to reproduce. Based on canonical correlation analysis, important variables were: season, period, species and spatial use. Impact of tourism, until today, has not had a major effect on richness and abundance of bird species.

—End of the English version—



Ambiente/Environment		Aves/Birds	
Época/Season	0.75	Especie/Species	0.38
Hora/Hour	-0.17	Abundancia/Abundance	0.30
Turismo/Tourism	-0.34	Ubicación/Location	-0.17
Periodo/Period	0.97	Actividad/Activity	-0.08
		Uso espacial/Spatial use	0.88
		$\alpha = 0.0001$	

Figura 1. Análisis de correlación canónica entre las variables ambientales y de las aves en el ecosistema de la Media Luna, Rioverde, S.L.P., México.

Figure 1. Canonical correlation analysis between environmental variables and the birds at the Media Luna ecosystem, Rioverde, S.L.P., México.

El periodo y la época fueron las variables del ambiente de mayor influencia sobre las aves, debido a su conducta estacional. El efecto del turismo y el horario fueron menos importantes. De las variables de las aves, el uso espacial fue el más importante y, obviamente, tiene que ver con las especies y su comportamiento migratorio y reproductivo. Los aspectos que se deben considerar dentro de las estrategias de manejo para protección ecológica del ecosistema de la Media Luna son: la llegada de las aves migratorias, los periodos reproductivos y la transformación del hábitat para la actividad turística, aun y cuando el turismo parece ser hasta ahora un factor poco importante para las aves ($R^2 = -0.34$). No obstante, asegurar la conservación del sitio favorecerá una mayor diversidad y potencial de uso a futuro.

CONCLUSIONES

El área de estudio mantuvo una abundancia y riqueza de aves acuáticas y ribereñas considerable durante los siete meses de estudio; 24 especies fueron registradas en el presente trabajo, las cuales están ubicadas taxonómicamente en nueve órdenes con 14 familias. Las especies más abundantes fueron *Phalacrocorax olivaceus*, *Nycticorax nycticorax*, *Jacana spinosa*, *Anas diazi* y *Casmerodius albus*. La mayoría de las especies son residentes

de este ecosistema, otras llegan a este lugar para pasar el invierno o de manera más eventual, y sólo una especie arriba para reproducirse. Las variables importantes, con base en el análisis de correlación canónica, fueron: época, periodo, especie y uso espacial. El impacto del turismo, hasta ahora, no tiene mayor efecto sobre riqueza y abundancia de las especies de las aves.

LITERATURA CITADA

- Labarthe, G., M. Tristán, R. Aguillón, L. S. Jiménez y A. Romero. 1989. Cartografía Geológica 1:50 000 de las Hojas El Refugio y Mineral El Realito, Estados de San Luis Potosí y Guanajuato. UASLP. Instituto de Geología. Folleto Técnico 12. S.L.P., México. 87 p.
- Michelet, D. 1996. Río Verde San Luis Potosí. Instituto de Cultura de San Luis Potosí. Lascasiana, S.A. de C.V. Centre Français D'études Mexicaines et Centraméricaines. México. 434 p.
- Miller, R. R. 1987. La Media Luna, San Luis Potosí, at edge of Chihuahu Desert, México. In: Proc. Desert Fishes Council. Desert Fishes Co. (ed.). Volumes XVI-XVIII. Ann. Symp., Bishop, Calif., USA. pp: 67-72.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México. Guía de Campo. Ed. Diana. México. 473 p.
- Rzedowski, J. 1965. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina. Vols. 1 y 2. 290 p.
- SAS Institute. 1988. SAS/ETS User's Guide. Version 6. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 559 p.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). 1993-1994. Calendario Cinegético 1993-1994. México. 135 p.