



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ Caracterización y evaluación
de la riqueza, abundancia y
uso de las aves acuáticas en la
Laguna de Almoloya, Estado
de México “.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA
PRESENTA
Blanca Virginia Rangel Eufrasio



DIRECTORA DE TESIS:
Dra. Kathleen Ann Babb Stanley

México, D.F. 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE CIENCIAS
Secretaría General
División de Estudios Profesionales

Votos Aprobatorios

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Director General
Dirección General de Administración Escolar
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

**Caracterización y evaluación de la riqueza, abundancia y uso de las aves acuáticas en la Laguna de Almoloya,
Estado de México.**

realizado por Rangel Eufrasio Blanca Virginia con número de cuenta 0-6506886-7 quien ha decidido titularse mediante la opción de tesis en la licenciatura en Biología. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario M. en C. María Fanny Rebón Gallardo

Propietario M. en C. Sabel René Reyes Gómez

Propietario Dra. Kathleen Ann Babb Stanley
Tutora

Suplente M. en C. Noé Pacheco Coronel

Suplente M. en C. Elvia Josefina Jiménez Fernández

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D. F., a 01 de octubre de 2013
EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

MAG/mdm

Dedicatoria

A mis padres,
Por el apoyo brindado en mí
Por el tesoro más grande que Dios me dió.

A mi esposo Raul Nayra Monroy
Con mi 100% por hacer el Milagro de la vida,
mis hijos, por su maravillosa
presencia en mi existencia que me hizo
creer y valorar la vida.

A mis hijos:
Blanca Sandra, Eldon Gabriel, Aurora de Jesús,
Por su apoyo incondicional y por ser una luz
en mi camino, motivo para salir adelante.

A mis catorce nietas y nietos y dos bisnietos,
por estar expectantes al desenlace de este trabajo.
Sandra, Virginia, Eldon, Eduardo, Lila, Rico,
Jazmín, Carlitos, Jeylan, Alexis, Grant, Shan,
Amanda, Monse, Owen y a Bella e Isabella.

Agradecimientos

A la Dra. Kathleen Ann Babb Stanley, directora de este proyecto, por su asesoría académica y profesional durante el desarrollo de este trabajo de tesis, así como por su apoyo incondicional y su calidez humana para darse sin reserva alguna.

El desarrollo de este estudio, no hubiese sido posible sin el gran apoyo, paciencia y atenciones del M. En C. Noé Pacheco Coronel, en especial, durante el trabajo de campo, gracias.

A los sinodales: M. en C. María Fanny Rebón Gallardo, a M. en C. Elvia Josefina Jiménez Fernández, M. en C. Sabel René Reyes Gómez, M. en C. Noé Pacheco Coronel y a la Dra. Kathleen Ann Babb Stanley, les agradezco su paciencia, su detallada revisión y los comentarios realizados al presente estudio.

Al M. en C. Carlos Juarez López por su orientación y guía durante el desarrollo de mis Biologías de Campo y por su asesoría en el estudio de las aves de México.

Agradezco el apoyo académico y logístico que me brindo todo el personal del Laboratorio de Vertebrados, del Departamento de Biología Comparada, de la Facultad de Ciencias, UNAM.

A Chayito por su gentileza y atención durante el papeleo burocrático.

Índice

INTRODUCCIÓN	1-3
ANTECEDENTES	
LA AVIFAUNA ACUÁTICA EN MÉXICO	4-6
CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES ACTUALES DE LA CUENCA DEL RÍO LERMA-SANTIAGO	6-11
ESTUDIOS SOBRE LA AVIFAUNA DEL ESTADO DE MÉXICO	11-13
OBJETIVOS	14
ÁREA DE ESTUDIO	15-19
METODO	20-23
RESULTADOS	
RIQUEZA DE ESPECIES	24-26
OCURRENCIA Y ABUNDANCIA	27-30
DIVERSIDAD Y EQUITABILIDAD	31
AMPLITUD ESPACIO-TEMPORAL	32
GRUPOS FUNCIONALES	32-34
SIMILITUD Y COMPARACIÓN ENTRE AÑOS	35-38
DISCUSIÓN	39-44
CONCLUSIONES	45-47
LITERATURA CITADA	48-51
APÉNDICE I	52-54
Listado Taxonómico de las especies de aves acuáticas registradas, por año, estación climática; grado de permanencia y su grupo funcional (arreglo taxonómico de acuerdo al AOU, 2011).	

Índice de Cuadros y Figuras

Cuadro 1. Representación taxonómica de las aves acuáticas de México, Chesser 2011 (ESP = número especies).	-5-
Cuadro 2. Total de especies y por estación climática, número de conteos y frecuencia de ocurrencia.	-27-
Cuadro 3. Promedio de individuos por especie (mes y total) y grupo funcional (GF). Amplitud en el uso espacio temporal y (X) =Promedio por grupo.(PPS piscívoro sondeador somero; HSS herbívoro sondeador somero; ISS inver-tebrados sondeador somero; PZA piscívoro zancudo; PBA piscívoro buscador aéreo; GFB granívoro flotador-buceador; HFB herbívoro flotador-buceador; OFB omnívoro flotador-buceador; OBA omnívoro buscador aéreo; PAA piscívoro acechador aéreo).	-34-
Figura 1. Ubicación de la Cuenca del Río Lerma y subregioinbeas. Tomado de Cotler et al. 2006.	-6 -
Figura 2. a). La Cuenca del Alto Lerma (CARL) en el Estado de Méxicoi y b). Sus subcuencas. Modificado de SMA 2010. y emisores hacia el Distrito Federal. Fuente INEGI 2010.	-9-
Figura 3. Ubicación del área de estudio en el estado de México, en los municipios de San Mateo Texcalyacac y Almoloya del Río. Modificado de INEGI (2009a y b).	-17-
Figura 4. Las ciénegas que conforman el Lerma Alto, y el área de estudio (Vaso Sur), en el Estado de México.	-18-
Figura 5. Vista de la Laguna de Almoloya, Almoloya del Río, Estado de México. (2008).	-19-
Figura 6. Fotografía aérea de la Laguna de Almoloya, Estado de México.	-19-
Figura 7. Número de especies por familia, registrado en este estudio (barras) y número de especies total por familia registrado a lo largo de los años en la Laguna de Almoloya (número en rojo).	-24-
Figura 8. Proporción de especies por familia con respecto al total de especies registradas durante el otoño e invierno, 2010-2011 en la Laguna de Almoloya, Edo de México.	-25-
Figura 9. Relación entre el número total de especies por punto de conteo, con la riqueza por familia: G =garzas (Ardeidae); E= escolopácidos (Scolopacidae) y A= patos (Anatidae); rs= correlación de Speraman (n=62).	-25-
Figura 10. Estimación de la riqueza de especies por conteo utilizando el Estimador Chao y límites de confianza.	-25-
Figura 11. A). - Porcentaje de especies residentes (res); residentes con aporte migratorio (res mig); migratorias de invierno (mig inv) y migratorias de paso (mig).B).- Número de especies por grado de permanencia y grupo funcional.	-26-

Figura 12. Diagrama de caja del promedio de especies e individuos por mes y sus desviaciones.	-28-
Figura 13). A).-Dominancia numérica de especies. B).-Relación entre los individuos totales y la frecuencia de ocurrencia (F.Occ.) por especie y c). Domiancia por especie, en relación al número de individuos totales entre su ocurrencia (Ind/Focc).	-29-
Figura 14. Número de especies e individuos totales por punto de conteo.	-30-
Figura 15. Promedio total de individuos por punto de conteo de <i>Fulica americana</i> .	-30-
Figura 16. A).-Porcentaje de especies (S), individuos (N), especies nuevas (Sn) y de especies muy raras y escasas (Sr) por mes, con respecto al total. B):_ Indices de dominancia (D); de Simpson (1-D); de diversidad de Sahnnon-Weaver (H) y equitabilidad $e^{H/S}$ (e) por mes y total	-31-
Figura 17. Valor de amplitud espacio temporal por especie en rojo valores por arriba del proromedio 0.195 y en azul por debajo del promedio (X).	-32-
Figura 18. Relación entre el número de individuos/especie por grupo trófico y mes	-33-
Figura 19- Dendrograma de similitud por distancia Euclideana entre las abundancia por especie y mes muestreado en la Laguna de Almoloya..	-35-
Figura 20. Dendrograma de similituda Euclideana entre las especies y punto de conteo	-35-
Figura 21. Análisis multidimensional (MSD) entre las abundancias por especie y punto de conteo.	-36-
Figura 22. Dendrograma de similitud cualitativa, Indice de Jaccard, entre especies y años, para otoño e invierno	-37-
Figura 24. Especies presentes en la Laguna de Almoloya en la temporada 2010-2011. A. <i>Podlymbus podiceps</i> , b.- <i>Porzana carolina</i> y c.- <i>Limnodromus scolopáceus</i>	-38-
Figura 25. <i>Fulica americana</i>	-44-

RESUMEN

A lo largo de los bosques templados y continentales, del país, existen una gran diversidad de humedales, como lo son las Ciénegas de la Cuenca Alta del Lerma-Santiago, las que han perdido más del 70% de su extensión y hoy presentan un marcado deterioro ambiental; existiendo en ellas una gran diversidad de aves tanto acuáticas y limícolas, como terrestres. El presente estudio tiene como objetivos el realizar el análisis sobre las variaciones espacio temporales, durante otoño e invierno en la riqueza y abundancia de las aves acuáticas y compararlas con los datos de años anteriores, en la primera de la tres lagunas que conforman las ciénegas del Alto Lerma: la Laguna de Almoloya, en los municipios: de San Mateo Texcalyacac y Almoloya del Río, en el Estado de México. Para lo cual se efectuaron conteos de aves de octubre del 2010 al 21 de marzo, 2011, en las orillas de la laguna de Almoloya, en 16 puntos fijos, separados entre si, por unos 200 m. Y se comparan entre especies, grupos funcionales, grado de permanencia, por mes y entre otoño e invierno y con los reportes de otros años.

En total se registraron 34 especies y 2,038 individuos, siendo los Anatidae y Scolopacidae, las familias con más del 21% de las especies. El número de puntos y conteos usados permitió obtener un muestreo significativo de acuerdo al Estimador Chao 2. El 35% de las especies son migratorias. La riqueza total de especies y la abundancia, por mes, varía, siendo diciembre (27 especies) y marzo (30 especies), los meses con mayor riqueza y febrero en donde se tienen al 34% del total de individuos. Las especies más abundantes son: *Fulica americana*, *Gallinula chloropus*, *Bubulcus ibis*, *Plegadis chihi*, *Limnodromus scolopaceus* y *Podilymbus nigricollis*. Las especies y sus abundancias; así como los 10 grupostróficos y por permanencia, varían entre puntos y meses significativamente. Los valores de diversidad se mantiene por arriba de 2.0 a excepción de diciembre. Durante otoño e invierno, el 55% de las especies, tienden a hacer un uso especialista de la laguna y *Plegadis chihi* es la más generalista. Son las 11 especies de aves insectívoras sondeadoras de aguas someras, el grupo más diverso. La similitud cuantitativa entre las abundancias por especie y mes, indica que febrero y marzo constituyen un grupo aparte, de los meses de otoño y cada una de las especies hacen un uso muy

diverso a lo largo de la laguna, siendo *Fulica americana* la que hace un uso muy distinto al resto. Resalta 1986, ya que es el que más difiere de los otros años, y 2001 es el que más diferente es en su avifauna acuática .

Los resultados obtenidos reflejan tanto los tiempos de permanencia de las aves, como el aporte de individuos migratorios a poblaciones residentes; así como son producto de las condiciones limnológicas, de productividad; de inundación y de calidad del agua. Por su ubicación la avifauna del área de estudio comparte alrededor del 66% con las aves acuáticas de diversas lagunas del centro de la Altiplanicie Mexicana y comparte con ellas, el 42% de las especies de patos y playeritos; porcentajes elevados dado la extensión actual de la laguna y su grado de deterioro ambiental. El presente estudio contribuye al conocimiento y monitoreo a mediano plazo, de la avifauna acuática y su uso espacio temporal de la Laguna de Almoloya. Resalta la urgencia de desarrollar a mediano y largo plazo, el monitoreo de las aves de toda esta cuenca, para conocer las fluctuaciones en sus poblaciones así como de las condiciones de cada humedal del que hacen uso, asegurando no solo su presencia, sino una reproducción exitosa; así como poder determinar con bases científicas la tasa de cacería de las especies permitidas y medidas de manejo y conservación adecuadas.

INTRODUCCIÓN

Los humedales son áreas consideradas como críticas para la conservación del recurso agua y de su biota, así como para mantener la gran diversidad de ciclos de vida de una enorme variedad de especies silvestres, entre ellas, las aves, las cuales hacen un uso muy diverso de este recurso con una alta diversidad y productividad (Acosta y Jiménez 2006).

Las características de los humedales, así como su extensión superficial, pueden presentar variaciones diarias, estacionales o entre años, y esto, entre muchos otros factores, determinan algunos de los procesos ecológicos que mantienen su biodiversidad y los servicios ambientales, y en particular estos factores determinan la comunidad avifaunística relacionada a este ambiente (Desranges et al. 2006). Estas variaciones e incluso las producidas por cambios climáticos pueden resultar en cambios en la presencia, abundancia, distribución de las especies, en particular, de las poblaciones de aves acuáticas de hábitos limícolas, tanto de residentes, como de las migratorias y de distintos grupos funcionales que conforman (Kushan 1993 y Kushan et al. 2002).

En México la combinación del clima, la topografía accidentada y la complejidad de las formaciones geológicas del país han contribuido a producir una gran diversidad de humedales, tanto en las zonas tropicales costeras, como en las zonas templadas y continentales, cuya pérdida en su extensión hoy en día es alarmante, e incluyen a los ecosistemas lacustres y palustres, como lo son el lago de Chapala y las ciénegas del Alto Lerma (CONANP 2006 y SEMARNAT^a 2008).

Las causas de la rápida degradación y pérdida de los humedales interiores del país, son diversas y varían de una región a otra, entre ellas están: la fragmentación, la pérdida del manto acuífero y de su vegetación circundante; la extracción de agua; la alteración de sus corrientes; la contaminación por desechos domésticos, agrícolas e industriales, entre otros factores (Landgravel, R. y Moreno-Casasola 2012).

Los humedales, por su biodiversidad, por los servicios ambientales que nos proporcionan y por su significado en el manejo integral del recurso hídrico, se han incluido como una prioridad nacional, para que de esta manera se asegure su manejo sustentable y la conservación de su biodiversidad (CONANP 2006).

En años recientes, se ha incrementado el número de humedales en México, considerados de importancia internacional, entre los cuales están aquellos ubicados dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, en el Estado de México, como: el Lago de Texcoco, Zumpango, así como la serie de humedales localizados al sureste del Valle de Toluca, en la porción inicial y alta de la Cuenca hidrológica del Río Lerma; región en la cual desde 1940 se ha extraído el agua de sus manantiales para proveer de este recurso (cerca del 8%) a la zona metropolitana de la Ciudad de México, (CONANP 2006).

Desde tiempo atrás las ciénegas de la Cuenca Alta del Lerma, se consideran como áreas relevantes para las aves, por ser zonas de refugio y descanso para una gran diversidad, tanto de aves de hábitos acuáticos (varias de interés cinegético como los patos) como de las terrestres que hacen un uso diverso de estas ciénegas (Arizmendi y Márquez Valdelamar 2000; Babb 2003).

En estos humedales resalta la presencia de muy diversas poblaciones de patos, zambullidores y de aves playeras, la gran mayoría de ellas, de hábitos

migratorios de grandes distancias, y cuyas poblaciones han disminuído en en años recientes a todo lo largo de su área de distribución. Por lo que urge el establecimiento de programas de conservación que incluyan en su manejo, tanto las áreas reproductoras, como los hábitats invernales (Russell et al. 2010).

No es hasta el 2002 cuando se reconoce el valor que tienen estas ciénegas en la conservación de la biodiversidad, al decretarse en su conjunto, a las tres lagunas que conforman la Cuenca Alta del Lerma, como un Área de Protección de Flora y Fauna, número 1335, a nivel federal y como una región considerada como santuario de agua (Cotler et al. 2006).

Desde tiempo atrás y a lo largo de toda la Cuenca Alta del Lerma, se han dado muy diversas presiones socio-económicas (agricultura, industria, urbanización) que han producido, además de cambios en el uso del suelo, un acelerado proceso de degradación, contaminación y disminución del área de las ciénegas del Lerma, así como de sus áreas boscosas; causas que afectan de distintas maneras a las diferentes poblaciones de aves acuáticas y terrestres, tanto residentes, como las migratorias, (González-Acevedo y Lessmann 2010).

Por lo anteriór, hoy en día, se considera relevante el contar con estudios en zonas lacustres que provean las bases actuales para la conservación tanto de estos ambientes, como para el manejo de los recursos bióticos, en especial de sus aves. Por lo anteriór, es que se decidió enfocar el presente estudio en el análisis sobre las variaciones espacio temporales en la riqueza y en la abundancia de las aves acuáticas, durante los meses de otoño e invierno, en el área palustre, conocida como la Laguna de Chiconahuapan (o de Almoloya), que es la primera de las tres que conforman las ciénegas del Alto Lerma, una de las cuencas hidrológicas más importantes del interior del país.

ANTECEDENTES

La avifauna acuática en México

El término ave acuática se refiere a aquellas especies de aves cuyo ciclo de vida depende en algún momento del recurso agua. Para lo cual presentan distintas adaptaciones morfológicas, fisiológicas o conductuales, entre ellas: con una glándula uropigial que ayuda a mantener el plumaje impermeable; la presencia en todos los dedos de membrana (totipalmeados) como los pelícano o como las garzas con algo de membrana interdigital; o bien pueden tener picos especializados (filtradores, con lamelas) y otras pueden presentar plumas modificadas como las del talco, o glándulas de sal (Gill 1990).

Este grupo de aves, incluye a especies, de muy variados tamaños, tanto de ambientes marinos como dulceacuícolas y cuyos hábitos alimentarios van desde los carnívoros, ictiófagos, insectívoros, hasta granívoros. Por la forma de desplazarse en este medio, se pueden agrupar en: aquellas aves que nadan sobre la superficie, como los patos del género *Anas*; aquellas de hábitos buceadores, como los zambullidores (Podicipedidae); las vadeadoras o limícolas grandes (Ardeidae) y las chicas (Scolopacidae, Charadriidae). E incluso se consideran como aves acuáticas al águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y a los martines pescadores (Alcedinidae), ya que por su dieta ictiófaga, por ende, su ciclo de vida depende obligatoriamente de la presencia de este recurso, caso similar es el del gavilán caracolero (*Rosthramus sociabilis*) (Weller 1999).

Del total de especies registradas para México, alrededor del 24% de estas, corresponden a aves de hábitos acuáticos y marinos, representadas en 15 órdenes y 33 familias (AOU 1998; Chesser et al 2011). En México, esta avifauna acuática

se caracteriza por presentar un elevado porcentaje elevado de poblaciones migratorias, provenientes del norte de México, Estados Unidos y Canadá, las cuales al pasar por el país, pueden continuar su viaje hacia áreas más sureñas o bien, pueden pasar el invierno aquí, en las costas o en algún depósito lacustre del interior, como lo son las ciénegas del Lerma. Del total de especies acuáticas en el país, las especies de las familias Anatidae, Laridae y Scolopacidae, representan entre el 15.7 y el 14.5 % del total (Cuadro 1).

En el Mundo en general y particularmente en México, los gansos y patos (Familia Anatidae) y algunos escolopácidos, son los grupos de aves acuáticas que desde épocas prehispánicas, han tenido una fuerte presión de caza (SEMARNART 2008 a y b).

Cuadro 1. Representación de ordenes, familias y especies de las aves marinas y acuáticas de México, de acuerdo a Chesser 2011 (ES = número de especies).

ORDEN	FAMILIA	ES	ORDEN	FAMILIA	ES
ANSERIFORMES	Anatidae	41	EURYPYGIFORMES	Eurypygidae	1
GAVIIFORMES	Gaviidae	5	GRUIFORMES	Rallidae	17
PODICIPEDIFORMES	Podicipedidae	7		Heliornithidae	1
PHOENICOPTERIFORMES	Phoenicopteridae	1		Aramidae	1
PROCELLARIIFORMES	Diomedidae	3		Gruidae	2
	Procellariidae	21	CHARADRIIFORMES	Burhinidae	1
	Hydrobatidae	9		Charadriidae	12
PHAETHONTIFORMES	Phaethontidae	3		Haematopodidae	2
SULIFORMES	Fregatidae	2		Recurvirostridae	2
	Sulidae	6		Jacaniidae	1
	Phalacrocoracidae	4		Scolopacidae	38
	Anhingidae	1		Laridae	38
PELECANIFORMES	Pelecanidae	2		Stercorariidae	4
	Ardeidae	16		Alcidae	8
	Threskiornithidae	4		CORACIIFORMES	Alcedinidae
ACCIPITRIFORMES	Pandionidae	1	GALBULIFORMES	Galbulidae	1
	Accipitridae	1	PASSERIFORMES	Cinclidae	1

Para el estado de México, del total de especies registradas, el 7.5% corresponden a aves acuáticas con muy diversos requerimientos ecológicos, cuya dinámica poblacional y uso del hábitat actual, se requiere conocer (Babb 2003).

En los humedales presentes en la subregión de los Lagos del centro de la Altiplanicie mexicana, se han registrado cambios en la composición, riqueza y abundancia a lo largo de los años en las poblaciones de aves acuáticas, posiblemente relacionados con las condiciones ambientales que afectan la calidad y extensión de estos humedales. Un ejemplo de ello son los conteos aéreos realizados por norteamericanos, los que para el 2006 en la Altiplanicie, contaron un total de 269,882 individuos, de 10 especies de patos (SEMARNAT^a 2008).

Características y condiciones actuales de la Cuenca del Río Lerma-Santiago

La cuenca del Lerma-Santiago es la segunda cuenca más importante del país, desde el punto de vista económico, social y ambiental que cruza la Altiplanicie Meridional, atravesando nueve entidades federativas (Figura 1), cubriendo un total de 132,724 Ha. (INE 2003).

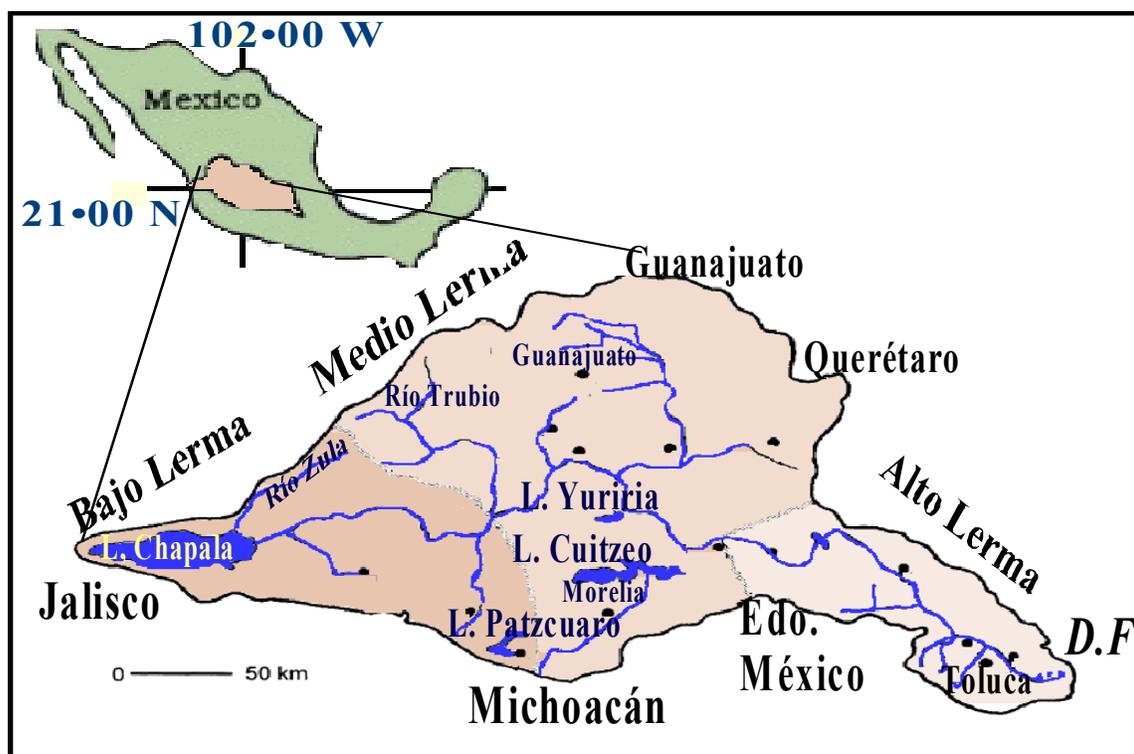


Figura 1. Cuenca del Río Lerma, con sus subcuencas. Tomado de Cotler et al. 2006.

Durante el pleistoceno este sistema hidrológico estaba constituido por una serie de lagunas escalonadas formadas por efusiones volcánicas recientes, las que dieron lugar a la sedimentación y depósito de grandes acarreos de suelos agrícolas los cuales actualmente pertenecen al Valle de Toluca, Tepuxtepec y Solís, en el Estado de México, en Acámbaro y Yurécuaro en Michoacán, y en Salvatierra, Jaral del Progreso, Valle de Salamanca y la Piedad en Guanajuato, y por último en la cienega de Chapala en Jalisco (Tamayo 1974, Dickerman 1963).

El Rio Lerma nacía en los manantiales que se localizaban en las cercanías del poblado de Almoloya del Rio formando una gran ciénega cuyo extremo sur llegaba aun al poblado de San Pedro Techuchulco; esta ciénega era la más alta de las tres (la de Lerma y San Bartolo) que en escalones sucesivos descendían hacia el norte para encausar sus aguas hacia el Lerma, el cual cruza territorios de los Estados de México, Michoacán, Querétaro, Guanajuato y Jalisco. (Tamayo 1974).

La fauna de vertebrados de esta cuenca comprende alrededor de unas diez especies de peces (70% endémicos) ; 664 especies de vertebrados terrestres, de los cuales, las aves corresponden a unas 374 especies, todos ellos con requerimientos ecológicos muy diversos (Ceballos et al. 2006).

A lo largo de este río, su calidad de agua, se ha deteriorado a niveles alarmantes en las últimas décadas resultado del ingreso de aguas residuales industriales, agrícolas y urbanas no tratadas, así como por la presencia en el agua de metales, como el cromo y zinc, entre otros. Lo que ha producido procesos relevantes de eutrofización y contaminación que han ocasionado la desaparición de especies y la alteración de los ecosistemas acuáticos (Montes de Oca et al. 1996). Los problemas de los recursos hídricos de esta cuenca hidrológica, se pueden expresar en: una falta de disponibilidad de agua; deterioro del medio

ambiente; vulnerabilidad creciente ante fenómenos hidrometeorológicos; falta de regulación por parte gubernamental y de gestión interinstitucional; carencia de información, que generen el conocimiento y por ende, el entendimiento de la problemática (González-Acevedo y Lessmann 2010) .

El curso alto del Rio Lerma (CARL) se localiza en el Estado de México, comprende aproximadamente 50 km desde su inicio. En 1970 cubrían una extensión de 30,000 ha. y hoy en día, sus tres vasos, solo abarcan 3,023 ha (SPP 1981 y Landgrave y Moreno-Casasola 2012). Las tres ciénegas, o vasos, son: la del sur conocida como “Laguna de Almoloya o Chignahuapan” (actualmente con una superficie de 596 ha) que da origen al río Lerma, en los municipios de Almoloya del Río, Texcalyacac y Santa Cruz Atizapan; la del centro conocida como “Laguna de Lerma o Chimaliapan” (2,081 ha), en los municipios de Lerma, San Mateo Atenco, Santiago Tianguistenco, Ocoyoacac y Metepec; y el vaso norte también conocida como “Laguna de Atarasquillo o Chicnahuapan”(346 ha), en el municipio de Lerma y esta porción alta de la cuenca, terminana a 9 km aguas abajo en la presa José Antonio Alzate, en el estado de México (Tamayo 1974; Cotler et al. 2006 (Figura 2).

Es esta una región con una elevada actividad industrial; con importantes niveles de producción agrícola y un acelerado crecimiento urbano, lo cual ha resultado en una sobreexplotación del agua subterránea y la contaminación de sus cuerpos de agua superficiales por aguas residuales y afluentes agrícolas. Este problema es agravado por la enorme cantida de agua subterránea ($14 \text{ m}^3/\text{s}$) que es enviada a la Ciudad de México (INEGI 2009).

La sobreexplotación del acuífero alto del Rio Lerma ha causado la desaparición de humedales, manantiales y otros cuerpos de agua superficiales; así

como la disminución de los niveles del agua subterránea y de los flujos del río. Esta pérdida actual en la superficie y capacidad de almacenamiento original de las ciénegas, es alarmante, ya que se calcula que de no tomar acciones inmediatas, en menos de cinco años se estaría enfrentado una grave crisis ecológica (Cotler et al. 2006; Velzaco-Orozco 2008). Las zonas con un menor riesgo en el alto del Lerma y que requieren acciones de control y saneamiento son los acuíferos alrededor de la carretera de Toluca, los de Naucalpan y Villa Cuauhtémoc, la Laguna de Almoloya y la presa José Antonio Alzate (González-Acevedo y Lessmann 2010).

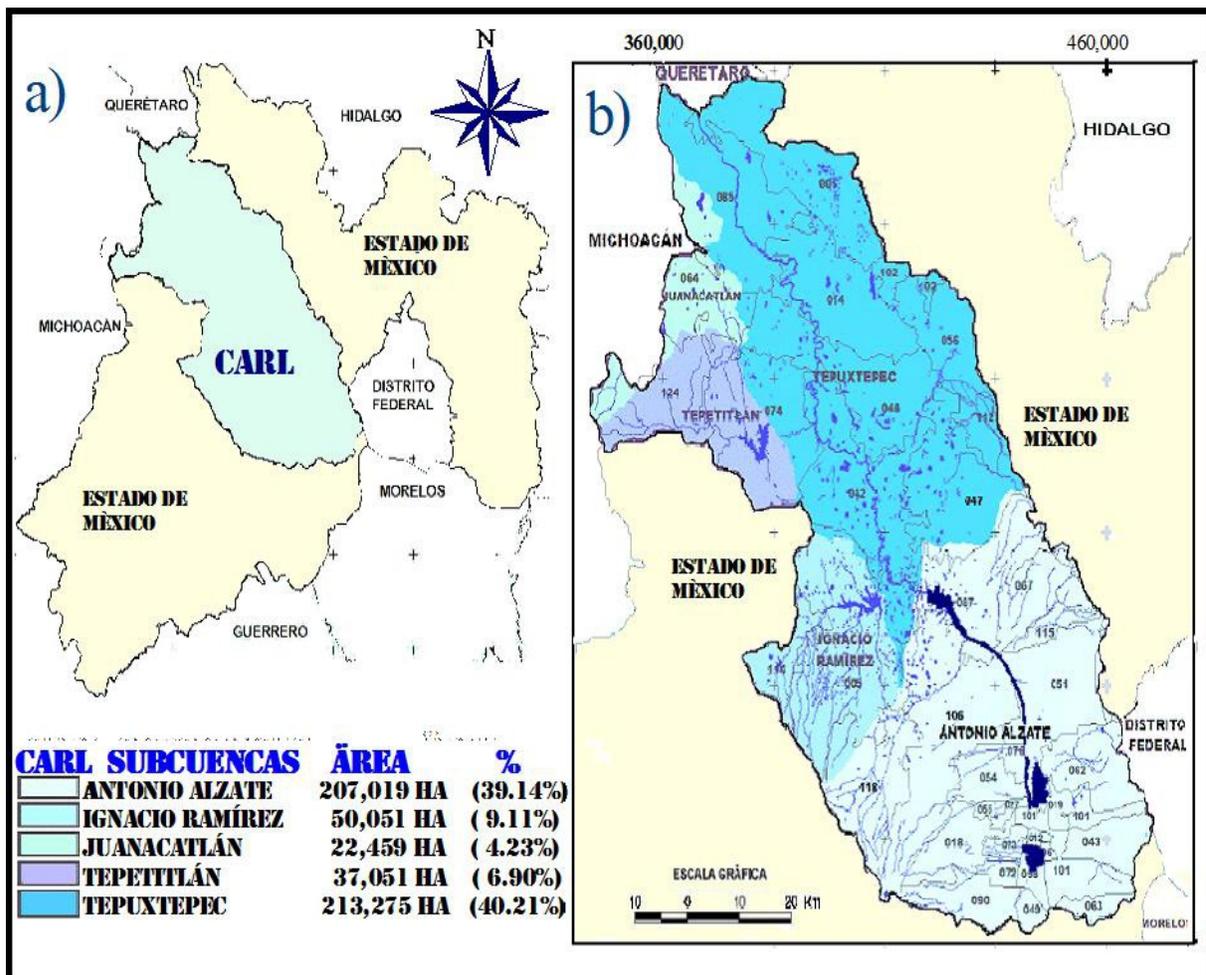


Figura 2. Cuenca del Alto Lerma (CARL) en el estado de México y sus subcuencas, incluyendo la de Antonio Alzate, modificado de INEGI 2010.

En la época prehispánica la laguna de Chiconahuapan era el lugar principal del nacimiento del gran río Chichuatenco (hoy Lerma), contaba con 74 fuentes o manantiales. Chicnahuapan, Chignahuapan o Chiconahuacan.- nombre náhuatl, que significa “nueve lagunas” o “laguna nueve veces extendidas” (Tamayo 1974). Hoy en día el municipio de Almoloya del Río no cuenta con las aguas que años atrás lo caracterizo, ya que el 23 de junio de 1950 por la noche desecaron la laguna de Chicnahuapan y el agua fue conducida hacia la ciudad de México. El 4 de septiembre de 1951, Miguel Alemán Valdez presidente de la república, inauguró las obras y envió al ejercito a resguardar pozos, bombas y acueductos (Gobierno Municipal 2011).

La explotación de los pozos contiguos a las lagunas, para traer agua al Distrito Federal, desde 1950, ha producido la parcial desecación de estas lagunas, la de Almoloya, que paso de tener 24.3 km² en 1970 a 7.8 km² en los ochentas y a 5.96 km² hoy en día (González-Acevedo y Lessmann 2010).

Con respecto a los aspectos de conservación natural, se reporta, el hecho de que en las tres lagunas, desde el 2005, se han presentado condiciones de concentración bioquímica de oxígeno por encima de los 120 mg/L (DBO5) y niveles de DQO superiores a 200 mg/L; indicativo de la presencia a lo largo del curso del Río Lerma, de descargas de producto industriales (González-Acevedo y Lessmann 2010). Estas condiciones de contaminación y deterioro a lo largo del curso del Lerma, han ocasionado la desaparición de varias especies de peces, otras han sido desplazadas y de las tres especies de peces endémicas: *Algansea barbata*, *Chirostoma charari* y *C. compressum*, es muy probable que ya estén extintas (Soto-Galera et al. 1998). Sin embargo, en los arroyos y brotes de agua más cercanos a la montaña, y excepcionalmente en algunas porciones principales

del Lerma, que tienen menor grado de actividad económica y mejores condiciones en la calidad del agua, se pueden encontrar algunas especies de peces más sensibles (Soto-Galera et al. 1998).

Estudios sobre la avifauna del estado de México

En total se tienen registrados alrededor de 140 estudios ornitológicos en el estado de México, de los cuales 50 abarcan estudios sobre aves acuáticas y de ribera (Gómez y Terán 1981; Carrillo 1989 y Rodríguez-Yañez et al. 1994). La mayoría de estos estudios ornitológicos son principalmente descriptivos y abarcan aspectos sobre patrones de distribución de aves.

De las investigaciones sobre aves acuáticas y de ribera en el estado, destacan los realizados por: Arellano y Rojas (1956) sobre la distribución de las aves acuáticas en distintas lagunas de México, y en las del Lerma. Entre 1957 y 1960, Phillips y Dickerman realizaron diversos estudios sobre la presencia de dos especies y subespecies de los gorriones del género, *Melospiza* spp., en distintas localidades a lo largo de la cuenca del Río Lerma-Santiago, siendo una de ellas, la laguna de Almoloya, en la cual menciona que existen seis subespecies de este gorrión (Phillips y Dickerman 1957 y Dickerman 1963). Dickerman (1965) discute la ubicación real de un especie de icterido considerado como extinto y endémico del Valle de México, *Quiscalus palustris*, diciendo que en realidad los únicos especímenes capturados de esta especie, corresponden a una localidad en el Valle de Toluca, Estado de México; así como registra la presencia en el estado, del rálido, *Rallus elegans tenuirostris* (Warner y Dickerman, 1959). Se tiene también el análisis sobre los patrones de distribución y endemismo de aves acuáticas en México (Ramírez-Bastida et al. 2008), en el cual se consideraron para el estado de México, las presas de Temascal y de Antonio Alzate, el lago de

Zumpango y de Guadalupe, sin embargo, no se considera a la avifauna de las ciénegas de las cuenca alta del Lerma.

Por encontrarse en esta zona diversos depósitos acuíferos a los cuales en otoño invierno, arriban numerosas poblaciones de aves acuáticas de interés cinegético, destacan los trabajos de Quiñones (1980) en el cual se describe el número de patos que se cazan por temporada cinegética y el referente al análisis de los parásitos de anseriformes del Lerma (Lozada 1985), el cual se complementa con el efectuado recientemente sobre helmintos parásitos en aves acuáticas del Lerma (Martínez-Haro et al. 2012).

También se tienen los informes sobre los censos aéreos de aves acuáticas que se realizaron por parte de norteamericanos entre 1986 y 1989, los cuales abarcaron la región del Lerma y la Laguna de Almoloya, en el Estado de México (SEMARNAT^a 2008).

Por otra parte en las ciénegas del Lerma, estado de México, durante el 2004 y 2005, se reporta para el pato, *Anas diazi*, una dieta vegetariana de plantas con semillas acuáticas de *Echinochloa holciformis*, *Polygonum lapathifolium* y *P. punctatum*, así como de tubérculos de *Sagittaria macrophylla*. El consumo de estos artículos alimentarios se relaciona con su calidad y disponibilidad (Colón-Quezada 2000).

Otros estudios abarcan investigaciones referentes a los agentes contaminantes en las aves, como el realizado por Montes de Oca y colaboradores (1996) los cuales analizaron el hígado de seis especies de patos y de la gallareta en estas ciénegas, registrando en estas aves, distintas concentraciones de cadmio, cromo, cobre y manganeso.

Como parte del proyecto de investigación sobre la fauna silvestre de la

Cuenca del Lerma-Santiago, desde 1986 a la fecha, del Laboratorio de Vertebrados, de la Facultad de Ciencias, UNAM, ha trabajado en el monitoreo de las aves terrestres y acuáticas, en los Municipios de San Mateo Texcalyacac y de Almoloya, produciendo diversos artículos, entre ellos: la riqueza, composición y uso de vertebrados en el área y por tipo de vegetación (Babb et al. 1986; Acosta 1989); así como se ha realizado la comparación de las aves en medios agrícolas de toda la Cuenca del Lerma, incluido, San Mateo Texcalyacac (Babb 1991).

Otros estudios en el área de estudio, han sido los realizados sobre la riqueza, composición y densidad de las passeriformes de hábitos insectívoras en el área boscosa de San Mateo Texcalyacac (López-Islas 1994); sobre la abundancia, uso del hábitat y de conducta de forrajeo, de dos parúlidos endémicos, *Ergaticus ruber* y *Basileuterus belli* (Reyes 2003) y el relacionado con los cambios estacionales por aves granívoras del bosque (Babb et al. 1996).

De 1988 1995, se efectuó el análisis comparativo entre las 52 especies de aves acuáticas y limícolas de la laguna de Almoloya, con otros depósitos lacustres del Lerma: la laguna de Yuriria en Guanajuato y la de Chapala, en Jalisco (Babb 1988 y Babb 2003). Hoy en día, en estas ciénegas, urge profundizar en el análisis sobre las variaciones anuales e inter anuales en la riqueza, ocurrencia, abundancias, y uso espacio temporal de las aves acuáticas, para asegurar un manejo adecuado del recurso avifaunístico y de estos ecosistemas lacustres, seriamente amenazados por muy distintas causas desde tiempo atrás.

OBJETIVOS

General

Contribuir al conocimiento de la avifauna acuática de la parte alta de la Cuenca del Río Lerma, comparando la composición, riqueza de especies, y abundancias, por mes y estación (otoño-invierno) y analizar los patrones de uso de la laguna por especie y por grupo de permanencia y funcional.

Particulares

Obtener y analizar la composición de las especies total, por familia y por grupo funcional de permanencia y trófico, durante otoño invierno.

Comparar la riqueza de aves acuáticas de este estudio con lo reportado en décadas pasadas en el área de la laguna.

Obtener y analizar las fluctuaciones en los patrones de abundancia tanto por especie, como por grupo funcional durante los meses correspondientes al otoño e invierno.

Describir las asociaciones de las especies, considerando el grupo de permanencia y funcional durante el otoño e invierno.

Analizar la importancia de la laguna de Almoloya, como sitio relevante para las aves acuáticas tanto residentes, como migratorias.



ÁREA DE ESTUDIO

La laguna de Almoloya, se ubica en el Estado de México, dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, en la subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac; se caracteriza por una gran extensión de suelos formados por depósitos y aluviales y forma parte del sistema de toposformas de vasos lacustres de pisos rocoso o cimentado (INEGI 2009^{a y b}). Esta laguna se ubica entre los paralelos 19° 05' y 19° 10' de latitud norte y los meridianos 99° 27' y 99° 33', su extensión abarca los municipios de San Mateo Texcalyacac, Santa Cruz Atizapán y de Almoloya del Río (Figura 3). Esta laguna, también llamada Chiconahuapan (nueve aguas en náhuatl), es la más alta de las que de las tres lagunas que conforman la parte inicial de la Cuenca del Lerma, conocida como las ciénegas del Alto Lerma, pertenecientes a la subcuenca Almoloya-Otzolotepec (Figuras 4 y 5). Alcanza entre los dos a tres metros de profundidad y es alimentada por manantiales que surgen al pie de la Sierra Volcánica, contando hoy en día con una superficie de 596 ha (CONANP 2006).

La litología del área está conformada por rocas ígneas extrusivas, basaltos, tobas y brechas volcánicas que datan del cuaternario. Los suelos lacustres y aluviales de andosoles y litorales. El tipo de clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, siendo el más seco de los subhúmedos: C(w)₂(w)b(i'); con temperaturas medias del mes más frío entre los -3° y 18°C, con precipitaciones medias anuales entre los 1000 a los 1500 mm (García 1974; SPP 1981).

En el área entre el 84% y el 55% del suelo se usa con fines agrícolas (maíz, frijol, haba, cebada, papa, trigo) cultivos de labranza mecanizada por tracción animal. Las zonas urbanas constituyen alrededor del 14 al 1.5% de la superficie

(Figura 6). La vegetación natural cubre un 32.06% de bosques templados de encino–pino y encinos (*Quercus* spp), con especies maderables como no maderables; pastizales (3.4%) y tulares (5.16%) (INEGI 2009^a).

A lo largo de las orillas de la laguna, existe una comunidad de tulares, cuya fisonomía está dada por monocotiledoneas de 1 a 3 m de altura, adheridos al fondo (hasta 3 m) de la laguna y a los canales de riego, compuesto por plantas herbáceas acuáticas emergentes robustas y perennes, como: de *Scirpus lacustris* - *Juncus effusus*, a *Typha* spp., y *Sparganium* spp; plantas que proporcionan cobijo a ranas y aves. Se presentan diversas gramíneas como: *Leersia hexandra* y *Panicum holciforme* y ciperáceas (*Eleocharis palustris*, *Carex densa*, y *Juncus scirpoides*). La planta “papa del agua” (*Sagittaria sagittifolia variabilis*) se considera en peligro de extinción (Rzedowski 1978; INEGI 2009^{a y b}).

Donde el fondo de la laguna es lodoso, se pueden encontrar diversas asociaciones de plantas acuáticas, como las de la espiga de agua o lila de agua (*Potamogeton* spp.) y en áreas de profundidades mayores se encuentra el bejuquillo o cola de zorro (*Ceratophyllum demersum*), planta que suele ser el lugar donde diversos peces se refugian o bien usan como área de crianza. Los frutos del bejuquillo, al igual que los de *Myriophyllum heterophyllum* y *M. Hippuroides*, suelen ser parte de la dieta de aves acuáticas (Arellano y Rojas 1956).

En cuanto a la presencia de vegetación acuática flotante resaltan especies como: *Nymphaea flavovirens* y *Limnanthemum humboldtianum*, como plantas arraigadas y a plantas no arraigadas, pequeñas como la lenteja de agua (*Lemna gibba*) y de mayor tamaño como, *Hydromistria laevigata* y *Limnobium stoloniferum* y al lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) con sus rizomas

sumergidos, a los cuales se asocian plantas emergidas, como lo son dos orquídeas (*Spiranthes graminea* y *Habenaria limosa*), una cariofilícea (*Arenaria bourgaei*) y plantas helófitas (*Aganippea bellidiflora*, *Bidens chrysanthemoides* y *Leersia hexandra*) (CONANP 2006).



Figura 3. Ubicación del área de estudio en el estado de México, municipios de San Mateo Texcalyacac y de Almoloya del Río, estado de México, tomado de INEGI (2009a y b).

Para los vertebrados terrestres, se reportan seis especies de anfibios, ocho de reptiles, 28 de mamíferos y 146 de aves acuáticas y terrestres, las que representan alrededor del 30% del total de aves registradas para el estado. Esta diversidad faunística está conformada tanto de especies de amplia distribución, como por un elevado porcentaje de especies neárticas y pocas neotropicales

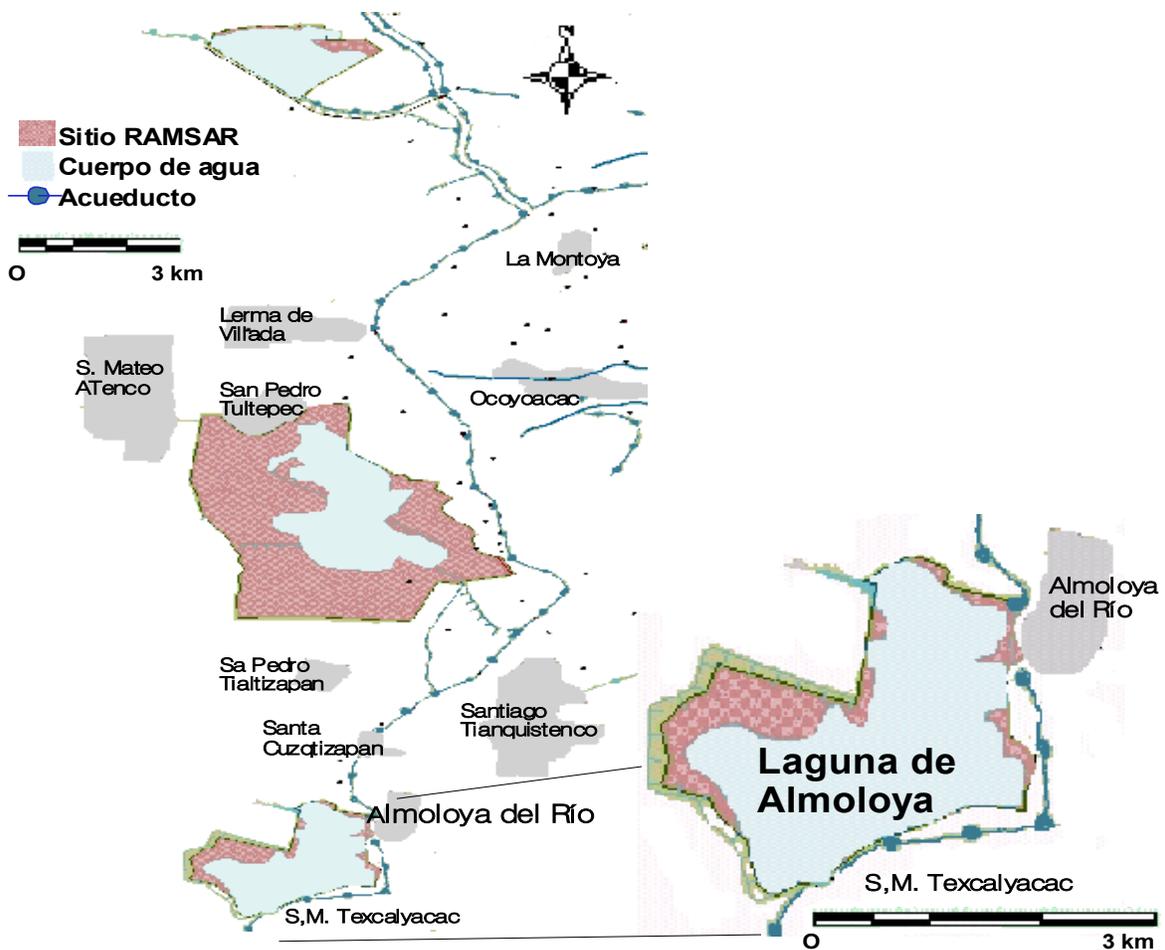


Figura 4. Las ciénegas del Alto Lerma, principales poblados, sitios RAMSAR y la Laguna de Almoloya, estado de México.

En esta laguna también se reporta la presencia de cuatro especies de moluscos acuáticos: *Lymnaea stagnalis*, *Stagnicola elodes*, *Physella cubensis* y *Physa acuta*, los cuales suelen ser parasitados con 11 especies distintas de tremátodos (Barragán-Sáenz et al. 2007).

Varias especies de vertebrados endémicos presentes, se encuentran seriamente amenazados, tal es el caso del ajolote endémico del Lerma: *Ambystoma lermaense* y del parúlido (*Geothlypis speciosa*). Así como se encuentran algunas especies consideradas nocivas al ser humano o a las actividades agrícolas, como: *Crotalus* spp., *Rattus rattus*, *R. norvegicus* y varias

especies de aves que consumen granos cultivados como los “tordos” (*Molothrus aeneus*, *M. ater*, *X. xanthocephalus* y *Agelaius phoeniceus*) (Babb et al. 1989).



Figura 5. Laguna de Almoloya, en Almoloya del Río, estado de México, 2008.



Figura 6. Fotografía aérea en el 2010 de la Laguna de Almoloya, Estado de México.

METODO

El presente estudio se llevó a cabo a partir del mes de octubre de 2010 a marzo de 2011 a lo largo de un transecto de 4 Km sobre los márgenes de la laguna de Almoloya. En dicho transecto se fijaron entre 10 (octubre) a 16 (el resto de los meses muestreados) puntos fijos de conteo, con una separación de 250 m. entre ellos, para mantener una distancia estadísticamente independiente entre punto y punto (Bibby et al. 2000). En cada sitio de muestreo se registraron y contaron las aves acuáticas por 20 minutos, por medio de avistamientos visuales según el procedimiento sugerido por EPA (2002). Para mantener uniforme los tiempos de conteo, estos se realizaron de manera constante durante el día de las 6 a las 13 horas, y por la tarde de 16 horas hasta el anochecer.

Las observaciones se efectuaron con prismáticos marca Bushnell de 10 x 50 mm y la identificación de las especies se hizo con apoyo de las guías de identificación de aves (Robbin 1983; Howell y Webb 1995; Perlo 2006). En cada observación se anotaba, la hora, la especie, el número de individuos, su actividad y de ser posible, se anotaba el sexo. Para cada punto de conteo, se anotaba su ubicación geográfica (con ayuda de un GPS, marca Garmín, Rhino); el tipo de suelo (lodoso, arena, limo) porcentaje de área cubierta por vegetación (monocotiledóneas, cultivos, árboles de más de 5 m y menores de 5m, otros y profundidad y calidad del agua a simple vista (limpia, turbia: con materia orgánica, con lodo o sedimentos o descarga de aguas residuales); presencia de cercas y actividad humana, siguiendo a Boettcher y Haig (1995) .

Con la información obtenida de los censos, se analizó a la avifauna acuática, por su composición taxonómica; su riqueza de especies total, por mes,

por estación climática (otoño e invierno) y por punto de conteo. Se comparó la riqueza de especies registrada en este trabajo con lo registrado en años anteriores para la laguna (Babb et al. 1989; Babb 2003). Se efectuó un análisis sobre el grado de especialización de las especies en su uso espacio temporal de la laguna.

El arreglo taxonómico de las especies se siguió de acuerdo a la American Ornithologist's Union (AOU 1998) y sus suplementos (Chesser et al. 2013).

Con la información recabada las especies se agruparon por:

I. Grado de Permanencia: En este rubro, se agruparon a las especies basándose tanto en lo reportado en la literatura para aves del país, del Estado de México y de la laguna (Howell y Webb 1995; Babb 2003) clasificándose a las especies en las siguientes categorías:

A. RESIDENTES. Aquellas especies que están presentes en todo el año y que se reproducen en México.

B. PARCIALMENTE MIGRATORIAS: Son especies residentes, que reciben un aporte de individuos de poblaciones más norteñas, que migran hacia el sur.

C. MIGRATORIOS. Se incluyen a las especies migratorias de grandes distancias, tanto a los migratorios visitantes de invierno, como a las especies migratorias de paso y casuales.

II. Por grupo funcional. Con la finalidad de ir obteniendo una caracterización de la estructura trófica de la comunidad en otoño e invierno, se separaron a las especies, siguiendo los criterios propuestos por Weller (1999) y Babb (2003) los que consideran dos aspectos: 1). la forma en donde y cómo buscan su alimento y 2) por su tipo de dieta, de tal forma que se registran los siguientes grupos funcionales: **GFB** = granívoro flotador buceador; **HFB** = herbívoro flotador buceador; **HSS** = herbívoro sondeador somero; **ISS** = invertebrados sondeador

somero; **OBA** = omnívoro buscador aéreo; **OBS** = omnívoro buceador somero; **OFB** = omnívoro flotador-buceador; **PAA** = piscívoro acechador aéreo; **PBA**= piscívoro buscador aéreo; **PSS** = piscívoro sondeador somero; **PZA**= piscívoro zancudo; **ZSS** = buceador sondeador somero y **ZFB** = fondeador buceador

III. Ocurrencia. Por especie, se obtuvo la ocurrencia, medida esta, como el número de veces que se registra una especie, por conteo, total, por mes y por estación climática (Barragán-Severo et al. 2002). Se consideraron las siguientes categorías: III.1). registrada en menos del 10% de las veces; III.2). del 10 al 25%; III.3). del 26 al 50%; III.4). del 51 al 70% y III.5). 71 al 100% de las veces.

IV. Abundancia. Se presentan los datos de los individuos contados por especie, totales, por punto de conteo, mes, por estación, así como por grupo funcional. Se utilizan las proporciones de individuos por especie y familia de ave; así como los valores de abundancia promedio, total, por mes y punto de conteo. Se consideró analizar por mes aquellas especies cuyas ocurrencias fueran menores al 30% del total de conteos y con abundancias menores al 2.5% del total de individuos, considerándolas como muy raras y poco abundantes (EPA 2002).

Análisis de datos

Para estimar el número de especies que se esperaría a diferentes tamaños muestrales, se aplicó la prueba de Chao2, utilizando el programa EstimateS (Colwell 2006). Con los datos sobre las abundancias y riqueza, totales, promedio, por época, por punto de conteo y mes, se analizaron para ver si estos presentaban una distribución normal (Brower et al. 1997) y en casi todos los datos no fue así; por lo que para su comparación, se decidió usar la prueba no paramétrica de análisis de rangos de Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia (α) de 0.05 (Zar 1999). También se aplicó, el coeficiente de correlación (Cr) y de Spearman

(r_s) para detectar asociaciones positivas o negativas, entre las abundancias de cada una de las especies y su ocurrencia; así como entre las abundancias de una especie, con el resto y entre grupos funcionales (Zar 1999).

Con las abundancias de cada especie se obtuvo la diversidad por mes, mediante el Índice de diversidad de Shannon-Weaver ($-\sum p_i \log p_i$) y del inverso de Simpson ($1/S=1/p_i^2$); también se calculó el valor de equitabilidad ($e^{H/S}$) (Brower et al. 1997). Para ir conociendo el grado de especialización en el uso espacio temporal de cada especie, con sus abundancias por punto de conteo por especie, se calculó el Índice $(1-1/S)/n-1$; donde $1/S$ es el inverso de la diversidad de Simpson y n , el número de puntos de conteo. Mediante este índice se obtienen valores de 0 (especialista) a 1 (generalista) (Brower et al. 1997).

Con la finalidad de conocer la forma en que las especies registradas hacen uso de la laguna, a lo largo del tiempo estudiado (espacio-temporal), con las abundancias se obtuvo el índice de similitud de distancia euclidiana entre meses y puntos de conteo, para posteriormente obtener los dendrogramas correspondientes, por medio del agrupamiento no ponderado de la media (UPGMA): Para poder visualizar las disimilitudes en los patrones de uso espacio temporal de las aves, se realizó el análisis de escala multidimensional (MSD) con la matriz de similitud entre especies, estandarizada (con el método de Kruskal) y con regresión montónica (Magurran 2004), para todo lo anterior, se utilizó el programa de NTSYS, ver 2.1. En la comparación de los datos obtenidos con los reportados para la laguna en años anteriores, se efectuó un análisis de similitud cualitativo (Índice de Jaccard) y con la matriz obtenida se obtuvo el dendrograma correspondiente por el método de agrupación aritmética no ponderada (UPGMA).

RESULTADOS

Riqueza de especies

De octubre 2010 a marzo 2011 se registraron un total de 34 especies incluídas en nueve familias de cuatro órdenes distintos, representando el 80% de las familias y el 65.38% del total de especies de las aves acuáticas registradas en la laguna de Almoloya. Únicamente se tiene presencia durante el invierno de una especie migratoria no reportada en años anteriores, el pato chalcuán (*Anas americana*) (Apéndice I). El 26.% de las especies son anátidos y el 20.5% escolopacidos (Figura 7). En otoño, la riqueza de especies fue de 28 y de 34 en invierno, que es cuando la proporción de especies de anátidos y de rálidos se incrementa (Figura 8). Existe una relación directa y significativa entre el total de especies con el de anátidos (Coef.Spearman $r_s= 0.505$, a P 0,05) (Figura 9).El número de puntos y conteos usados, permitió obtener un muestreo significativo de acuerdo al Estimador Chao 2 (Figura 10).

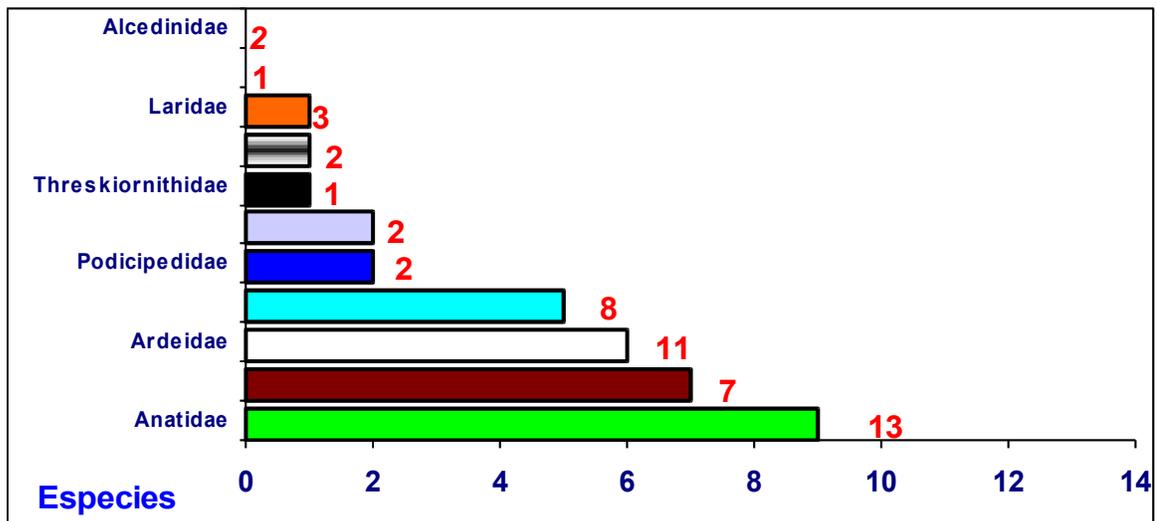


Figura 7. Comparación entre las especies por familia, registradas en este estudio (barras), con el número de especies total (números en rojo) por familia registrado en todos los años muestreados en la Laguna de Almoloya.

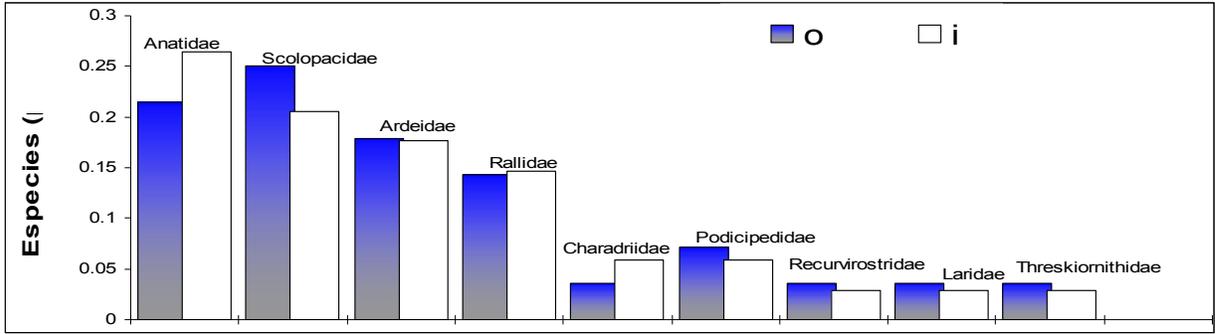


Figura 8. Proporción de especies por familia con respecto al total de especies registradas durante el otoño e invierno, 2010-2011 en la Laguna de Almoloya, Edo de México.

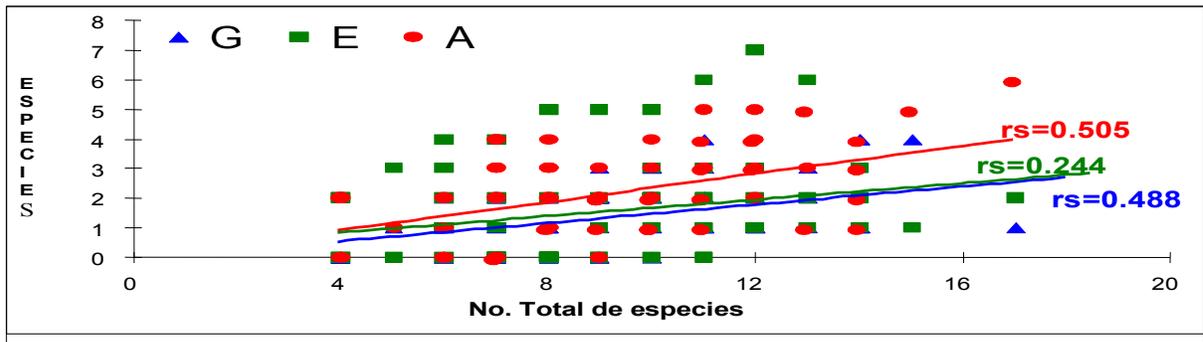


Figura 9. Correlación entre el número total de especies por punto de conteo y la riqueza por familia: G =garzas (Ardeidae); E= escolopácidos (Scolopacidae) y A= patos (Anatidae); rs= correlación de Spearman (n=62).

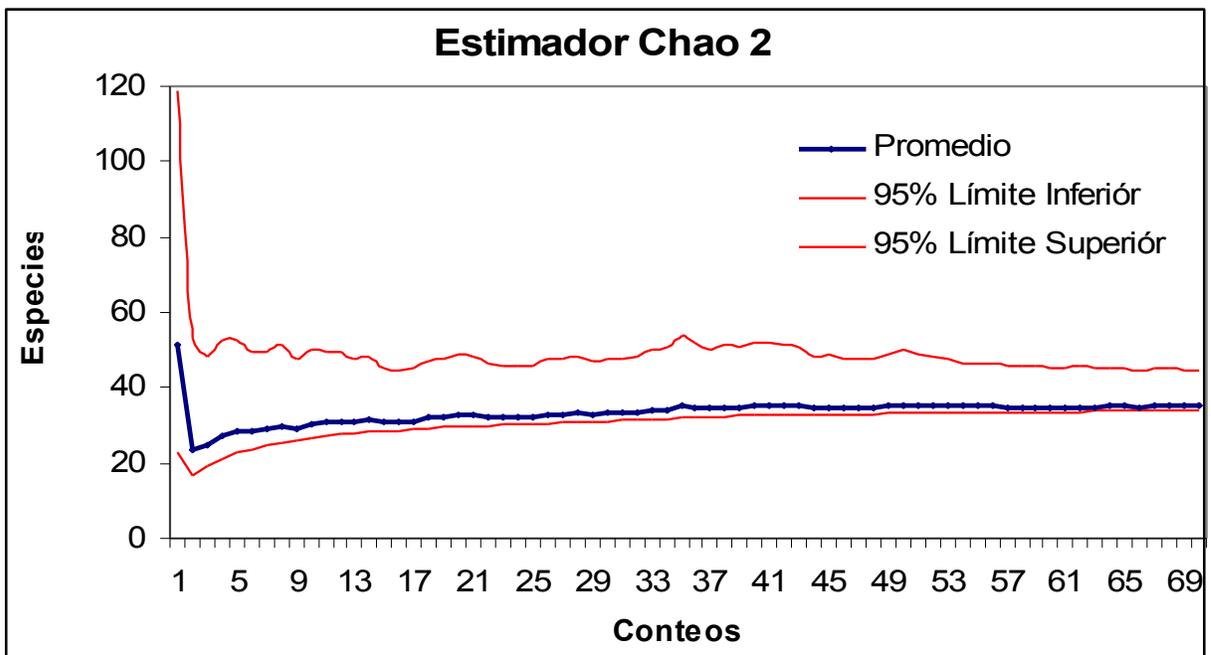


Figura 10. Estimación de la riqueza de especies por conteo utilizando el Estimador Chao y límites de confianza.

La riqueza total por mes, varía, siendo diciembre (27 especies) y marzo (30 especies), cuando la riqueza representa entre el 79.4 y el 88 % del total respectivamente y en octubre es cuando se tiene el menor número de especies (20). Sin embargo, por punto de conteo, los meses de febrero y marzo, registran el promedio más elevado de especies (11 especies/ punto) y noviembre con el menor (7.7 especies/ punto).

Por permanencia resulta que el 35% de las especies son migratorias de grandes distancias; 11% son de paso y el 43% son residentes pero que reciben un aporte relevante de individuos migratorios. Solo una especie de diez anátidos registrados, es residente. De las insectívoras sondeadoras someras, cinco especies de once son migratorias (Figura 11 a y b). Del total de especies, tres se encuentran en la norma oficial de especies en riesgo: *Rallus elegans*, *Rallus limicola* y *Charadrius alexandrinus*.

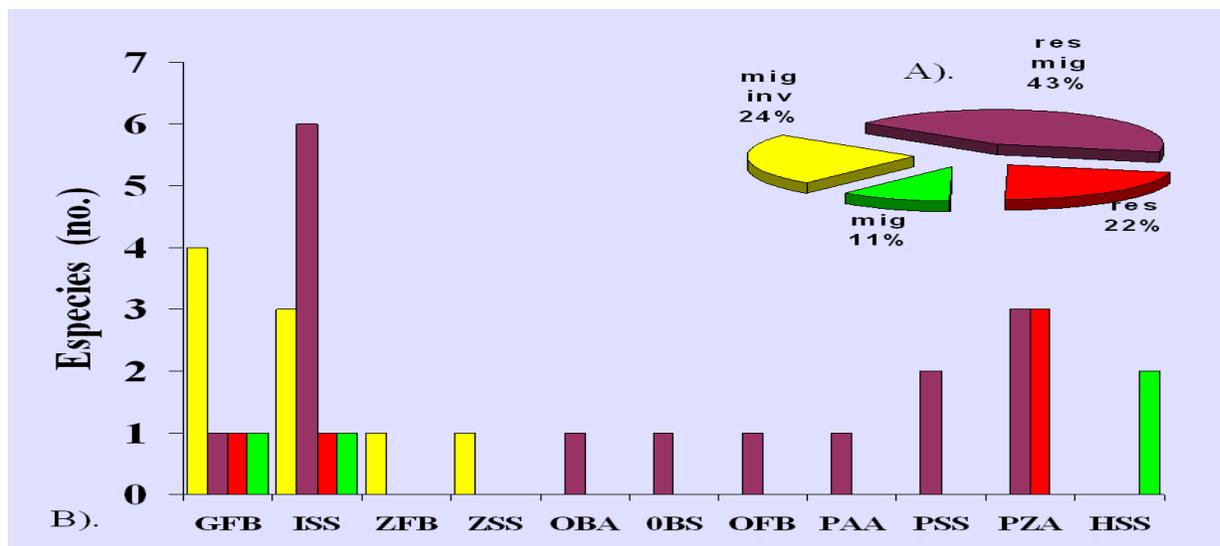


Figura 11. A).- Porcentaje total de especies por permanencia residentes (res); residentes con aporte de individuos migratorios (res mig);migratorias de invierno (mig inv) y de paso (mig). B).- Número de especies por grado de permanencia y grupo funcional(PPS piscívoro sondeador somero; HSS herbívoro sondeador somero; ISS inver-tebrados sondeador somero; PZA piscívoro zancudo; PBA piscívoro buscador aéreo; GFB granívoro flotador-buceador; HFB herbívoro flotador-buceador; OFB omnívoro flotador-buceador; OBA omnívoro buscador aéreo; PAA piscívoro acechador aéreo).

Ocurrencia y Abundancia

Resalta que en el otoño, el 62% de las especies tienen ocurrencias menores al 25% de los conteos, a diferencia del invierno donde el 38.% de las especies ocurren entre el 26 al 50% de los conteos (Cuadro 2). Las especies con ocurrencias mayores al 75% fueron: *Fulica americana*, *Gallinula chloropus*, *Bubulcus ibis*, *Plegadis chihi* y *Podilymbus nigricollis*.

Cuadro 2. Total de especies y por estación, número de conteos y frecuencia de ocurrencia.

Parámetro	Total	Otoño	Invierno
Total de especies	34	28	34
Total de conteos	88	40	48
Ocurrencia	% Esp.	%. Esp	% Esp
-10.00%	29.41	26.67	38.71
10 al 25%	32.35	36.67	16.13
26 al 50%	26.47	23.33	32.26
51 al 70%	5.88	10.00	9.68
71 al 100%	5.88	3.33	3.23

De octubre a marzo, se registraron un total de 22,038 individuos de aves acuáticas; siendo octubre el mes que presenta la menor abundancia (5.64%) y febrero la mayor (34% del total de individuos). En todos los meses hubo fluctuaciones en la abundancia por punto de conteo (53 a 1,400 individuos) (Figura 12). A lo largo del estudio, destaca la dominancia numérica de *Fulica americana*, cuyos individuos representan el 33.64% del total, seguida de cinco especies, con abundancias entre el 10% y el 6% del total de individuos, siendo estas: *Bubulcus ibis*, *Gallinula chloropus*, *Anas acuta*, *Limnodromus scolopaeus* y *Anas discors* (Figura 13a).

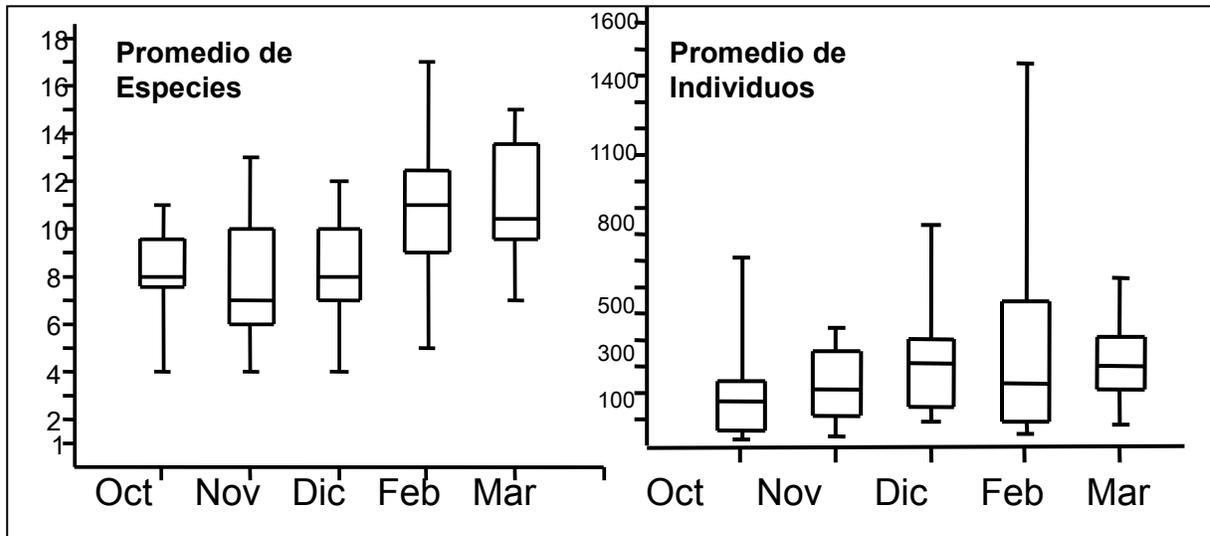


Figura 12. Diagrama de caja del promedio de especies e individuos por mes y sus desviaciones.

La abundancia total por especie y su ocurrencia, registran una relación directa y significativa ($R^2= 0.5516$, $n=34$); por lo que al dividir los individuos entre la frecuencia, resulta que es *Fulica americana*, la especie más abundante y frecuente, seguida por *Podilymbus nigricollis* (Figuras 13 a, b y c). Es en marzo cuando el 33% de las especies presentes en la laguna corresponden a 14 especies muy raras y escasas (Figura 16 A).

Las especies y sus abundancias varían entre puntos y meses de manera significativa (Kruskal-Wallis corregida, $H_c= 34.97$, $P 0.05$) (Figura 14). *Fulica americana* registra diferencias significativas entre sus abundancias por punto de conteo, por mes ($H_c= 34.97$, $P0.05$) (Figura 15) y su contribución en individuos por punto de conteo, por mes y total, esta directamente relacionada con las abundancias de todas las otras especies ($Cr= 0.675$, $n= 70$); en particular con todo el grupo de las garzas ($Cr= 0.574$) y con *Bubulcus ibis* ($Cr=0.578m$ $n=70$). Por el contrario, las abundancias de la gallareta, con las de anátidos, las de *Gallinula chloropus* y *Porzana carolina*, tienden a se opuestas.

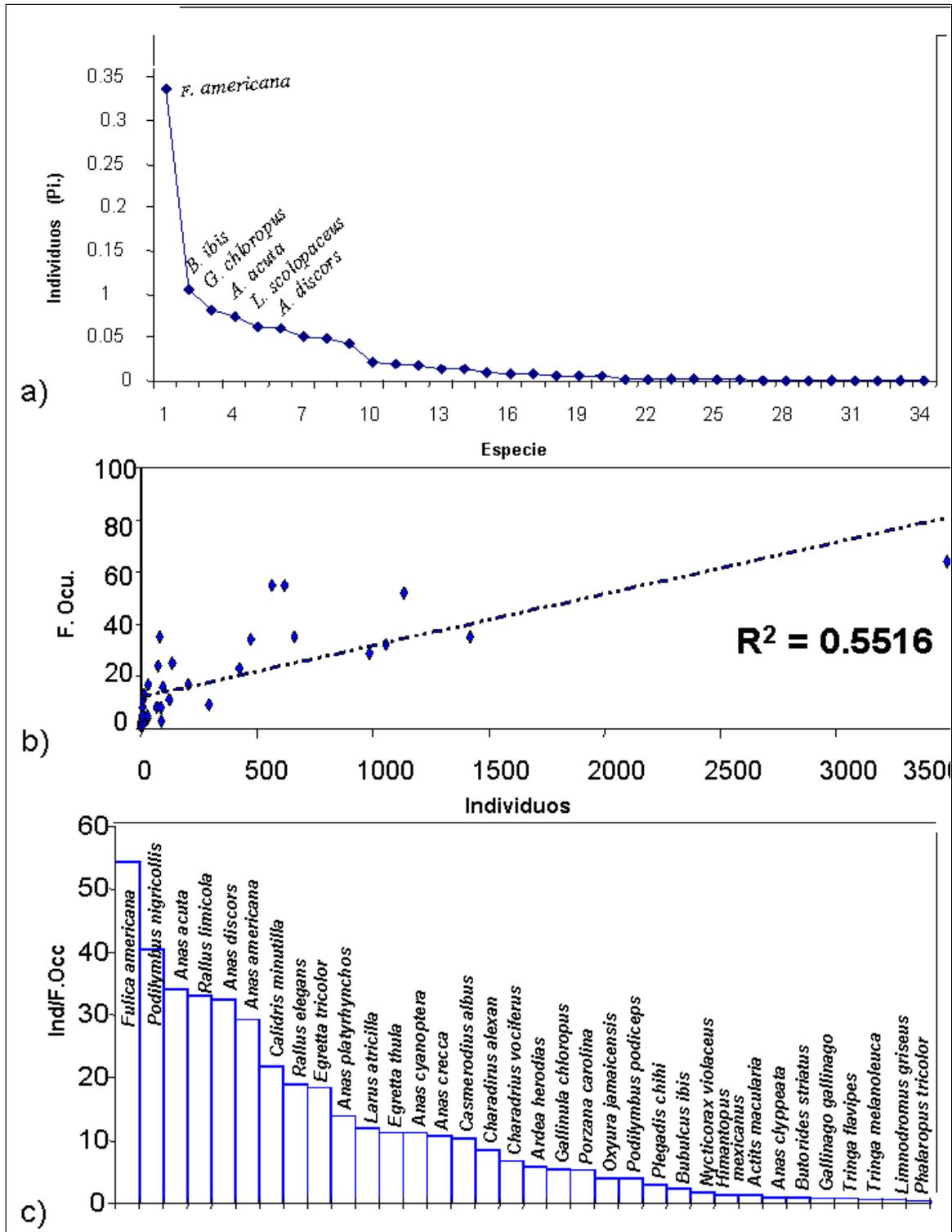


Figura 13). Abundancia y ocurrencia. A).-Curva de abundancia por especie. B).-Relación entre los individuos totales y la frecuencia de ocurrencia (F.Occ.) por especie; c). Dominancia por especie, en relación al número de individuos totales entre su ocurrencia (Ind/F.occ.).

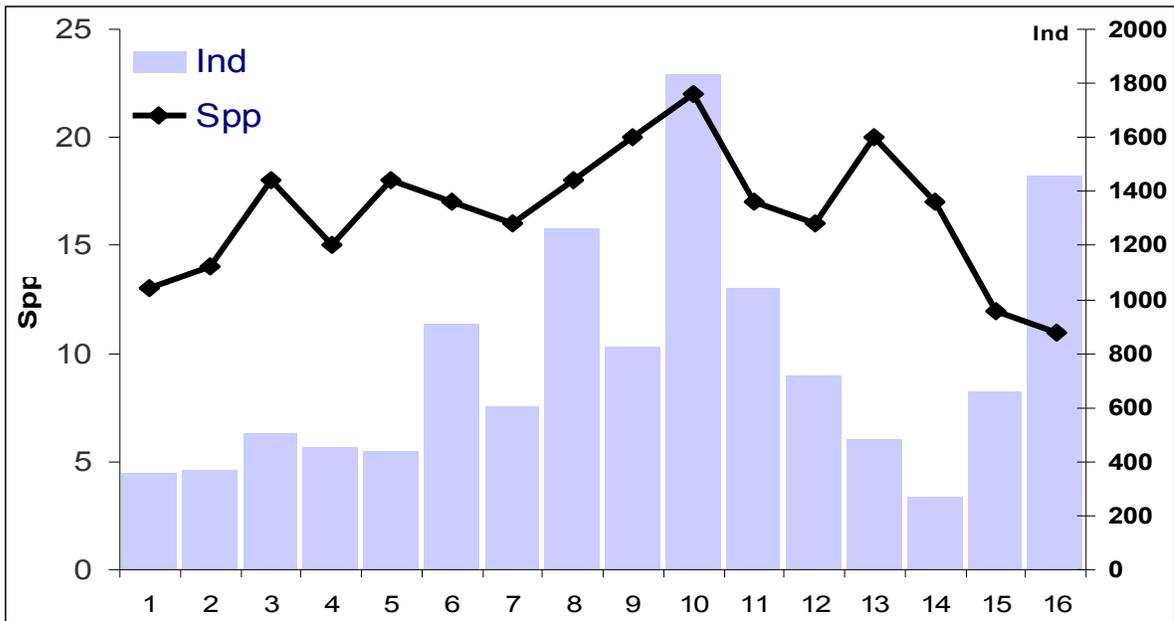


Figura 14. Número de especies e individuos totales por punto de conteo.

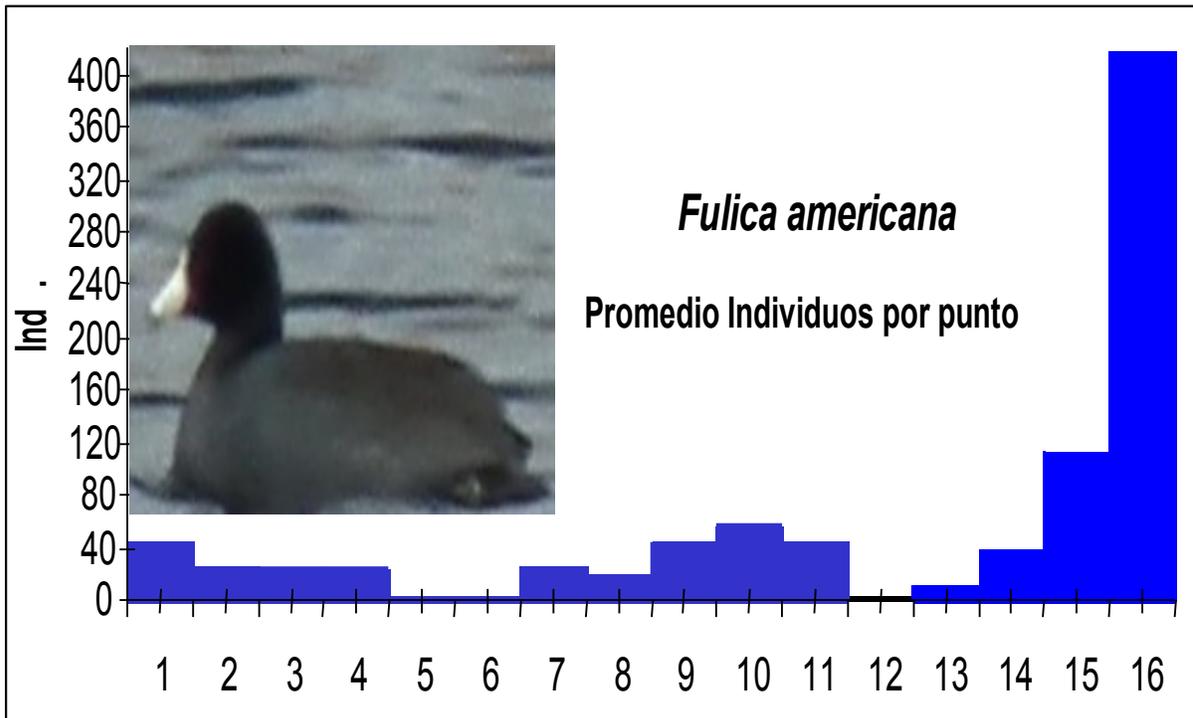


Figura 15. Promedio total de individuos por punto de conteo de la gallareta (*Fulica americana*) en la laguna de Almoloya, Estado de México..

Diversidad y equitabilidad

En diciembre el 80% de las especies registradas están presentes, sin embargo, es en este mes cuando la diversidad es más baja (1.96) y en el resto de los meses la diversidad es por arriba de 2.0. Durante noviembre se obtuvo el valor más alto de equitabilidad (0.4164). (Figura 16 B). Existen diferencias significativas en los valores de diversidad por mes (Prueba de varianza, $\alpha = 0,05$).

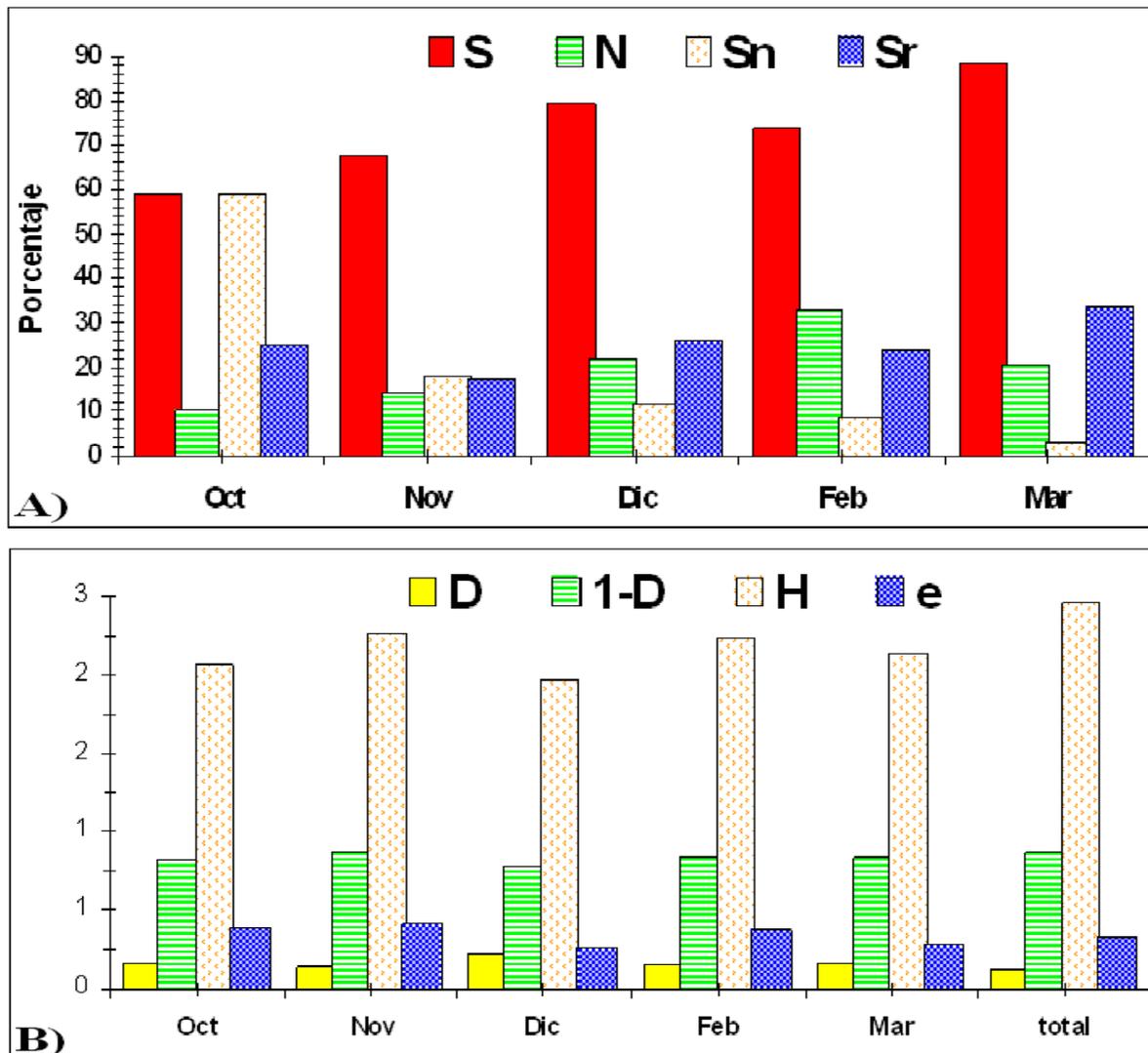


Figura 16. A).-Porcentaje de especies (S), individuos (N), especies nuevas (Sn) y de especies muy raras y escasas (Sr) por mes, con respecto al total. B): Índices de dominancia (D); de Simpson (1-D); de diversidad de Shannon-Weaver (H) y equitabilidad $e^{H/S}$ (e) por mes y total

Amplitud espacio-temporal

La evaluación de la amplitud en el uso espacio temporal por especie, destaca que en general, la comunidad de aves durante otoño e invierno tiene un uso restringido de la laguna (amplitud promedio 0.1959), en donde el 55% de las especies presentan amplitudes menores de 0.2 (tienden a ser especialistas) y el resto corresponde a especies con amplitudes mayores a 0.2. Son seis especies, que registran valores de amplitud mayores de 0.4, siendo *Plegadis chihi* la que mayor amplitud espacio-temporal registró (0.57) (Figura 17).

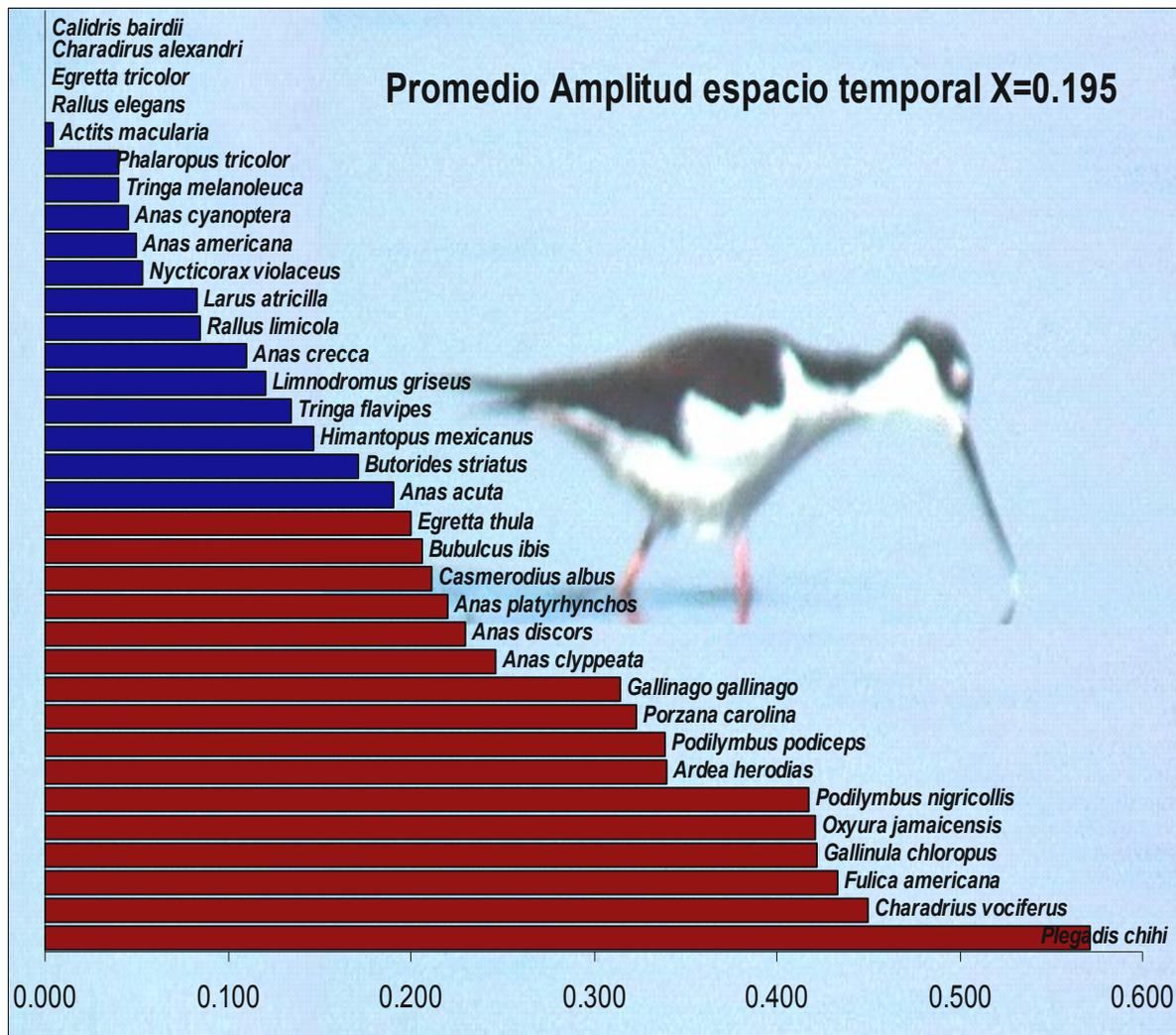


Figura 17. Valor de amplitud espacio temporal por especie, en rojo valores por arriba del promedio 0.195 y en azul por debajo del promedio.

Grupos funcionales

Se tienen 10 grupos funcionales, cuya riqueza y abundancia varía entre meses y estaciones. Los insectívoros sondeadores someros (ISS) es el más diverso (11 especies), pero con pocos individuos (174), pero que en diciembre y febrero representan un poco más del 40% de las especies presentes. La única especie omnívora flotadora-buceadora, *Fulica americana*, registra variaciones en sus abundancias por mes y es febrero cuando se registra el 36% del total de su población (Cuadro 3 y Figura 18). No se encontraron diferencias en la riqueza de especies por grupo trófico por mes; pero sí al analizar las abundancias totales entre los 10 grupos tróficos y mes (Prueba Kruskal-Wallis $H_c = 36.79$, $P < 0.05$) y entre los individuos de cada especie por grupo trófico y mes (Prueba de Kruskal-Wallis corregida ($H_c = 36.82$, $P < 0.05$)).

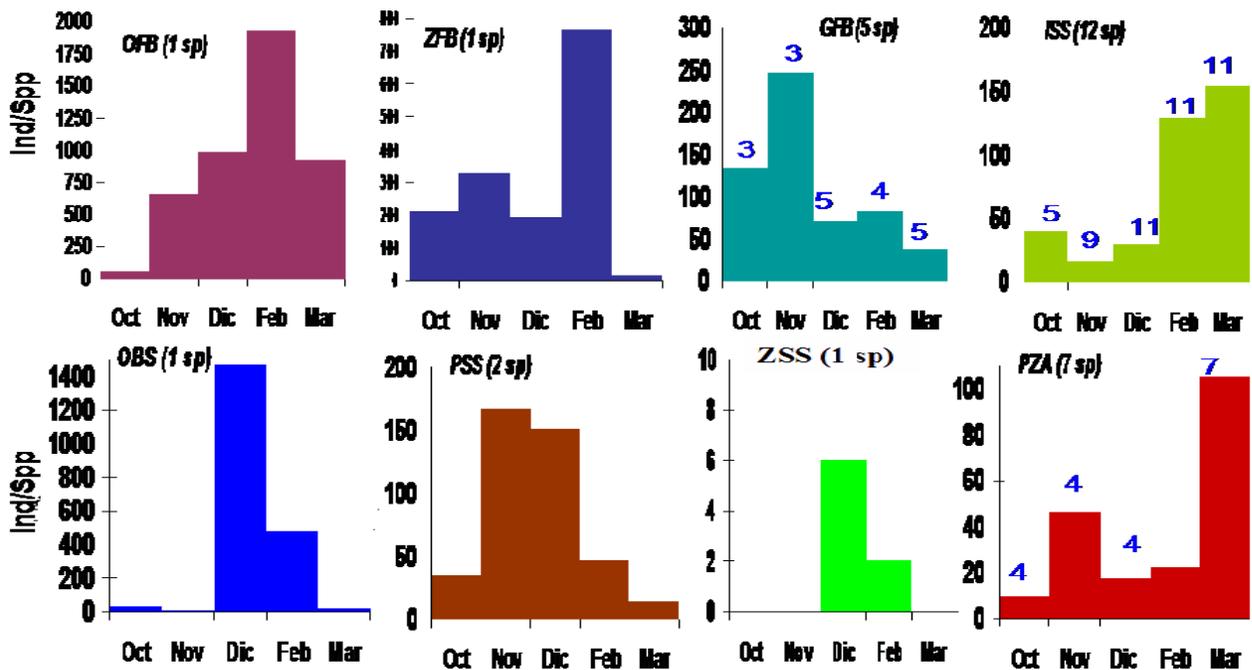


Figura 18. Relación entre el número de individuos/especies y mes, por grupo trófico. Número de especies (en azul). **OFB**= omnívoro flotador-buceador; **ZFB**=fondeador buceador; **GFB**= granívoro flotador-buceador; **ISS**= invertebrados sondeador somero; **OBS**=omnívoro buceador somero; **PSS**= piscívoro sondeador somero; **ZSS**= buceador sondeador somero y **PZA**= piscívoro zancudo.

Cuadro 3. Promedio de individuos por especies (mes y total) y grupo funcional (GF). Amplitud en el uso espacio temporal y (**X**) =Promedio por grupo funcional. **GFB**= granívoro flotador-buceador; **HFB**= herbívoro flotador-buceador; **HSS**= herbívoro sondeador somero; **ISS**= invertebrados sondeador somero; **OBA**= omnívoro buscador aéreo; **OBS**=omnívoro buceador somero; **OFB**= omnívoro flotador-buceador; ;**PSS**= piscívoro sondeador somero; **PZA**= piscívoro zancudo; **ZSS**= buceador sondeador somero y **ZFB**=fondeador buceador.

GF	Especie	Oct	Nov	Dic	Feb	Mar	Total	Amplitud
HFB	<i>Anas acuta</i>	38.40	24.64	17.14	7.31	0.31	61.69	0.19
GFB	<i>Anas americana</i>				5.50		5.50	0.05
GFB	<i>Anas crecca</i>			0.43	7.31	1.13	7.69	0.11
GFB	<i>Anas cyanoptera</i>	2.00		4.71		0.94	5.38	0.05
GFB	<i>Anas discors</i>	1.30	25.57	1.43	5.63	9.63	29.50	0.23
GFB	<i>Anas platyrhynchos</i>		2.50	18.36		2.50	18.25	0.22
GFB	Total	3.3	28.07	24.93	18.44	14.2	66.32	X 0.14
HSS	<i>Rallus elegans</i>	0.40					0.25	0.00
HSS	<i>Rallus limicola</i>	0.10	0.71	0.21		0.13	0.31	0.085
HSS	Total	0.5	0.071	0.2143	0	0.12	0.56	X 0.04
ISS	<i>Actitis macularius</i>			0.71	4.19	1.38	4.25	0.004
ISS	<i>Calidris bairdii</i>		1.79	0.14		0.31	1.69	0.00
ISS	<i>Charadrius alexandrinus</i>				0.63		0.06	0.00
ISS	<i>Charadrius vociferus</i>	0.80	1.36	1.36	2.00	3.44	4.88	0.459
ISS	<i>Gallinago gallinago</i>		0.43	0.93	0.63	0.69	1.81	0.315
ISS	<i>Gallinula chloropus</i>	8.70	2.36	5.86	26.69	45.13	35.38	0.421
ISS	<i>Himantopus mexicanus</i>		0.36	2.57	3.31	2.31	5.88	0.146
ISS	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	0.20	1.36	1.14	24.19	36.75	26.50	0.120
ISS	<i>Plegadis Chi</i>	9.80	14.29	1.36	14.94	14.25	38.69	0.571
ISS	<i>Porzana carolina</i>	0.60	2.50	0.50	1.50	0.88	4.50	0.323
ISS	<i>Tringa flavipes</i>		0.36	0.50	11.94	1.63	12.69	0.135
ISS	<i>Tringa melanoleuca</i>			0.21	0.63	0.63	0.25	0.040
ISS	Totales	20.1	24.78	23.64	89.5	106.25	127.56	X 0.211
OBA	<i>Leucophaeus atricilla</i>	2.50	0.71			0.38	1.63	0.083
OBS	<i>Oxyura jamaicensis</i>	3.20	2.86	14.64	3.13	1.38	66.00	0.421
OFB	<i>Fulica americana</i>	55.00	46.57	7.43	12.56	57.44	217.38	0.433
PSS	<i>Podiceps nigricollis</i>	6.10	2.14	2.50	2.63	0.81	41.44	0.418
PSS	<i>Podilymbus podiceps</i>	0.80	3.71	1.71	3.69	1.63	8.38	0.339
PSS	Totales	6.9	23.85	21.57	5.75	1.87	40.25	X 0.378
PZA	<i>Ardea herodias</i>		0.29	0.21	0.56	0.31	1.00	0.34
PZA	<i>Bubulcus ibis</i>	29.00	12.36	4.57	56.00	43.63	70.94	0.206
PZA	<i>Butorides virescens</i>	0.50				0.31	0.31	0.171
PZA	<i>Ardea alba</i>	0.20	0.36	0.71	0.13	0.50	0.63	0.211
PZA	<i>Egretta thula</i>	0.30	0.21	0.14		1.00	0.50	0.200
PZA	<i>Egretta tricolor</i>				0.63	0.63	0.13	0.00
PZA	<i>Nyctanassa violacea</i>					0.75	0.75	0.053
PZA	Totales	30	13.21	5	56.75	46	90.31	0.168
ZFB	<i>Anas clypeata</i>	21.20	23.36	13.93	47.94	6.56	88.75	X 0.246
ZSS	<i>Phalaropus tricolor</i>			0.43	0.13		0.50	0.04
	Especies	20	23	27	25	30	34	X 0.195
	Promedio Individuos	181.1	170.79	103.86	243.7	237.3	763.4	

Similitud y Comparación entre años

La similitud cuantitativa entre las abundancias por especie y mes, nos indica que febrero y marzo del 2011, constituyen un grupo aparte, de los meses correspondientes al otoño del 2010, en los que cada una de las especies hacen un uso muy diverso a lo largo de la laguna (Figuras 19 y 20).

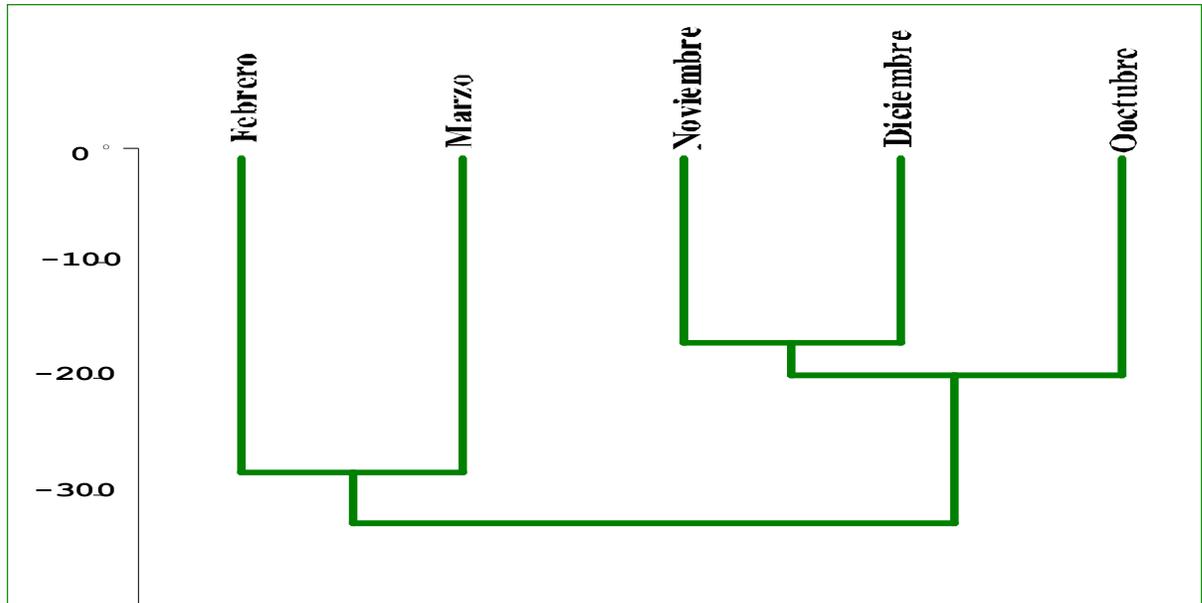


Figura 19.-Dendrograma de similitud por distancia Euclidea entre las abundancias por especie y mes muestreado en la Laguna de Almoloya.

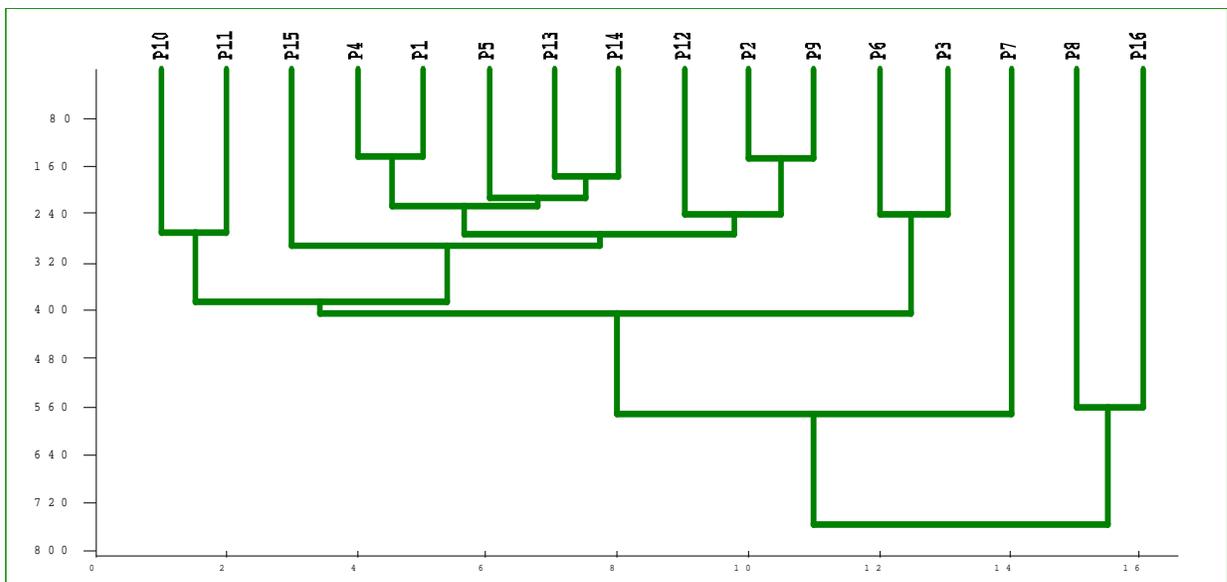


Figura 20. Dendrograma de similitud Euclidea entre las especies y punto de conteo.

El análisis de multidimensional (MSD) realizado entre las especies, sus abundancias y por punto de conteo, indica que *Fulica americana*, *Bubulcus ibis*, *Oxyura jamaicensis*, *Anas Clypeata* y *A. acuta*, se separan marcadamente del resto de las aves, en el uso del hábitat (Figura 21).

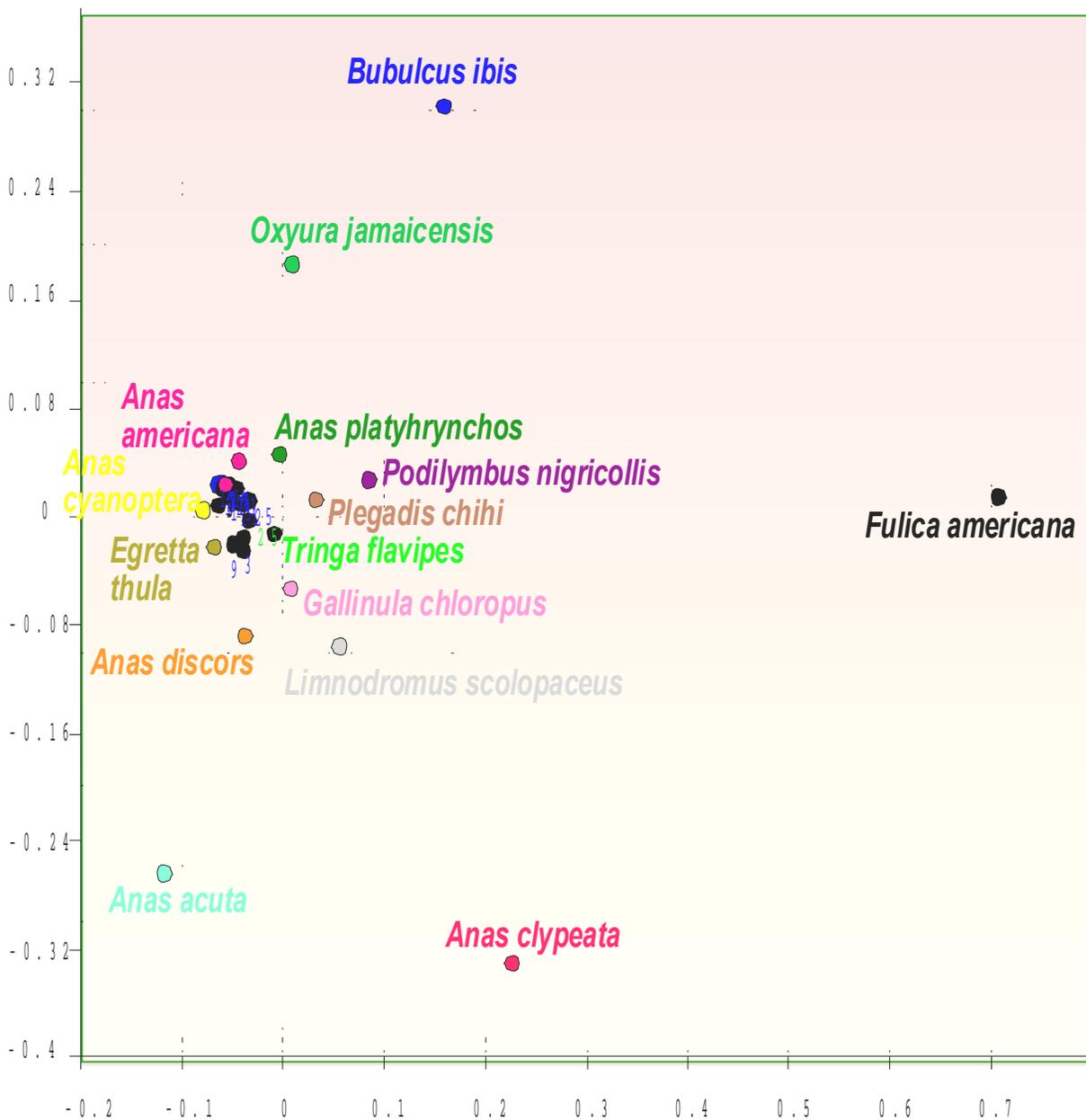


Figura 21. Análisis multidimensional (MSD) entre las abundancias por especie y punto de conteo a lo largo de la laguna.

La riqueza de especies acuáticas total registrada para la laguna de 1986 a este estudio (2011) es de 52 especies, de las que 44 están presentes durante otoño e invierno, (diez, no se registraron en este estudio, entre ellas, los alcedinidae, el pelícano y la avoceta). El total de especies por familia varía de un año a otro en ocho de las once familias de aves, por lo que al realizar la similitud cualitativa y el dendrograma correspondiente, entre especies presentes por año y época (otoño-invierno), resalta 1986, por ser el año que más difiere del resto y 2011 como el año que durante otoño e invierno, se separa de los años anteriores (Figura 22).

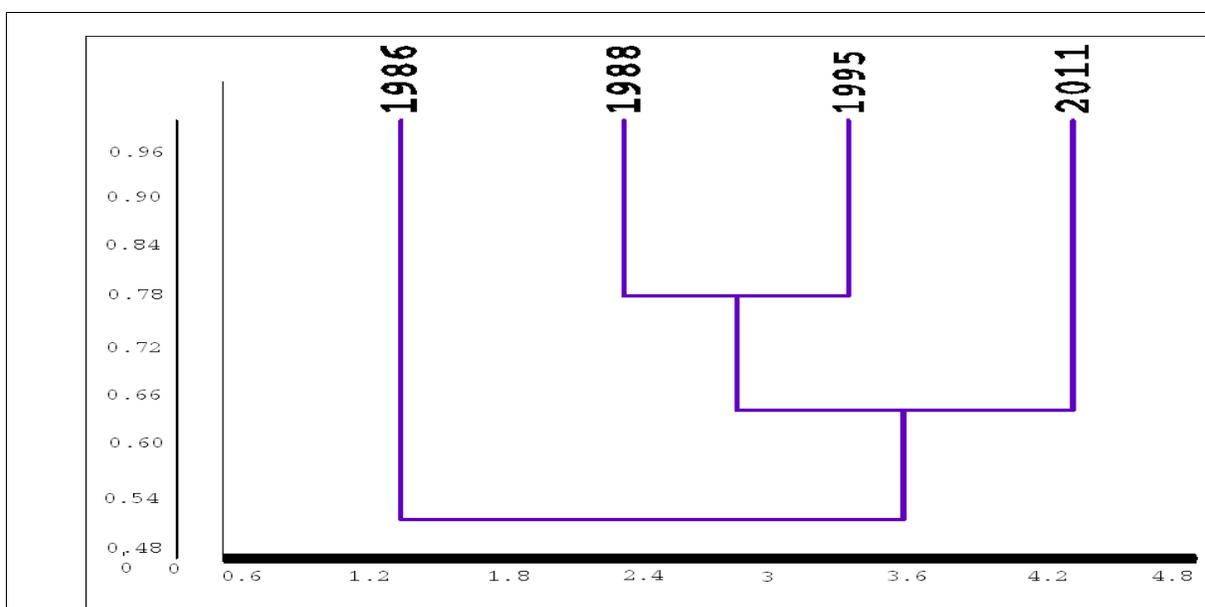


Figura 22. Dendrograma de similitud cualitativa, obtenido con los valores del Índice de Jaccard, entre especies y años, para otoño e invierno

De igual manera, existen diferencias entre las especies por grupos tróficos y años, así, en este estudio no se registró al grupo de los herbívoros-flotador buceador y al de los piscívoros buscadores aéreos. En todos los años los ISS, GB y PZA son los grupos tróficos dominantes en cuanto a riqueza de especies se refiere, sin embargo se nota un incremento del 21% registrado en 1986 en especies ISS al 35.2% en este estudio (Apéndice I).



Podilymbus podiceps



Porzana carolina



Limnodromus scolopaceus..

Figura 24. Especies presentes en la Laguna de Almoloya durante el otoño 2010 e invierno 2011.

DISCUSIÓN

Se reportan 34 especies y 22,038 individuos contados de octubre del 2010 a marzo del 2011. Las 34 especies registradas representan el 65% del total de especies reportadas para la laguna de 1986 a 1995 (Babb 2003) de las cuales, más del 70% son aves de hábitos migratorios. Se reporta un nuevo registro de pato para esta ciénega (*Anas americana*).

Del total, el 66.6% de las especies se encuentran en el otoño, y para invierno el 81%. En general, se aprecia una disminución tanto en la riqueza, como en la representación a nivel de familias y órdenes reportados anteriormente, no habiéndose observado a alcedínidos, ni al pelícano. Los patos (Anatidae) y las garzas (Ardeidae) son las familias dominantes en cuanto a riqueza se refiere. En las familias donde no hubo variaciones en la riqueza de especies fueron: Podicipedidae, Threskiornithidae, Charadriidae y Scolopacidae, esta última, con siete especies, presentes tanto en el 2010-2011, como en años anteriores (Babb 2003).

De las aves playeras destacan cinco que se consideran como prioritarias para su manejo y conservación (SEMARNAT 2008 a): *Charadrius alexandrinus*, *Himantopus mexicanus*, *Phalaropus tricolor*, *Gallinago gallinago* y *Limnodromus scolopaceus*. Del total de especies registradas desde 1989, hay seis que están dentro de alguna categoría de riesgo (NOM -059-2010), de las cuales en este estudio no se observó a *Botaurus lentiginosus*, *Ixohrychus exilis* y *Coturnicops noveboracensis*.

La riqueza avifaunística total y promedio, varía entre meses y estación climática, tiene un porcentaje elevado porcentaje especies y de individuos

migratorios, como las siete especies de escolopácidos, siendo esto más marcado en febrero, cuando se registra el 33% del total de individuos migratorios contados. Las variaciones registradas en la riqueza, en las abundancias totales por especie, familia, por grupo funcional, así como las fluctuaciones en el uso espacio temporal de la laguna de estas aves, durante otoño e invierno, todas son el resultado de diversos factores bióticos y abióticos que interactúan de manera compleja y que en general producen fluctuaciones inter e intra anuales, en las poblaciones de aves acuáticas, siendo uno de los principales factores que intervienen en ello, las fluctuaciones diarias, estacionales y anuales en los niveles y los flujos del agua (Weller 1999).

Entre los factores que intervienen en las fluctuaciones de las aves acuáticas, está el papel que tienen las especies claves o dominantes en la comunidad, en este caso: la especie, más común de ver y abundante fué la gallareta (*Fulica americana*), cuyas abundancias siempre representaron más del 25% de los individuos por mes y cuya presencia a lo largo de la laguna tiende a estar directamente relacionada con las abundancias del resto de las especies.

Se reporta que la gallareta en la porción central de la Altiplanicie de 1960 al 2000 registró, tanto variaciones anuales en sus abundancias, como un porcentaje de cambio negativo en sus poblaciones (Pérez Areaga y Gastón 2004) y en el área de estudio resultó ser la especie más abundante y común, cuyo uso espacio temporal de la laguna es muy distinto al resto de las aves; faltando hoy en día el conocer el tamaño de la población residente, y su papel como indicadora del estado de estas ciénegas, que le proporcionan refugio y alimento.

La presencia de especies nadadoras y buceadoras, muy abundantes y comunes, como: *Fulica americana*, *Podilymbus nigricollis*, *Gallinula chloropus*,

Porzana carolina y *Rallus limicola*, se relacionan tanto con las condiciones limnológicas (Barragán et al. 2002); como con la presencia de claros de aguas no muy profundas, con poca corriente. Sus abundancias también tienden a incrementarse conforme aumenta la riqueza de la vegetación acuática y flotante y por ende de semillas, y de animales como moluscos y de otros invertebrados acuáticos, como los poliquetos, que también forman parte del alimento de algunas de estas especies (Frochot y Roché 2000).

Se considera relevante el hecho de que en laguna se den espacios sin vegetación y de aguas profundas, así como que en ella haya bejuquillo o cola de zorro (*Ceratophyllum demersum*) ya que estos son requerimientos importantes para algunas especies de patos (*Anas americana*, *Anas clypeata* *Anas clypeata*, *A. crecca* y *Anas platyrhynchos*) que comen las semillas y frutos del bejuquillo (Arellano y Rojas 1956; Ehrlich et al. 1988; Safran et al. 1997; Weller 1999).

El grupo funcional más rico en especies, pero no sus abundancias, resultó ser el de las aves de hábitos sondeadores someros, que se alimentan de invertebrados, en el cual se encuentran nueve de las diez especies de aves playeras (Charadriidae, Recurvirostridae y Scolopacidae) las que al igual que las ocho especies piscívoras zancudas (Ardeidae) presentaron el mayor promedio de individuos en febrero y marzo, meses que coinciden con sus períodos de migración (Semarnat 2008^a); además estos meses son los que presentan menor precipitación pluvial, lo cual favorece una mayor exposición de zonas planas y lodosas o arenosas en las orillas de la ciénega, facilitando al ave la búsqueda y captura de su alimento, que en el caso de las playeras, son anfípodos, isópodos, poliquetos y bivalvos, entre otros invertebrados, características de zonas con alta salinidad (Weller 1999) .

Otros factores involucrados en los patrones de distribución espacio temporales y en las abundancias son los relacionados con los cambios en el nivel y la temperatura del agua (Paterson 2005), su profundidad (la cual determina en mucho la disponibilidad del alimento) y en las condiciones limnológicas en general, como podría ser el grado de salinidad del agua: así por ejemplo, una especie migratoria de paso, como *Phalaropus tricolor*, se alimenta sondeando en busca de invertebrados en aguas someras, pero muy salinas (Jehl 1988; Barragán et al. 2002).

Plegadis chihi se considera como una especie sombrilla en los planes de manejo de humedales, ya que provee de hábitat necesario a otras aves de hábitos vadeadoras y patos. Esta especie en época no reproductora, requiere de la presencia en las cercanías a la orilla de una ciénega (menos de un metro) de vegetación emergente de alturas mayores a 10 cm, ya que en estas áreas es donde sus presas como los dípteros (Chironomidae) y los poliquetos son más abundantes (Safran et al. 2000).

En la laguna de Almoloya, los cambios en la extensión de su área, en los regímenes de flujo del agua y sus niveles, así como la presencia de residuos sólidos y contaminantes, fluctúan de un año a otro. Tan solo de 1970 al 2010 esta laguna ha perdido un poco más del 76% de su extensión, (González-Acevedo y Lessmann 2010). Todos estos cambios afectan a la comunidad de aves (Wilcox et al. 2005), tanto en su presencia (riqueza), como en su composición taxonómica y por grupo trófico.

Lo anterior, puede explicar en parte, el hecho de que la avifauna acuática en la laguna en el 1986, fué muy diferente a la registrada en otros años. En este estudio se reporta un incremento notable en especies de aves insectívoras

sondeadoras de aguas someras y la ausencia de las dos especies de patos del género *Dendrocygna* spp., del pato fondeador *Aythya americana*; de las dos garcitas nocturnas y piscívoras (*Nycticorax nycticorax* y *Nyctanassa violacea*); así como de dos especies de gaviotas migratorias de paso, que sí habían estado presentes en años anteriores (Babb 2003).

Por su ubicación, dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, la avifauna del área de estudio comparte alrededor del 66% con las aves acuáticas de la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo (Jiménez et al. 2005) y alrededor del 50% con la avifauna de algunas ciénegas de la cuenca del Río Grande de Morelia (Barragán-Severo et al. 2002).

Para los humedales de toda la región de los lagos del centro de la Altiplanicie Mexicana; comparte el 42% del total de especies de patos y de playeritos reportados (SEMARNAT a y b 2008). Estos porcentajes se consideran elevados, tanto por la extensión actual de la laguna de Almoloya, como por su grado actual de deterioro ambiental.

Los resultados obtenidos nos indican la importancia de esta ciénega para una gran diversidad de aves acuáticas, en especial de las migratorias de grandes distancias, y de aquellas consideradas en riesgo, cada una con requerimientos específicos, para descansar, refugiarse, alimentarse y reproducirse.

Para poder contar con las bases científicas para un adecuado plan de un manejo y conservación del recurso ave en la laguna se requieren de estudios a mediano y largo plazo sobre las variaciones inter e intra anuales en las poblaciones de aves residentes y migratorias. Y de estudios enfocados a las poblaciones de aves acuáticas, como los patos y de aquellas consideradas como prioritarias, que nos puede proporcionar datos sobre sus requerimientos

ecológicos. Es necesario el iniciar investigaciones sobre las variaciones en la laguna sobre sus condiciones limnológicas, de contaminación y sobre su productividad en general; factores que intervienen en la presencia, persistencia y abundancia de las aves.

La relevancia de este primer humedal de la cuenca del Lerma es indudable, ya que esta laguna de Almoloya presenta un ambiente heterogéneo y complejo configurando un sitio de alta diversidad biológica y avifaunística dentro del contexto del paisaje de esta cuenca hidrológica. Resalta este humedal no solo por ser el inicio de esta gran cuenca, sino por representar un sitio donde hay muy diversas especies de aves, tanto de especies acuáticas, como de terrestres, tanto residentes que ahí se reproducen, como de muy diversas especies migratorias de grandes distancias que permanecen en la zona durante el invierno, o bien son de paso.



Figura 25. *Fulica americana*

CONCLUSIONES

El presente estudio contribuye al conocimiento y monitoreo a mediano plazo, de la avifauna acuática y su uso espacio temporal de la Laguna de Almoloya, perteneciente a la Cuenca Alta del Lerma., Estado de México.

Los objetivos planteados se cumplieron pudiéndose analizar la riqueza y abundancia total, por mes, estación climática y por punto de conteo, tanto por grupo de permanencia y funcional y detectar diferencias entre años.

La avifauna registrada durante el otoño e invierno, del 2010 al 2011, aún cuando es rica y diversa, es menor a la total reportada por estación en años anteriores y porbablemente esto se relacione con la disminución en el área que abarca la laguna y el grado de deterioro ambiental actual de esta.

La riqueza y composición de las especies fluctúa entre puntos de conteo, por mes y de otoño a invierno, resaltando una alta dominancia de especies e individuos migratorios cuyo paso por la laguna es más evidente durante los meses de febrero y marzo.

La especie más abundante es la gallareta, *Fulica americana*, la cual hace un uso espacio temporal de la laguna muy distinto al resto de las aves; requiriéndose iniciar un estudio profundo sobre sus requerimientos ecológicos en la laguna de Almoloya y en las otras dos que conforman la parte alta de la Cuenca del Lerma, en el estado de México.

Los anátidos, las garzas, los playeritos y los insectívoros sondeadores de aguas someras son grupos muy diversos en especies y cuyas mayores abundancias en la laguna, corresponden al invierno.

Las variaciones en la riqueza, abundancia, diversidad y una amplitud restringida en el uso espacio temporal son el resultado de interacciones muy complejas, dentro de las cuales está el aporte numérico que tienen las especies a sus grupos alimentarios y en la comunidad en total; tal es el caso de las especies más abundantes, que además de la gallareta, incluye a especies muy diversas en requerimientos, como: *Bubulcus ibis*, *Gallinula chloropus*, *Anas acuta*, *A. discors* y *Limnodromus scolopaceus*, especies cuyo papel en este ecosistema falta por conocer.

La laguna de Almoloya ofrece una gran diversidad de recursos acuáticos y terrestres a las aves, tanto para alimentarse, como para reproducirse, refugiarse, por lo cual se requiere del estudio sobre, las variaciones en la productividad de la laguna y de su vegetación a las orillas (de plantas, semillas, invertebrados, peces, entre otros).

Las variaciones en la riqueza y composición de aves acuáticas entre años en la laguna, se relaciona en parte, con la disminución en su superficie de agua y grado de deterioro, hecho fué más marcado durante la década de los ochentas. Para el 2010-2011, la riqueza y abundancia posiblemente se relacionen también con las disminuciones de las poblaciones de estas especies de hábitos acuáticos a lo largo de toda su área de distribución.

Hoy en día se requiere el estudio en esta primera laguna de la Cuenca Alta del Lerma, como en las otras dos de estudios que se enfoque en la cuantificación de las poblaciones y conocer sus requerimientos, tanto de aquellas especies muy abundantes y residentes, como: *Fulica americana*, de ráldos, de podicipedidos y de playeritas consideradas como prioritarias (*Charadrius alexandrinus*, *Himantopus mexicanus*, *Phalaropus tricolor*, *Gallinago gallinago* y

Limnodromus scolopaceus); como de algunas especies consideradas como “paraguas” como *Plegadis chihi*, ya que su estudio podría indicarnos los requerimientos de otras aves vadeadoras y patos que hacen uso de esta laguna, en especial durante la temporada de otoño e invierno.

La laguna de Almoloya es una ciénega relevante para muy diversas especies de aves acuáticas, muchas de ellas cinegéticas, prioritarias o en riesgo, por lo que es urgente el tomar medidas para evitar su deterioro, la disminución en su extensión, en su productividad, así como el evitar la presencia de agentes contaminantes, factores que de continuar, limitarían la presencia a largo plazo de muy diversas especies de aves, de plantas, y de fauna en general.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA, M. Y M. JIMÉNEZ. 2006 *Aves acuáticas en los humedales de Cuba*. La Habana., Cuba.
- AMERICAN ORNITHOLOGISTS' UNION (A.O.U.). 1998. *Check-list of North American Birds. 7a ed (2010)*. American Ornithologists' Union, Washington, EUA.
- ARELLANO, M. Y P. ROJAS. 1956. *Aves acuáticas migratorias en México I*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México, D.F. 270 pp.
- ARIZMENDI, M. C: Y L. MÁRQUEZ VALDELMAR (EDITORES). 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. CONABIO-Fondo Mexicano para la conservación de la Naturaleza. México, D.F. 440 pp.
- BABB, S. K. 1991. La comunidad de aves en los medios agrícolas de la Cuenca del Río Lerma, México. *Universidad y Ciencia, UJAT, 8(15)*: 5-14.
- BABB, S. K. 2003. Variaciones espacio-temporales en la composición y riqueza de aves acuáticas en dos embalses de la Cuenca del Lerma. *Zoología Informa, ENCB-IPN, 44*: 21-35.
- BABB, S. K., P. Dávila, B. Carrillo, J. Monterrubio y R. González. 1989. El recurso vertebrados terrestres del Municipio de San Mateo Texcalyacac, estado de México. *Memorias VII Simposio de Fauna Silvestre, F.M.V:Z.*, UNAM. México, D.F. pp. 365-371.
- BARRAGÁN-SEVERO, J., E. LÓPEZ LÓPEZ Y K. BABB. 2002. Spatial and temporal variation patterns of a waterfowl community in a reservoir system of the central plateau, México. *Hydrobiologia 46*:123-31
- BARRAGÁN-SÁENZ, F.A., P. SÁNCHEZ-NAVA, O. HERNÁNDEZ-GALLEGOS Y G. SALGADO-MALDONADO. 2007. Larval stages of trematodes in gastropods from Lake Chicahuapan, State of Mexico, Mexico *Parasitology Research 105 (4)*: 1163-1167.
- BIBBY, C.J., N.D. BORGES, D.A. HILL Y S. MUSTOE. 2000. *Bird census techniques*. Academic Press, N. York, E.U.A.
- BOETTCHER, R. Y S.M. HAIG. 1995. Habitat related factors affecting the distribution of nonbreeding American avocets in coastal South Carolina. *The Condor, 96*:68-81.
- BROWER, J. J. ZAR Y C.N. VON ENDE. 1997. Field and Laboratory Methods in General Ecology. McGraw Hill, EUA. 288 pp.
- BROWN, D. 2003. Himpactos potenciales de la Cuenca Río Lerma-Lago de Chapala-Río Santiago en la pesquería de la Presa Aguamilpa. Informe Provisional: <http://www.debrown.org/cuenca%20report%20es.pdf>
- CARRILLO, A. B. 1989. *Avifauna de la Laguna de San Mateo y alrededores, Municipio de Texcalyacac, Estado de México*. Tesis Licenciado en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 84 pp.
- CEBALLOS, G. I. SALAZAR CERDA, R. LIST SÁNCHEZ, J. PACHECO RODRÍGUEZ Y G. SANTOS BARRERA. 2006. Vertebrados Terrestres. Pp. 24-33. En; Cotler, Á. H., M. Mazari Hiriart y J. de Anda (eds.). *Atlas de la cuenca Lerma-Chapala, construyendo una visión conjunta*. SEMARNAT-UNAM-IE, México, D.F. 196 pp.
- CHESSER, R. T., R.C. BANKS, F. KEITH BARKER, C. CICERO, J.L. DUNN, A.W. KRATTER, I. J. LOVETTE, P. C. RASMUSSEN, J. V. REMSEN, J.D. RISING, D. F. STOTZ Y K. WINKER. 2013. Fifty-

four supplement to the American Ornithologists' Union Check-List of North American Birds. *Auk* 130 (3): 558-571.

COLÓN-QUEZADA, D. 2009. Composición de la dieta de otoño del pato mexicano (*Anas diazi*) en el vaso sur de las ciénegas del Lerma, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80 (1): 193-202

COLWELL, R.K. 2006. *EstimateS*, statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.0 <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>

COMISIÓN NACIONAL PARA AREAS PROTEGIDAS (CONANP). 2006. *Los humedales prioritarios de México*. CNAP, SEMARNAT. México, D.F: 80 pp.

COTLER, Á. H., M. MAZARI H. Y J. DE ANDA (EDS.). 2006. *Atlas de la cuenca Lerma-Chapala, construyendo una visión conjunta*. SEMARNAT-IINE-UNAM. Méx., D.F. 196 pp.

DESRANGES, J. L., J. IGRAM, B. DROLET, J. MORIN, C. SAVAGE Y D. BORCADA. 2006. Modelling wetland bird response to water level changes in the Lake Ontario-St. Lawrence River Hydrosystem. *Environmental Monitoring and Assessment* 113: 329–365.

DICKERMANN, R. 1963. *Melospiza melodia azteca*. *Occasional Papers Minnersotta Mus. Nat. His. No.9* pag.46.

DICKERMAN, R. W. 1965. The juvenile plumage and distribution of *Cassidix palustris* (Swainson). *The AUK* 82: 268-270.

EHRlich , P.R., DOBKIM, D.S. Y D. WHEYE. 1988. *The birder's handbook. A field guide to the natural history of North American birds*. Simon & Schuster, Inc. N.York, EUA. 785 pp.

EPA,U.S. 2002. *Methods for Evaluating Wetland Condition: Biological Assessment Methods for Birds*. Office of Water, U.S., Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-R- 02-023.

FROCHOT, B. Y J. ROCH´E. 2000. Les fonctions des zones humides pour les oiseaux', in: ' E. Fustec y J.-C. Lefeuvre et coll. (eds.), '*Les fonctions et valeurs des zones humides', Industries et Techniques, S'erie Environnement*, Paris, France, pp. 261–276.

GARCÍA, E. 1974. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen*. *Instituto de Geografía*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 245 pp.

GILL, F.B. 1990. *Ornithology*. W.H. Freeman, N. York, EUA.

GOBIERNO MUNICIPAL. 2011. *Almoloya del Río*. Gobierno Municipal de Almoloya del Río, Estado de México. almoloyadelrio@edomex.gob.mx .

GONZALEZ-L. Y RANGEL, M. 1992. *Las aves del Estado de México: situación actual y perspectivas*. Tesis Licenciado en Biología, Enep IZTACALLA, UNAM.México D.F.

GONZALEZ-ACEVEDO, I. Y LESSMANN, D. (EDITORES). 2010. *Proceedings of the Workshop "Pollution Monitoring in the Upper Course of the Lerma River and Application of Clean Technologies in Water Treatment"*. Brandenburg University of Technology, Alemania. 94 pp.

GÓMEZ, A. G. Y R. TERÁN. 1981. *Contribución al estudio de los Vertebrados Terrestres Mexicanos*. Tesis Prof. Biólogo. Fac. Ciencias, UNAM 644. pp.

HOWELL,S. N. Y S: WEBB. 1995. *The birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford Univ. Press, E.U.A. 851 pp.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (INE). 2003. **DIAGNÓSTICO BIO-FÍSICO Y SOCIO-ECONÓMICO DE LA CUENCA Lerma-Chapala**. Dir. De Investigación de Ordenamiento ecológico y conservación de ecosistemas. México, D.F: 285pp.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI)^a. 2009. **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos**. Almoloya del Río, México. Clave geoestadística 15006. México, D.F.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI)^b. 2009. **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos**. San Mateo Texcalyacac, México. Clave geoestadística 15098. México, D.F.
- JEHL, J.R. 1988. Biology of the pied grebe and Wilson's phalarope in the non breeding season: a study of adaptations to saline lakes. *Studies in Avian Biology*, **12**: 74 pp.
- KUSHLAN, J. A. 1993. Colonial Waterbirds as Bioindicators of Environmental Change. *Colonial Waterbirds* **16 (2)**: 223-251.
- KUSHLAN, J. A., STEINKAMP, M. J., PARSONS, K. C., CAPP, J., ACOSTA CRUZ, M., COULTER, M. DAVIDSON, I., DICKSON, L., EDELSON, N., ELLIOT, R., ERWIN, M., HATCH, S., KRESS, S., MILKO, R., MILLER, S., MILLS, K., PAUL, R., PHILLIPS, R., SALIVA, J. E., SYDEMAN, B., TRAPP, J., WHEELER, J. Y WOHL, K. 2002, **Waterbird Conservation for the Americas: The North American Waterbird Conservation Plan. Version 1**. Waterbird Conservation for the Americas, Washington, DC, EUA. 78 pp.
- LANDGRAVEL, R. Y MORENO-CASASOLA, P. 2012. Evaluación cuantitativa de la pérdida de los humedales en México. *Investigación ambiental* **4(1)**: 19-35.
- LOZADA, J. 1985. Parásitos en patos migratorios de la ciénega del Lerma, Edo. De México. **Memorias 1er Simposio Internacional de Fauna Silvestre**. Vol. II. Resumen 1063.
- MAGURRAN, A.E. 2004. **Ecological diversity and its measurement**. Oxford. Malden Blackwell Science. 256 pp.
- MARTÍNEZ-HARO, M., SÁNCHEZ-NAVA, P., SALGADO-MALDONADO, G. Y F.RODRÍGUEZ R. 2012. Helminths gastrointestinales en aves acuáticas de la subcuenca alta del río Lerma, México. *Rev. Mex. Biodiv. Vol.83 (1)*: 36-41.
- MONTES DE OCA, R., VELÁZQUEZ, O. V., ROSILES, M. R. Y LÓPEZ, L. R. 1996. Niveles de varios metales en hígado de aves acuáticas migratorias capturadas en la Laguna del Valle de Lerma, Estado de México. *Veterinaria México* **27 (3)**: 249-251.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010. PROTECCIÓN AMBIENTAL, ESPECIE NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO. LISTA DE ESPECIES EN RIESGO. DIARIO OFICIAL DE LA NACIÓN. DICIEMBRE**
- PATTERSON, N. J. 2005, '*Evaluation of Water Level Regulation Influences on Lake Ontario and Upper St. Lawrence River Coastal Wetland Plant Communities*'. Final Project Report, March 2005.
- PERLO VAN, B. 2006. **Birds of Mexico and Central America**. Princeton University Press, N. Jersey, EUA. 336.
- PÉREZ ARTEAGA, A. Y K.J. GASTÓN. 2004. Status of american coot *Fulica americana* (gruiformes: rallidae) wintering in Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n.s)* **20(1)**:253-263.
- PHILLIPS, A.R. Y R. DICKERMANN. 1957. *Melospiza melodia villae*. *Auk* **74**: 380.
- QUIÑONES, G. 1980. Importancia cinegética de los anátidos en la Ciénega del Lerma. México. Dir. Gral. De Fauna Silvestre, Subsría Forestal y de la fauna.SARH. Méx. D.F. 41 pp.
- RAMÍREZ-BASTIDA, P., NAVARO S.A. Y A.T. PETERSON. 2008. Aquatic bird distributions in

- Mexico: redesigning conservation approaches quantitatively. *Biodiver. Conserv.* 17: 2525-2958.
- ROBBIN, C.S., B. BRUUN Y H. ZIM. 1983. *A Field Guide to Identification. Birds of North America*. Golden Press, N. York, EUA. 360 pp.
- RODRÍGUEZ-YAÑEZ, C., VILLALÓN, C. ROCÍO Y A. G. NAVARRO. 1994. *Bibliografía de las Aves de México (1825-1992)*. Publicaciones especiales Museo de Zoología, No. 8. Facultad de Ciencias, UNAM. 1247 pp.
- RUSSELL, J., RUSSEL, D. Y R. HERRERA HERRERA. 2010. Birds without borders: American and Mexican. University Workshop focuses on avian conservation. *Proceedings of the Fourth International. Partners in Flight Conference: Tundra to Tropics*. 512–519.
- RZENDOWSKI, J. 1979. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, S.A. Méx,D.F. 432 pp.
- SAFRFRAN, R.J., C.R. ISOLA, M.A. COLWELL Y O.E: WILLIAMS. 1997. Benthic invertebrates at foraging locations of nine waterbird species in managed wetlands of Northern San Joaquin Valley, California. *Wetlands* 17:407-415.
- SAFRAN, R.J, M.A. COWELL, C.R. ISOLA Y O. E: TAFT. 2000. Foraging site selection by nonbreeding white-faced ibis. *The Condor* 102:211-215.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)^a. 2008. *Estrategia para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento de las Aves Acuáticas y su Hábitat en México*. Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT. México, D.F. 92 pp.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)^b. 2008. *Estrategia para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento de las Aves Playeras y y su Hábitat en México*. Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT. México, D.F. 89 pp.
- SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO (SPP). 1981. *Síntesis Geográfica del Estado de México*. SPPP. México, D.F. 300 pp.
- SOTO-GALERA E., DIAZ-PARDO E., LOPEZ-LOPEZ E. Y J. LYONS . 1998. Fish as indicators of environmental quality in the Rio Lerma basin, Mexico. *Aquatic ecosystem health and management* 1 (3-4): 267-276.
- TAMAYO, J.L. 1974. *Geografía Moderna de México*. Ed. Trillas, México, D.F: 398 pp.
- Velzaco-Orozco, J.J. 2008. La ciénega Chiconahuapan Estado de México: Un humedal en deterioro constante. *Contribuciones desde Coatepec, UAEM, Jul-dic (15)*: 101-125
- WARNER, D.W. Y R. W. DICKERMAN. The status of *Rallus elegans Tenuirostris* in Mexico. *The Condor*, 61 (1):49 -51.
- WELLER, M.W. 1999. *Wetland Birds. Habitat resources and conservation implications*. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. 271 pp.
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4a Ed. Prentice-Hall. N. Jersey, EUA.

A P E N D I C E I.

Listado Taxonómico de las especies de aves acuáticas en la Laguna de Almoloya, estado de México, registradas en este estudio (2010-2011) y en años anteriores (1986-1995) por (Babb 2003). (Arreglo taxonómico de acuerdo al AOU, 1998 y Chesser et al. 2013).

ESPECIE	GF	PER	Estación climática			1986	1988	1995	2010-2011	ES
Orden Anseriformes										
Familia Anatidae										
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	GFB	R	P	V	O	I	♦	♦	♦	p
<i>Dendrocygna bicolor</i>	GFB	RM	P	V	O	I		♦	♦	
<i>Chen caerulescens</i>	HFB	MI			O	I		♦		
<i>Anas strepera</i>	GFB	MI			O	I	♦		♦	I
<i>Anas platyrhynchos</i>	GFB	RM		V	O	I	♦	♦	♦	O,I
<i>Anas americana</i>	GFB	M				I				I
<i>Anas discors</i>	GFB	R	P	V	O	I	♦	♦	♦	O,I
<i>Anas cyanoptera</i>	GFB	MI			O	I	♦	♦	♦	O,I
<i>Anas clypeata</i>	ZFB	MI	P			I	♦	♦	♦	O,I
<i>Anas acuta</i>	GFB	MI			O	I	♦	♦	♦	O,I
<i>Anas crecca</i>	GFB	MI			O	I	♦	♦	♦	I
<i>Aythya americana</i>	OFB	RM			O	I	♦	♦	♦	
<i>Oxyura jamaicensis</i>	OBS	RM		V	O		♦	♦	♦	O,I
Orden Podicipedidae										
Familia Podicipedidae										
<i>Podilymbus podiceps</i>	PSS	RM	P	V	O	I	♦	♦	♦	O,I
<i>Podiceps nigricollis</i>	PSS	RM			O	I	♦	♦	♦	O,I
Orden Pelecaniformes										
Familia Pelecanidae										
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	PBA	RM	P		O	I	♦	♦	♦	
Familia Ardeidae										

ESPECIE	GF	PER	Estación climática	1986	1988	1995	2010-2011	ES
<i>Botaurus lentiginosus</i>	PZA	R	P	♦		♦		A
<i>Ixobrychus exilis</i>	PZA	R?	P			♦		Pr
<i>Ardea herodias</i>	PZA	R	P V O I		♦	♦	O,I	
<i>Ardea alba</i>	PZA	R	P V O I	♦	♦	♦	O,I	
<i>Egretta thula</i>	PZA	RM	P V O I	♦	♦	♦	O,I	
<i>Egretta caerulea</i>	PZA	RM	P V I	♦	♦	♦		
<i>Egretta tricolor</i>	PZA	M	P O		♦		I	
<i>Bubulcus ibis</i>	PZA	RM	P V O I	♦	♦	♦	O,I	
<i>Butorides virescens</i>	PZA	RES	P V O I	♦	♦		O,I	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	PZA	RM	P I	♦	♦	♦		
<i>Nyctanassa violacea</i>	PZA	RM	P I	♦		♦		
Familia Threskiornithidae								
<i>Plegadis chihi</i>	ISS	R	P V O I	♦	♦	♦	O,I	
Orden Gruiformes								
Familia Rallidae								
<i>Coturnicops noveboracensis</i>	HSS	R	P V O	♦	♦	♦		P
<i>Rallus longirostris</i>	HSS	R	V O I	♦	♦	♦		
<i>Rallus elegans</i>	HSS	R	V O	♦			I	A
<i>Rallus limicola</i>	HSS	R	P V O I	♦	♦	♦	O,I	A
<i>Porzana carolina</i>	ISS	RM	P V O I	♦	♦	♦	O,I	
<i>Porphyrio martinica</i>	ISS	RM	P O I	♦	♦	♦		
<i>Gallinula chloropus</i>	ISS	RM	P V O I	♦	♦	♦	O,I	
<i>Fulica americana</i>	OFB	RM	P V O I	♦	♦	♦	O,I	
Orden Charadriiformes								
Familia Charadriidae								
<i>Charadrius alexandrinus</i>	ISS	RM	P O I	♦	♦		I	A,p
<i>Charadrius vociferus</i>	ISS	RM	P V O I	♦	♦	♦	O,I	
Fam. Recurvirostridae								
<i>Himantopus mexicanus</i>	ISS	RM	P V O I	♦	♦	♦	O,I	p
<i>Recurvirostra americana</i>	ISS	RM	P O I	♦		♦		p
Familia Scolopacidae								
<i>Actitis macularius</i>	ISS	M	P O	♦	♦	♦	O,I	
<i>Tringa melanoleuca</i>	ISS	M	V O	♦	♦	♦	O,I	
<i>Tringa flavipes</i>	ISS	MI	P O I	♦	♦	♦	O,I	
<i>Calidris bairdii</i>	ISS	MI	P O		♦	♦	O,I	
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	ISS	MI	P O I	♦	♦	♦	O,I	p

ESPECIE	GF	PER	Estación climática				1986	1988	1995	2010-2011	ES
			P	V	O	I					
<i>Gallinago gallinago</i>	ISS	RM	P	V	O	I	◆	◆	◆	O,I	p
<i>Phalaropus tricolor</i>	ZSS	MI	P		O	I	◆	◆	◆	O,I	p
Familia Laridae											
<i>Leucophaeus atricilla</i>	OBA	RM	P	V	O	I		◆		O,I	
<i>Larus delawarensis</i>	OBA	M				I	◆	◆			
<i>Sterna forsteri</i>	OBA	M	P			I			◆		
Orden Coraciiformes											
Familia Alcedinidae											
<i>Megaceryle alcyon</i>	PAA	R	P		O	I	◆		◆		
<i>Chloroceryle americana</i>	PAA	RM		V			◆	◆	◆		
Total de Especies			37	26	42	42	43	43	44	34	

GRUPO FUNCIONAL.

GFB = granívoro flotador-buceador; **HFB** = herbívoro flotador-buceador; **HSS** = herbívoro sondeador somero; **ISS** = invertebrados sondeador somero; **OBA** = omnívoro buscador aéreo; **OBS** = omnívoro buceador somero; **OFB** = omnívoro flotador-buceador; **PAA** = piscívoro acechador aéreo; **PBA** = piscívoro buscador aéreo; **PSS** = piscívoro sondeador somero; **PZA** = piscívoro zancudo; **ZSS** = buceador sondeador somero y **ZFB** = fondeador buceador

PER = GRADO DE PERMANENCIA.

R = residentes; **RM** = residentes con aporte individuos Migratorios; **MI** = migratorios que permanecen durante el invierno en la zona y **M**=Migratorios de paso.

ESTACION CLIMATICA.

P= primavera,; **V**=verano, **O**=otoño, **I**=Invierno

CONSERVACIÓN.

ES = estado de conservación p=prioritarios (SEMARNAT^a y ^b 2008) y NOM-059-2010.-**A**=amenazada y **PR**= protección especial