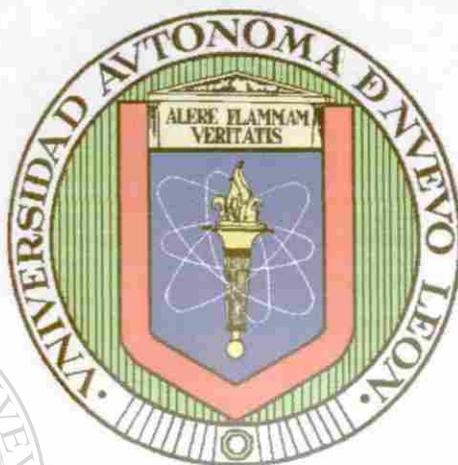


66

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE AVES ACUÁTICAS Y
CARACTERIZACIÓN DE SUS HABITATS EN LA LAGUNA DE
ZAPOTLAN, JALISCO, MEXICO.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE VIDA SILVESTRE.**

BIOL. ROSIO TERESITA AMPARAN SALIDO.

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON, MÉXICO. JUNIO DE 2000.

TM
SF512
5
A4
C.1

66

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE AVES ACUÁTICAS Y
CARACTERIZACIÓN DE SUS HABITATS EN LA LAGUNA DE
ZAPOTLAN, JALISCO, MEXICO.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

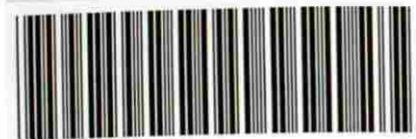
TESIS

QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE VIDA SILVESTRE.

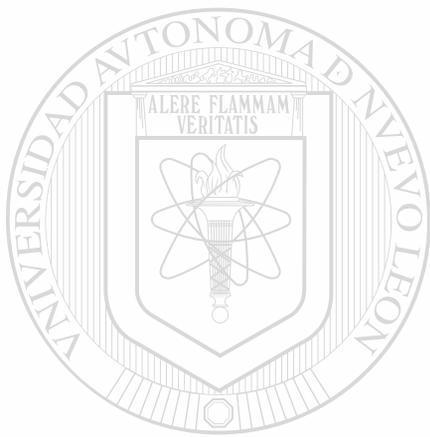
BIOL. ROSIO TERESITA AMPARAN SALIDO.

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON, MÉXICO. JUNIO DE 2000.





1080095006



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



SF 512
- 5
R4

**DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE AVES ACUÁTICAS Y CARACTERIZACIÓN DE SUS
HABITATS EN LA LAGUNA DE ZAPOTLAN, JALISCO, MEXICO.**

**TESIS QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE VIDA SILVESTRE.**

BIOL. ROSIO TERESITA AMPARAN SALIDO.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

COMISION DE TESIS:

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PRESIDENTE

DR. ARMANDO JESUS CONTRERAS BALDERAS

SECRETARIO

DRA. MA. DE LOURDES LOZANO VILANO

VOCAL

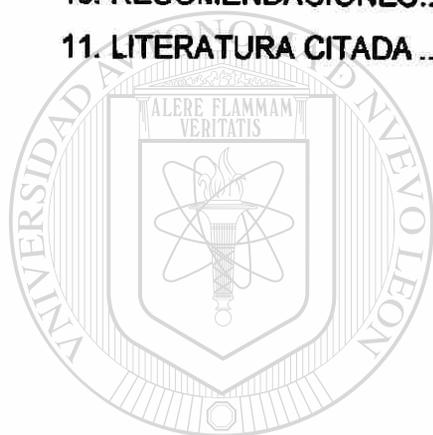
DR. ROBERTO MERCADO HERNANDEZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON, MÉXICO. JUNIO DE 2000.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1. Riqueza de especies.....	4
2.2. Abundancia.....	5
2.3. Diversidad.....	5
2.4. Distribución temporal.....	6
2.5. Distribución por uso de hábitat.....	8
2.6. Caracterización del hábitat.....	8
3. HIPOTESIS	12
4. OBJETIVOS	12
5. AREA DE ESTUDIO.....	13
5.1. Ubicación.....	13
5.2. Clima.....	13
5.3. Hidrología.....	15
5.4. Fisiografía.....	15
5.5. Suelos.....	15
5.6. Vegetación.....	15
6. METODOLOGÍA.....	17
6.1. Descripción de las estaciones de muestreo.....	17
6.2. Determinación de riqueza de especies.....	20
6.3. Determinación de abundancia.....	21
6.4. Distribución temporal.....	22
6.5. Distribución ecológica por uso de microhábitat.....	22
6.6. Determinación de caracterización del hábitat.....	24
6.7. Análisis estadísticos.....	24
7. RESULTADOS	26
7.1. Riqueza.....	26
7.2. Abundancia.....	30
7.3. Caracterización del hábitat.....	45
7.4. Distribución temporal.....	52
7.5. Distribución ecológica por uso de microhábitat.....	53
7.6. Análisis estadísticos.....	58

8. DISCUSION.....	61
8.1. Riqueza	61
8.2. Abundancia.	66
8.3.- Análisis de diversidad ecológica.....	66
8.4.- Caracterización de los parámetros físico-químicos del hábitat.....	67
8.5.- Distribución temporal.....	68
8.6.- Distribución ecológica por uso de microhábitat.	68
8.7.- Validación de la hipótesis.....	70
9. CONCLUSIONES.....	72
10. RECOMENDACIONES.....	74
11. LITERATURA CITADA	75



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

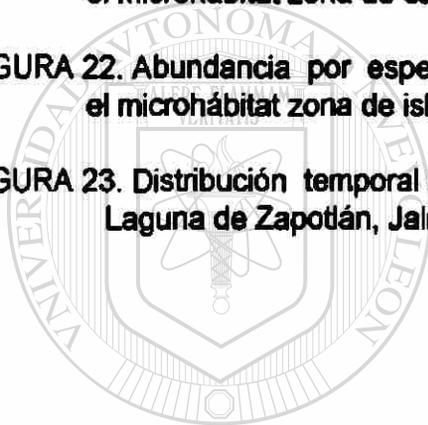


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Ubicación de la Laguna de Zapotlán, Jalisco, México.	14
FIGURA 2. Estaciones de muestreo para aves acuáticas.	18
FIGURA 3. Sitios de muestreo para la caracterización del hábitat.	19
FIGURA 4. Riqueza de especies por familia de la comunidad de aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	27
FIGURA 5. Riqueza de especies mensual de la comunidad de aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	28
FIGURA 6. Riqueza de especies de la comunidad de aves acuáticas por estación de muestreo en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	29
FIGURA 7. Riqueza de especies de la comunidad de aves acuáticas por tipo de microhábitat en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	30
FIGURA 8. Abundancia total por especie de la comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	31
FIGURA 9. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 1 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	32
FIGURA 10. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 2 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	33
FIGURA 11. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 3 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	34 [®]
FIGURA 12. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 4 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	35
FIGURA 13. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 5 de la Laguna de Zapotlán Jalisco.	36
FIGURA 14. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 6 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	37
FIGURA 15. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 7 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	38
FIGURA 16. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 8 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	39

Índice de Figuras Continuación...	Pág.
FIGURA 17. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona acuática de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	40
FIGURA 18. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona somera de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	41
FIGURA 19. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona fangosa de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	42
FIGURA 20. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona de playa de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	43
FIGURA 21. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona de cultivos de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	44
FIGURA 22. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona de islotes de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	45
FIGURA 23. Distribución temporal de la comunidad de aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	53



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. Listado taxonómico de las aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	26
CUADRO 2. Media y desviación estándar de los parámetros físico – químicos del hábitat de las aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	46
CUADRO 3. Análisis de varianza de los parámetros físico – químicos del hábitat y riqueza, entre estaciones de muestreo ($p < 0.05$) y prueba de Duncan (/ separa grupos homogéneos).	50
CUADRO 4. Análisis de correlación entre riqueza de especies de la comunidad de aves acuáticas en cada estación de muestreo y los parámetros físico – químicos de la Laguna de Zapotlán, Jalisco ($p < 0.05$).	51
CUADRO 5. Frecuencia de ocurrencia de las aves acuáticas residentes en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	52
CUADRO 6. Frecuencia de ocurrencia de la avifauna acuática en los seis microhábitats de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	56
CUADRO 7. Uso de microhábitat expresado en porcentaje por la comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	57
CUADRO 8. Análisis de diversidad global para la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	58
CUADRO 9. Análisis de diversidad de Shannon por cada estación de muestreo en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	58
CUADRO 10. Índice de similitud de Sorensen entre las estaciones de muestreo en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	59
CUADRO 11. Análisis de diversidad alfa por microhábitat mediante Shannon en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	59
CUADRO 12. Diversidad beta mediante el Índice de Sorensen entre los microhábitats de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.	60
CUADRO 13. Riqueza de la comunidad de aves acuáticas en varios humedales del estado de Jalisco.	62
CUADRO 14. Riqueza de anatidos en varios humedales del país.	64
CUADRO 15. Riqueza de anatidos en varios humedales de Jalisco.	65

DEDICATORIA

Al Creador del Maravilloso Universo:

Mil gracias Señor, por la gran oportunidad de seguir con vida y llegar a realizar una de mis más anheladas metas.

A mis Queridos Padres Rosa Amelia y Alfredo:

Porque supieron guiarme siempre por el mejor camino que se debe seguir en cada una de las etapas de mi vida, sin evitarme tropiezos, pero dándome valor para superarlos, hasta llegar a convertirme en lo que ahora soy. Por siempre todo mi amor, admiración y respeto.

A mis inolvidables Abuelos Consuelo y Armando:

A pesar de que ya no se encuentran en este mundo material, siempre estarán conmigo en todo momento, es imposible olvidar sus enseñanzas, su imagen, su comprensión y cariño. Así como la hermosa amistad que me unía a mi querida abuelita.

A mis hermanos José Alfredo, Armando y Perla:

Porque hemos compartido nuestras vidas desde siempre, siendo amigos, algunas veces cómplices, pero siempre hermanos. Gracias por su incomparable amistad y cariño, los llevo conmigo porque son parte de mí.

A la Familia Ballesteros Salido:

Con el cariño de siempre para todos ustedes, por su constante apoyo, sus apreciados consejos, su desinteresado cariño y valiosísima amistad, sinceramente mil gracias. En todo momento están presentes tanto en mi mente como en mi corazón.

A la Familia Téllez López:

Por el cariño y comprensión que me han ofrecido, pero principalmente por su apoyo y especial amistad. Quienes me han permitido ser parte integral de su maravillosa familia, los quiero muchísimo hoy y siempre.

A mis amigos Silvia y Sergio:

Con todo mi amor y agradecimiento, porque hemos compartido etapas importantes en nuestras vidas, siendo amigos e integrantes de nuestra familia. Pero en especial por su desinteresado cariño e incomparable amistad.

A mi pequeñín Jorge Iván:

Porque desde el momento que me entere que existías, has transformado mi vida en un maravilloso mundo lleno de amor y te has convertido en mi fuente de inspiración y motivación para continuar en todos los aspectos que conforman mi vida y en especial el de llegar a concluir las metas ya establecidas. A ti mi amor, porque eres **MI VIDA ENTERA.**

A JORGE mi gran amor y compañero de siempre:

Porque hemos formado una hermosa familia y con enorme paciencia me apoyas día con día en el aspecto profesional y también en la vida cotidiana. Porque a pesar de las adversidades que se nos han presentado, hemos sabido superarlas de la mejor manera y todo por amor...

Te amo monito lindo.

AGRADECIMIENTOS

Con enorme gratitud a la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ciencias Biológicas y su División de Estudios de Postgrado, por permitirme continuar con mi formación profesional y poder realizar estudios de maestría.

Deseo expresar mi agradecimiento a todos los profesores e investigadores que apoyaron en mi formación profesional a través de los cursos de maestría; así como al personal administrativo de la División de Estudios de Postgrado, por ofrecerme en todo momento su apoyo y facilidades.

Con sincera gratitud a mis amigas Biol. Lorena Treviño Alvarez y la Q.B.P. Martha Carrera Hernández, por su amistad y compañerismo, los cuales fueron un fuerte apoyo en momentos difíciles.

Un reconocimiento muy especial para el Dr. Armando J. Contreras Balderas, director del presente trabajo, por su asesoría, su constante paciencia, sus valiosas recomendaciones y aportaciones; y porque a través de mis estudios de maestría, me ofreció en todo momento su incondicional apoyo, buenos consejos y comentarios. Así como por haber compartido desinteresadamente sus conocimientos y experiencias en lo referente al fantástico mundo de las aves.

A la Dra. Ma. de Lourdes Lozano Vilano y al Dr. Roberto Mercado Hernández, por sus revisiones, aportaciones y sugerencias al manuscrito final del presente trabajo.

Al Dr. Manuel Guzmán Arroyo, Director del Instituto de Limnología de la Universidad de Guadalajara, por su asesoría y valioso apoyo con los análisis limnológicos de la Laguna de Zapotlán, así como su desinteresada amistad.

Quiero hacer patente mi profundo agradecimiento al Biol. Oscar Zaragoza Vega, por su incondicional amistad, así como por su constante apoyo y colaboración en el trabajo de campo durante todo el período del estudio.

Al Biol. Jorge Téllez López por su apoyo en el trabajo de campo, sus críticas, comentarios y sugerencias al manuscrito final del presente trabajo; así como por su paciencia y su incansable colaboración en la realización de los dibujos, toma de fotos y asesoría constante en el manejo de varios programas de computación.

Al M. en C. Sergio Guerrero Vázquez por su apoyo y asesoría en el manejo de varios programas de computación.

Al Dr. Adolfo Espinoza de los Monteros Cárdenas, que sin su ayuda las cosas resultarían siempre más difíciles, en el camino de mi desarrollo profesional, gracias por creer en mí, por su amistad y su permanente apoyo.

Agradezco al M. en C. Arturo Curiel Ballesteros, Coordinador del Proyecto General "Plan de Ordenamiento de la Cuenca de Zapotlán", por la oportunidad de generar a partir de éste, gran parte del presente trabajo. El proyecto general sé realizo por investigadores del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, auspiciado por la Secretaría de Desarrollo Rural perteneciente al Gobierno del Estado de Jalisco.

Al Ing. Carlos Alvarez Bermejillo representante de Dumac, A. C. en Jalisco, por el apoyo económico que proporciono por parte de su empresa Industria Farmacéutica Pisa, S. A. de C.V., para los proyectos de aves acuáticas y con el cual desarrolle parte de ésta tesis.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron en mi formación y culminación de esta nueva etapa profesional, mil y una vez más "GRACIAS".

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo asignado mediante una beca para la realización de estudios de maestría, con registro 48455.

A la Universidad de Guadalajara por el otorgamiento de una beca comisión para cursar mis créditos de maestría.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ALAS SOBRE LAS AMERICAS

CUANDO LAS ESTACIONES CAMBIAN, MONTAMOS EL VIENTO, DEL SUR AL NORTE, DEL NORTE AL SUR A TRAVES DE TODAS LAS FRONTERAS, VOLAMOS LIBRES, PERO . . . SI PERDEMOS LAS PLANTAS, Y LAS RIBERAS QUE AMAMOS, Y NECESITAMOS, MORIREMOS (U.S.D.A. Servicio Forestal en Conjunto con National Audubon Society).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN

El estudio comprendió un ciclo anual, con muestreos mensuales en cada una de las 8 estaciones de muestreo. Donde el objetivo es comparar la diversidad (riqueza de especies, abundancia relativa y la diversidad de la comunidad de aves acuáticas) entre las estaciones de muestreo y microhábitats; correlacionándolo con los parámetros físico-químicos utilizados para la caracterización del hábitat. La hipótesis plantea que la diversidad de la comunidad de aves acuáticas se encuentra relacionada con las características del hábitat. El estudio comprendió de mayo 1994 a mayo 1995, con muestreos mensuales en 8 estaciones de muestreo. La riqueza y la abundancia se determinó mediante observación y conteo directo de todas las especies de la comunidad, durante media hora en cada una de las estaciones de muestreo (Llinas-Gutiérrez, *et al.* 1989; Blondel, *et al.* 1988; Ringelman y Flake, 1980 y Kricher, 1972). La distribución temporal se estableció utilizando el criterio de Howell y Webb (1995) y Pettingill Jr. (1985). La distribución por uso de microhábitat se realizó de acuerdo a Colwell (1993); y la caracterización del hábitat de acuerdo a Hobaugh y Teer (1981), mediante la obtención de parámetros físico-químicos del humedal. La comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán se constituye de 44 especies, pertenecientes a 12 familias. Las familias mejor representadas por su número de especies es la Anatidae con 11, Ardeidae y Scolopacidae cada una de ellas con 9 especies. La temporada de otoño-invierno presenta la mayor riqueza de especies, en los meses de diciembre y enero con 32 especies cada uno; debido a la presencia de especies migratorias. Posiblemente por la poca presencia antropogénica en las estaciones de muestreo ubicadas al norte del humedal, se detectó la más alta riqueza de especies, abundancia y diversidad. El patrón de abundancia total está claramente determinado por *Fulica americana*; y también en todos los microhábitats. La mayor diversidad correspondió a la zona somera, zona fangosa, zona de playa y zona de islotes, presentando un comportamiento concéntrico. En la distribución temporal de la comunidad de aves acuáticas predominaron las especies residentes permanentes con un 46% y el 36% a las visitantes de invierno. Las especies abundantes variaron en las estaciones de muestreo y en los microhábitats, a excepción de *Fulica americana*, la cual se encontró abundante. Se identificó que las características físico – químicas varían en cada estación de muestreo y a la par también difiere la riqueza y la abundancia de las especies. Se deduce que se tiene una incidencia directa sobre la composición y abundancia de las especies de aves con los factores físico – químicos del humedal. Sé válido la hipótesis mediante el análisis de similitud, que muestra mayor relación entre microhábitats vecinos, que en los separados. Mediante un análisis de varianza se demostró que las características físico – químicas varían entre las estaciones de muestreo con excepción del plomo; con un análisis de correlación se muestra asociación significativa ($p < 0.05$) entre la mayoría de estos parámetros físico - químicos y la riqueza.

1. INTRODUCCION

Los ambientes acuáticos o humedales como hábitat de las aves acuáticas, han recibido poca atención por los ornitólogos; aunque reconocen la importancia de las poblaciones de aves que albergan (López-Omat y Ramo, 1992).

La mayoría de los ambientes acuáticos o humedales, son de alta bioproductividad y poseen gran cantidad de especies únicas y valiosas. Están ligados a pesquerías de importancia económica, actividades cinegéticas y promoción del turismo ecológico. Son reguladores hidrológicos, aportan agua para riego o consumo humano y son adecuados para actividades recreativas. Por lo cual, hace que su conservación y uso racional, estén directamente relacionados al bienestar humano.

Un componente particularmente importante de éste tipo de ecosistemas lo constituyen las aves acuáticas. Rebón (1991), ha identificado que el 25% de la ornitofauna mexicana son acuáticas y de éstas, 70.6% son especies de hábitos migratorios; las cuales se desplazan grandes distancias, dependiendo en su travesía de los humedales de varios países, lo que convierte en una responsabilidad internacional la planeación, conservación y manejo de éste recurso y sus hábitats.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los humedales proporcionan valiosos hábitats, los cuales poseen los recursos para las necesidades básicas de las aves que ahí habitan, como son alimento, refugio, descanso, anidación, entre otros; siendo éstos indispensables para su supervivencia.

Las interrelaciones que un ave migratoria mantiene con sus áreas de paso durante la migración y en invierno no han sido previamente reconocidas. Estas áreas no han sido vistas como uniones frágiles en el ciclo de vida de esas especies, sino como simples lugares de descanso (Rappole *et al.* 1993).

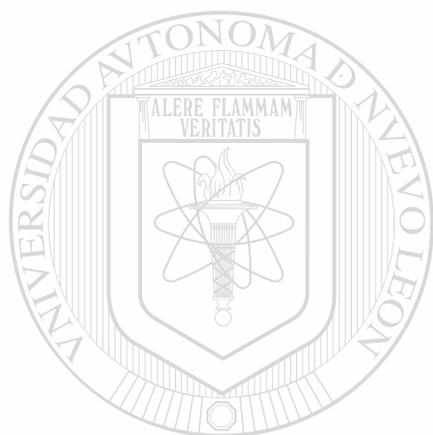
En los humedales las aves acuáticas migratorias y residentes funcionan como parte integral de las comunidades que conforman. Considerando lo anterior, Rappole *et al.* (1993), señalaron que son prioritarios estudios sobre el período no reproductivo de su ciclo de vida (durante la estancia migratoria), ya que éste es central para entender su biología y asegurar su conservación. Existe una creciente evidencia que indica que la fase no reproductiva representa el período más crítico, desde el punto de vista de supervivencia para muchas especies de aves acuáticas migratorias (Lack, 1944 y 1968; Salomonsen, 1955; Fretwell, 1972; Rappole y Warner, 1980; citados por Rappole *et al.*, 1993).

El grupo de las aves acuáticas es reconocido en el ámbito de la conservación, por considerarse especies indicadoras, ya que proporcionan indicios tangibles, de fácil y rápido acceso para detectar efectos nocivos a su medio, debido a la susceptibilidad que presentan a las modificaciones de su entorno (Haseltine *et al.*, 1981; Hoffman y Eastin, 1981; White *et al.*, 1981; Ohlendorf *et al.*, 1982; McNicol *et al.*, 1987; Smith, 1987; y Guzmán, 1990).

La constante alteración de los sistemas acuáticos en el estado de Jalisco, se ha dado principalmente por factores antrópicos, ocasionando que se presenten cambios en la composición de especies de la comunidad de aves acuáticas y en la densidad de cada una de sus poblaciones.

Considerando lo anterior y que actualmente en el estado de Jalisco, se tienen muy pocos estudios sobre la ecología de las comunidades de aves acuáticas, en los aspectos de distribución, diversidad, estado actual de sus poblaciones, así como el diagnóstico de sus hábitats (Rodríguez-Yáñez *et al.*, 1994). Se hace necesario desarrollar estudios de este tipo, considerando que aportan información sobre las afecciones que directa o indirectamente amenaza a la avifauna acuática y el ambiente que utilizan. Por lo que generar conocimiento sobre la comunidad de aves acuáticas y sus hábitats en la Laguna de Zapotlán, proporcionará información

necesaria para desarrollar aspectos sobre su manejo, conservación y aprovechamiento de éste grupo aviar y sus hábitats.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2. ANTECEDENTES

2.1. Riqueza de especies.

Edwards (1989) y Peterson y Chalif (1989), reportaron para México 197 y 199 especies de aves acuáticas respectivamente. Mientras que Rebón (1991), ha registrado 245 especies de avifauna acuática mexicana, de las cuales 173 son de hábitos migratorios; las cuales se desplazan grandes distancias, dependiendo en su travesía de los humedales de varios países, lo que convierte en una responsabilidad internacional la planeación, conservación y manejo de éste recurso y sus hábitats.

Posteriormente, Rappole *et al.* (1993), señalaron 106 especies de aves migratorias neárticas que inwiernan en hábitats acuáticos en el neotrópico.

Del total de las aves acuáticas mexicanas, se han reconocido 34 especies de importancia cinegética, divididas en cuatro familias: Anatidae, Gruidae, Rallidae y Scolopacidae (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1989). De las cuales 19 especies se localizan en las zonas lacustres de Jalisco.

Los estudios de las aves acuáticas se encuentran al nivel de inventarios parciales, realizados en zonas específicas del estado de Jalisco (Friedmann *et al.*, 1950; Arellano y Rojas, 1956; Miller *et al.*, 1957; Schaldach, 1963; Montufar, 1974; Williams III, 1975; McWhirter, 1976; Leopold, 1977; Williams III, 1977; Gaviño, 1978; Bellrose, 1980; Gaviño y Uribe, 1980; Williams III, 1987; Fish and Wildlife Service, 1988; Arizmendi *et al.*, 1990; Babb, 1991; Navarro, 1993; Rodríguez-Yáñez *et al.*, 1994; Zaragoza, 1995 y Howell, 1999).

Howell (1999), ha reportado 63 especies de aves acuáticas que inciden en los humedales aledaños a Ciudad Guzmán, Jalisco; incluyendo a la Laguna de Sayula y la Laguna de Zapotlán.

2.2. Abundancia.

Gill (1990), ha mencionado que la disponibilidad de los recursos como alimento, lugares para anidar, descansar, entre otros, determinan no solo el tamaño de la población local de las especies, sino también la coexistencia de éstas especies en un hábitat.

Sparrowe *et al.* (1989), señalaron que la Fish and Wildlife Service de Estados Unidos, es la única institución que casi anualmente desde 1947, ha realizado en los principales humedales del país, censos aéreos de aves acuáticas, en particular de anatidos migratorios. Estos son utilizados para determinar la distribución de invierno y la abundancia relativa de varias especies de aves acuáticas migratorias.

Bellrose (1980), ha reportado sobre la abundancia y distribución de los Anatidos en el continente Americano. Derek y Carbonell (1986) y Fish and Wildlife Service (1988), han registrado la presencia en la Laguna de Zapotlán de 7 y 8 especies de aves acuáticas migratorias respectivamente (6 anatidos, la gallareta americana y al pelícano blanco). Estos resultados son de censos aéreos realizados por Fish and Wildlife Service durante los años de 1977 a 1988, entre los cuales se incluye a la Laguna de Zapotlán.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.3. Diversidad.

De acuerdo con Worthen (1996), las principales características de las comunidades animales son riqueza de especies y abundancia relativa. De éstos, los patrones en composición de especies tienen mayor dificultad para cuantificarse empíricamente; sin embargo, revelan importante información acerca de los factores que pueden determinar la estructura de la comunidad.

La diversidad de la avifauna se encuentra relacionada con los requerimientos de energía por la comunidad y la estructura del hábitat (Karr, 1968). Así mismo, Tramer

(1969), ha señalado que las aves que ocupan un área conocida en invierno o durante la estación migratoria pueden tener bajos valores de equidad, comparadas con las poblaciones residentes, en parte porque exhiben un comportamiento no territorial entre mas especies presentes se encuentren en la misma área.

Helmers (1992), ha mencionado que los ambientes acuáticos o humedales presentan condiciones ecológicas muy variadas, en función de la naturaleza del sustrato, del relieve y de gran número de factores, tanto físicos como biológicos. Dando origen a hábitats bien diferenciados, de productividad variable, ocupados por avifaunas diversas, cuya composición y densidad dependen de las condiciones ecológicas presentes.

La separación temporal (estacional), de ciertas poblaciones de especies que requieren explotar distintos recursos, permiten la coexistencia de más especies y por lo tanto contribuye a la diversidad de la comunidad (Pianka, 1982).

Swift *et al.* (1984), realizaron un estudio en un humedal de un bosque lluvioso, sobre la relación de densidad y diversidad de la avifauna residente con las variables de su hábitat, concluyendo que la estructura de la vegetación y la hidrología presentan una relación significativa.

2.4. Distribución temporal.

Arellano y Rojas (1956), reportaron que en su recorrido por el territorio mexicano las aves acuáticas se detienen por cortos periodos o realizan estancias invernales en los ríos, lagos y lagunas de agua dulce, prefiriendo otras la visita a lagunas costeras y esteros; así como los numerosos depósitos comprendidos en la faja costera del Pacífico. Las rutas migratorias del Pacífico y del Centro cruzan por el estado de Jalisco, llevando a sus aguas dulces, salobres y marinas una gran cantidad de aves acuáticas, particularmente de patos, cercetas y gansos.

Las aves acuáticas migratorias se benefician explotando recursos cíclicamente disponibles, en lugares que sólo pueden utilizar una parte del año, convirtiéndose en seres dependientes de una secuencia de áreas específicas y esenciales para completar su ciclo anual (Leopold, 1977; Bellrose, 1980 y Rebón, 1991).

Mientras que Schwartz (1963, 1964 y 1980); Lack y Lack (1972); Emlen (1977); Myers (1980); Smith (1980); Stiles (1980); Rappole y Warner (1980); citados por Rappole *et al.* (1993), señalaron que los individuos de aves acuáticas migratorias retornan al mismo lugar año con año; y que algunas especies, en los hábitats de paso o invierno se encuentran con individuos de varias especies y hasta de la misma especie, que defienden territorios de paso o permanentes. Por lo tanto los problemas de conservación básicamente son los mismos para aves acuáticas migratorias y las no migratorias (Gabrielson, 1942 y Rappole *et al.*, 1993).

Algunas especies tienen poblaciones residentes y poblaciones migratorias que coexisten en las mismas comunidades durante ciertas estaciones del año (Rappole *et al.*, 1993).

Rappole *et al.* (1993), mencionaron que el proceso de expansión en la distribución y el desarrollo de poblaciones migratorias es continuo y dinámico. Ejemplos de esto son *Bubulcus ibis*, *Egretta tricolor*, *Egretta thula* y *Ardea alba*, las cuales han desarrollado poblaciones migratorias recientemente.

Williams III (1982), ha reportado como residente en la Laguna de Zapotlán al zambullidor *Aechmophorus occidentalis* el cuál se ha observado anidando. También observo reproduciéndose a los zambullidores *Podilymbus podiceps* y *Podiceps nigricollis*.

2.5. Distribución por uso de hábitat.

Howell y Webb (1995), señalaron que la distribución de las aves se encuentra básicamente relacionada con el hábitat. Considerando que algunas especies son específicas de su hábitat, otras son tolerantes a ciertos hábitats; mientras que otras especies son completamente adaptables a varios hábitats, dichas especies son denominadas especies generalistas.

Es importante señalar que la selección del hábitat es realmente una fuerza para lograr la coexistencia competitiva; mientras que la utilización del hábitat es una de las principales relaciones que permiten a las especies coexistir (Rosenzweig, 1981).

Boettcher *et al* (1995), mencionaron que los factores que influyen en la utilización del hábitat son la disponibilidad de presas, tipos de sustratos, ciclo de las mareas, niveles del agua y la morfología individual de las especies.

Los lagos se caracterizan por una zonación concéntrica alrededor de sus márgenes, que va de la tierra firme y seca al agua libre. La distribución de las aves acuáticas, sigue exactamente esta zonación, en función de sus exigencias ecológicas (abrigo, alimento, anidación, entre otras). La ausencia de alguna de éstas zonas, trae consigo la de especies que son características de ella (Helmers, 1992).

2.6. Caracterización del hábitat.

Actualmente uno de los problemas más serios a escala mundial, es la eutricación de los humedales naturales, causados principalmente por las múltiples actividades antropogénicas (Cooke *et al*.1986, E.P.A. 1990a y Harper, 1992, citados por Balfors, 1993).

La eutricación modifica la dinámica natural hidrológica, así como los elementos químicos del agua, propiciando bajas abundancias en las especies de aves acuáticas y grandes cambios en la vegetación acuática; esto ha sido demostrado por Balfors (1993), en un estudio realizado durante varios años en el Lago Angarn, Estocolmo, Suecia.

La constante degradación de los ecosistemas lacustres por el incremento poblacional humano, se refleja en la destrucción de los hábitats de la avifauna, debido a la contaminación principalmente; presentándose en países con mayor concentración de aves acuáticas migratorias de paso e invernantes; resultando México una de las regiones críticas para concentrar los esfuerzos de conservación (Rappole *et al.*, 1993). Los estudios realizados por U.S. FWS han identificado en México 29 áreas consideradas como críticas, debido a que mantienen en invierno importantes poblaciones de aves acuáticas, entre las cuales se encuentra la Laguna de Zapotlán (Fish and Wildlife Service, 1988 y Gustafson, 1990).

El grupo de las aves acuáticas ha ocupado un lugar muy especial dentro del ámbito de la conservación, ya que proporciona indicios tangibles, de fácil y rápido acceso para detectar efectos nocivos a su medio, debido a la susceptibilidad que presentan a las modificaciones de su entorno (Haseltine *et al.*, 1981; Hoffman y Eastin Jr., 1981; White *et al.*, 1981; Ohlendorf, 1982; Smith, 1987; McNicol *et al.*, 1987; Guzmán, 1990 y Balfors, 1993).

Simmonds *et al.* (1997), encontraron una fuerte asociación de factores físicos y biológicos con la densidad de *Phalacrocorax auritus*.

Blair (1992), determinó que los mejores factores de pronóstico en el uso de lagos por parte de los somormujos en orden decreciente resultaron ser, área, cantidad de hierro disuelto, temperatura superficial y profundidad en el área de muestreo.

Pesson (1978), ha observado en ambientes acuáticos que un mismo hábitat presenta amplias fluctuaciones periódicas de productividad según un ritmo anual determinado por las variaciones, de sus complejos ciclos físico-químicos (transparencia, temperatura, conductividad, profundidad, pH, oxígeno disuelto, bióxido de carbono, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sulfatos, cloruros, nitratos, nitritos, alcalinidad, entre otros) y biológicos (riqueza y abundancia de especies, cobertura vegetal, principalmente). Por lo que Johnsgard (1956); Weller *et al.* (1958) y Limón (1982) y David (1994), indicaron que las modificaciones o perturbaciones del hábitat, reflejadas en las fluctuaciones del agua y cambios en la estructura de la vegetación ribereña y acuática, han afectado la abundancia y composición de especies de las comunidades de aves acuáticas.

Mientras que Kantrud y Stewart (1977 y 1984) y Landers *et al.* (1977), demostraron que la profundidad y la temperatura del humedal tienen influencia en la estructura y composición de la vegetación acuática y directamente con la diversidad de la avifauna acuática.

Boettcher *et al.* (1995), señalaron la influencia del recurso alimento y la disponibilidad de hábitats para aves playeras, encontrando que la abundancia y riqueza de especies es fuertemente influenciadas por la variación estacional en la precipitación, reflejado esto en la profundidad y extensión que presenta el humedal; coincidiendo el incremento y/o decremento de la profundidad con la abundancia y riqueza de especies de aves, consideran que esto se debe a las fluctuaciones que de la misma manera se presenta en el recurso alimentario.

Hobaugh y Teer (1981), realizaron un estudio en 55 lagos de Norte América, determinando parámetros físico-químicos y de la vegetación en esos humedales; concluyendo que las características más importantes del hábitat donde se

encuentran las poblaciones de aves acuáticas, son áreas de extensas superficies inundadas y que presentan grandes cantidades de vegetación acuática.

Mack y Flake (1980), encontraron que todas las especies de patos del género *Anas*, excepto *Anas strepera* mostraron una asociación positiva con la presencia de la vegetación emergente. De la misma manera, Rhodes y García (1981), determinaron que las características de los humedales utilizados por la avifauna acuática en Texas, presentaron una asociación significativa con la vegetación emergente y la turbidez; consideraron que los grandes conglomerados de vegetación emergente contribuyen a la supervivencia de la comunidad de aves acuáticas, proporcionándoles sitios de refugio, forrageo y anidación.

Mientras que Pery y Uhler (1988), determinaron que la distribución y la abundancia de *Aythya valisineria* durante el invierno en la Bahía de Chesapeake, se encuentra relacionada con los cambios en las condiciones del hábitat, identificando como el factor más importante de esas modificaciones a la declinación de la vegetación sumergida.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3. HIPOTESIS

La diversidad de la comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán, se encuentra directamente relacionada con características del hábitat.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General:

Determinar el estado actual de la avifauna acuática y sus hábitats en la Laguna de Zapotlán, Jalisco, México.

4.2. Objetivos Específicos:

- 4.2.1. Determinar la composición de especies de la comunidad de aves acuáticas.
- 4.2.2. Obtener la abundancia y estacionalidad de la avifauna acuática.
- 4.2.3. Estimar la diversidad de la comunidad de las aves acuáticas.
- 4.2.4. Realizar la caracterización de los hábitats mediante los parámetros físico-químicos del humedal.
- 4.2.5. Determinar la distribución por uso de hábitat de la comunidad de aves acuáticas.

5. AREA DE ESTUDIO

5.1. Ubicación.

La Laguna de Zapotlán, se localiza en el sur del estado de Jalisco, se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 19° 35' y 19° 54' de latitud norte y las 103° 25' y 103° 36' de longitud oeste, colindando al norte con la Laguna de Sayula, al sur de la región agrícola de Huescalapa, al oriente con la Sierra del Tigre y al poniente con la Sierra de los Volcanes (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981) (Figura 1).

La cuenca comprende una superficie total de 45,000 Has su topografía es montañosa en un 50%, con un valle en la parte central que contiene a la Laguna, cuya superficie es de aproximadamente de 1,100 Has, con un almacenamiento aproximado de 20 millones de metros cúbicos y se localiza a 1535 msnm. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1996).

5.2. Clima.

De acuerdo con García (1975), la clasificación de climas en la cuenca corresponde al tipo (A)c (Wo)(w) a (i) semicálido subhúmedo con lluvias en verano.

Con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del total anual, la temperatura media del mes más caliente (junio), es de 22.9 °C y la oscilación térmica de 5.9 °C; con una precipitación promedio de 700 mm anuales. El Instituto de Estadística, Geografía e Informática (1996), señala que mediante 20 años de observación en dos estaciones meteorológicas para el área de la Laguna, la temperatura media anual es 20.05 °C y la precipitación anual promedio es de 753.45 mm.

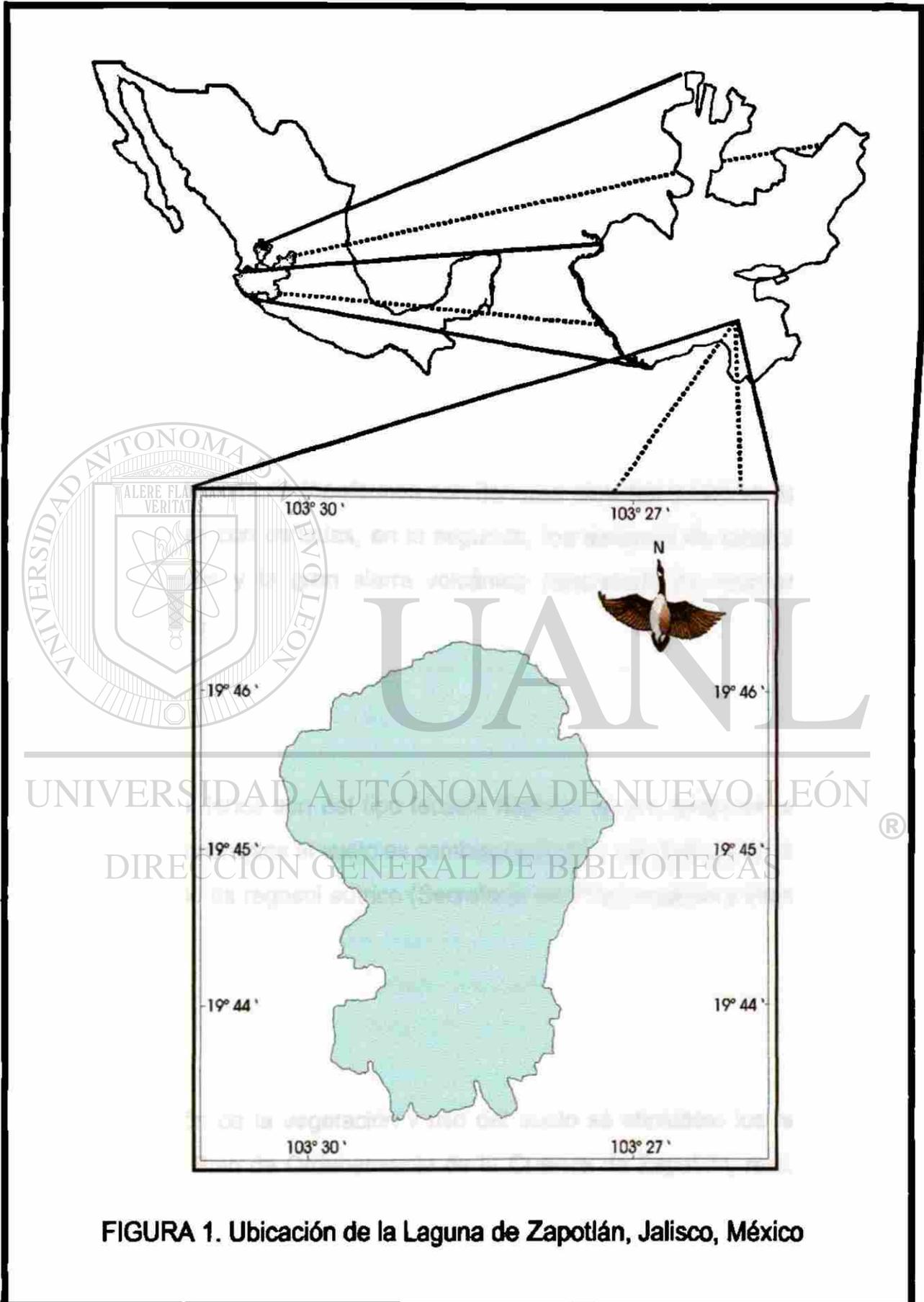


FIGURA 1. Ubicación de la Laguna de Zapotlán, Jalisco, México

5.3. Hidrología.

La zona es considerada una cuenca cerrada (endorreica), perteneciente a la Región Hidrológica No. 12 (RH12) Lerma-Santiago. Esta incluida en la cuenca (D) Lago de Chapala y es denominada como subcuenca intermedia (e) Laguna de Zapotlán (RH12De) (Instituto de Estadística, Geografía e Informática, 1996).

5.4. Fisiografía.

Basándose en la regionalización fisiográfica nacional del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1996), la región pertenece a la provincia del Eje Neovolcánico y a la subprovincias Chápala y Volcán de Colima. En la primera, los principales sistemas de topofomas son llanuras aisladas y sierras de laderas abruptas asociadas con cañadas; en la segunda, los sistemas de topofomas son de lomeríos suaves y la gran sierra volcánica (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981).

5.5. Suelos.

Los suelos en los llanos son del tipo feozem háplico, en las zonas de lomeríos y sierras de laderas abruptas el suelo es cambisol eútrico y cámbrico, y en las sierras volcánicas el suelo es regosol eútrico (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981).

5.6. Vegetación.

Para la descripción de la vegetación y uso del suelo sé considero los resultados publicados por el Plan de Ordenamiento de la Cuenca de Zapotlán, realizado por investigadores del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, auspiciado por el Gobierno del Estado de Jalisco (Curiel, 1995).

Las regiones más bajas y planas de la cuenca están dedicadas principalmente a la agricultura de temporal. En la franja transitoria entre la llanura y la montaña, en las laderas de las zonas cerriles, la vegetación original es selva baja caducifolia aunque en su mayor parte desplazada por vegetación secundaria. En las partes más altas de la cuenca, los bosques son mixtos de pino y encino.

Entre los miembros del estrato arbóreo y arbustivo aledaño a la Laguna, destacan *Acacia farnesiana*, *A. pennatula*, *Verbesina greenmannii*, *V. sphaerocephala*, *Wigandia urens*, *Dodonaea viscosa*, *Solanum madreense*, *Phytolacca icosandra* e *Hyptis albida*, así como áreas extensas de cultivos agrícolas.

La vegetación acuática se encuentra representada por la asociación llamada tular, formada por individuos de las especies *Typha dominguensis* (tule) y *Scirpus californicus* (tulillo), las cuales crecen en el fondo somero formando una masa densa. También se tiene la presencia de manchones de *Eichhornia crassipes* (lirio acuático), formando grandes colonias que son desplazadas por el viento y cubren extensiones considerables en la Laguna.

Las especies que se comportan como marginales formando una franja variable en la orilla de la Laguna, por lo que se encuentran sujetas a cambios en el nivel de inundación, pudiendo desarrollarse en suelos muy húmedos o en zonas someras, incluso como plantas sumergidas durante períodos cortos. Entre ellas podemos encontrar a *Nicotiana glauca*, *Rumex flexicaulis*, *Ludwigia peploides*, *Leonotis nepetifolia*, *Sorghum halepense* y *Amaranthus palmeri*, entre otras.

6. METODOLOGÍA

El estudio comprendió un ciclo anual, a partir de mayo de 1994 a mayo de 1995. Se realizaron premuestreos durante febrero y marzo de 1994, mediante recorridos en lancha y por la ribera de la Laguna, con la finalidad de establecer las estaciones de muestreo y el tiempo adecuado de conteo para aves acuáticas.

Se eligieron como estaciones de muestreo, aquellas que presentaron una amplia visión del área y donde la presencia de las aves acuáticas en dichas zonas fuera constante, siguiendo las recomendaciones de Evens *et al.* (1991).

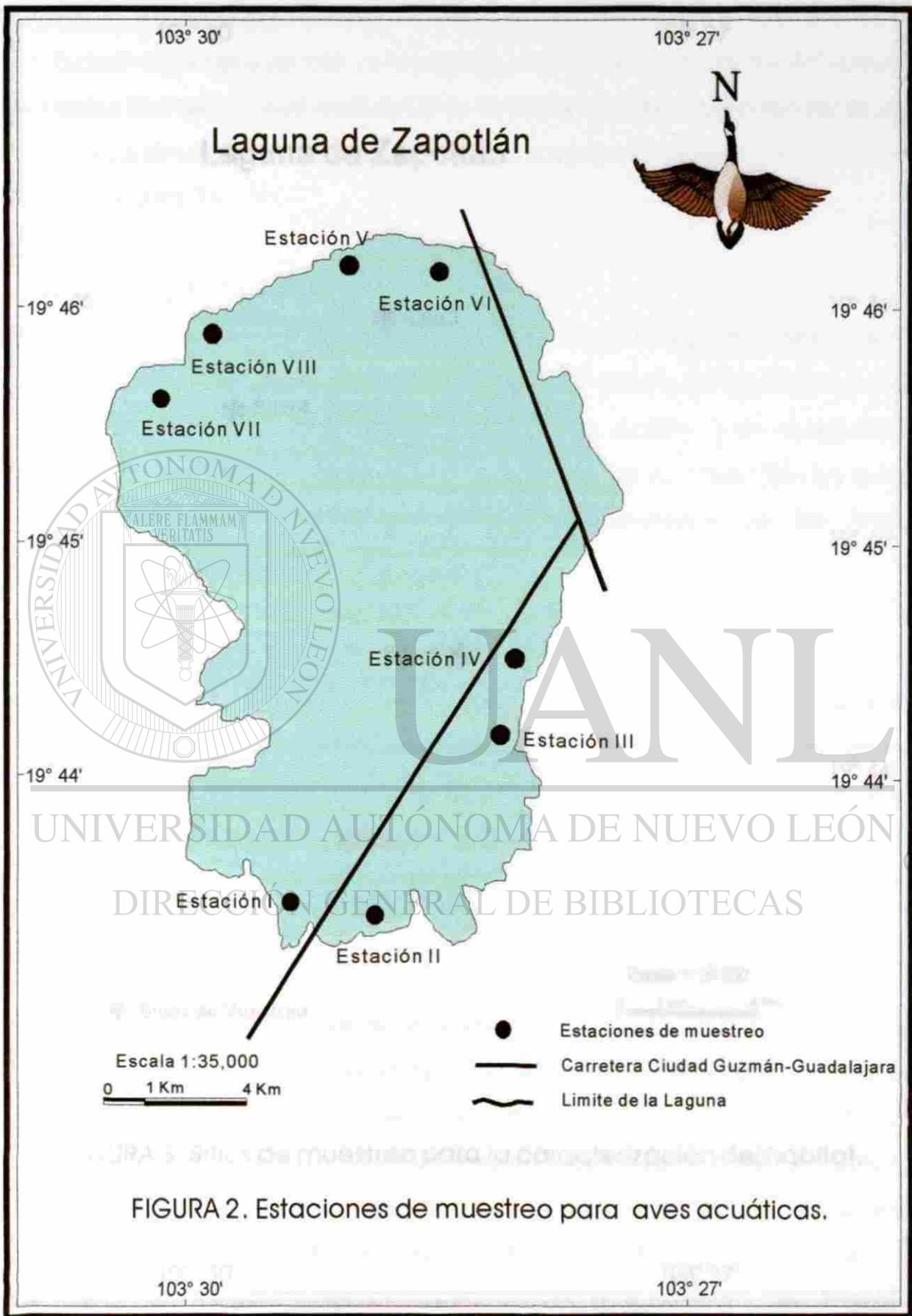
Los muestreos se realizaron mensualmente, durante un ciclo anual; mientras que los muestreos para caracterización de hábitats se desarrollaron cada dos meses a través del año, a partir de febrero de 1994.

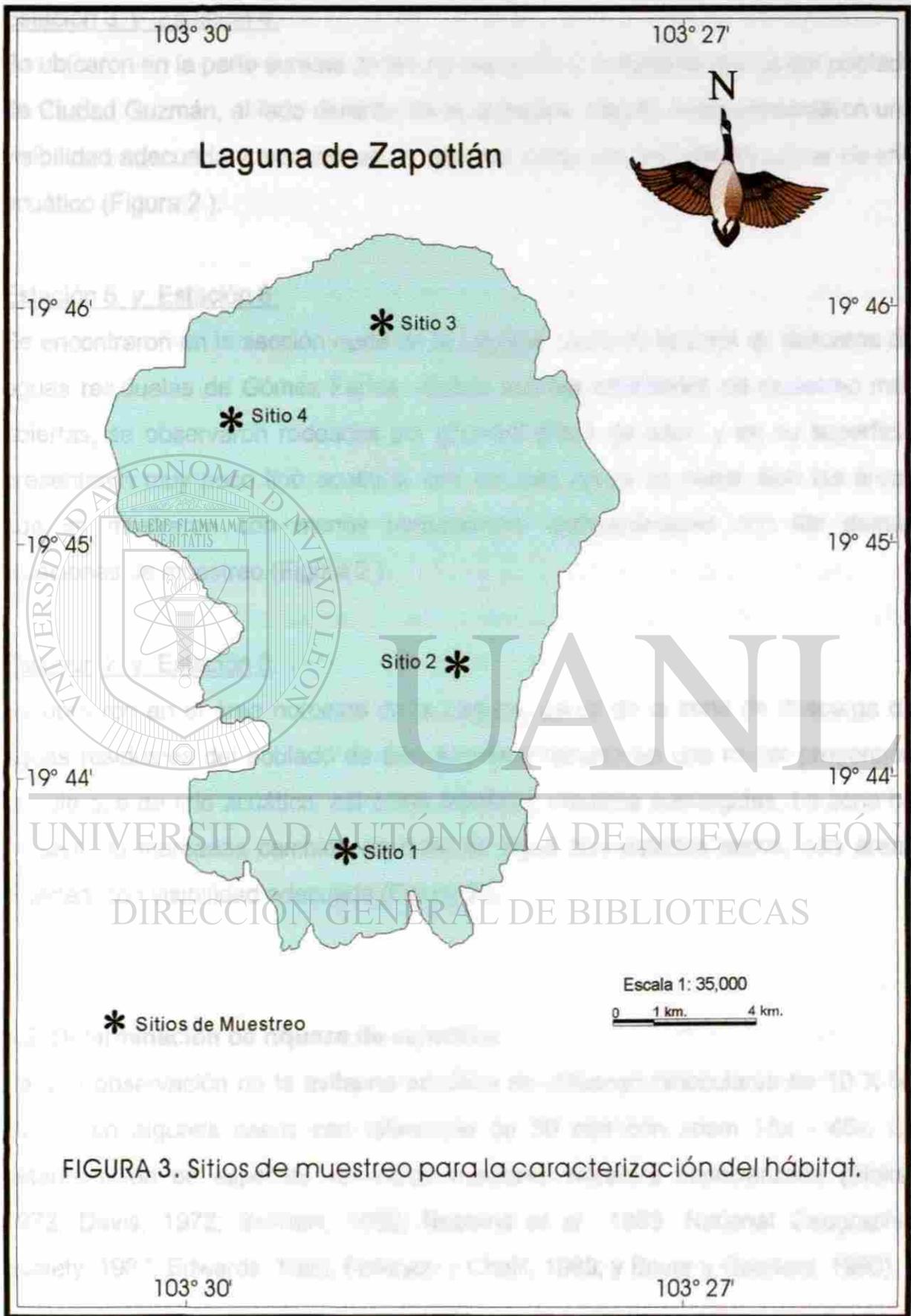
Los muestreos se realizaron cubriendo las zonas norte, sur, sureste y noroeste del humedal. Se seleccionaron 8 estaciones de muestreo para determinar la diversidad de la comunidad de aves acuáticas; y de acuerdo con lo señalado por Evens *et al.* (1991), se establecieron en zonas abiertas con amplia visibilidad a través del borde u orilla de la Laguna (Figura 2). Además se eligieron 4 sitios de muestreo donde se obtuvieron los parámetros para caracterizar el hábitat de la comunidad de aves acuáticas (Figura 3).

6.1. Descripción de las estaciones de muestreo.

Estación 1 y Estación 2.

Se encontraron en la porción sur de la Laguna, cerca del área de descarga de aguas residuales de Cd. Guzmán. Localizándose junto al camino periférico del poblado en lado derecho e izquierdo de éste; ambas son áreas abiertas, rodeadas de tule y presentan algunos islotes (Figura 2).





Estación 3 y Estación 4.

Se ubicaron en la parte sureste de la Laguna, junto al camino periférico del poblado de Ciudad Guzmán, al lado derecho de la carretera. Ambas áreas presentaron una visibilidad adecuada y manchones de tule, así como una proporción similar de lirio acuático (Figura 2).

Estación 5 y Estación 6.

Se encontraron en la sección norte de la Laguna, cerca de la zona de descarga de aguas residuales de Gómez Farías. Ambas son las estaciones de muestreo más abiertas, se observaron rodeadas por grandes áreas de tular y en su superficie presentaron muy poco lirio acuático, con amplias zonas de playa. Son las áreas que se mostraron con menos perturbación, comparándolas con las demás estaciones de muestreo (Figura 2).

Estación 7 y Estación 8.

Se ubicaron en el área noroeste de la Laguna, cerca de la zona de descarga de aguas residuales del poblado de San Andrés. Presentaron una mayor proporción de tule que de lirio acuático, así como árboles y arbustos sumergidos. La zona ha presentado marcados cambios de nivel de agua con estados secos, son áreas abiertas, con visibilidad adecuada (Figura 2).

6.2. Determinación de riqueza de especies.

Para la observación de la avifauna acuática se utilizaron binoculares de 10 X 50 mm. y en algunos casos con telescopio de 50 mm con zoom 15x - 45x. La determinación de especies se realizó mediante literatura especializada (Blake, 1972; Davis, 1972; Bellrose, 1980; Robbins *et al.*, 1983; National Geographic Society, 1987; Edwards, 1989; Peterson y Chalif, 1989; y Boyer y Gooders, 1990).

Para los patrones de coloración del plumaje de Anseriformes se consultó a Kortright (1942) y Bellrose (1980).

Para el arreglo sistemático y nomenclatural se siguió el criterio de la American Ornithologist's Union (1998).

Los nombres comunes en español se estandarizaron según la lista para aves mexicanas de Escalante *et al.* (1996).

6.3. Determinación de abundancia.

En cada una de las ocho estaciones de muestreo, la abundancia relativa se estimó mediante el conteo directo de los individuos observados de todas las especies de la comunidad de aves acuáticas durante media hora (Llinas-Gutiérrez *et al.*, 1989; Blondel *et al.*, 1988; Ringelman y Flake, 1980 y Kricher, 1972).

Se excluyeron los individuos que se observaron volando sobre el área, considerando que pueden no tener asociación con los sitios de muestreo (Gawlik y Rocque, 1998). En algunas ocasiones dependiendo de la abundancia por especie, los conteos se realizaron con apoyo de un contador manual de 4 dígitos.

Los conteos se realizaron aproximadamente a la mitad de la estación de muestreo, con la finalidad de cubrir visualmente el área completa (Evens *et al.* 1991). Los conteos se desarrollaron a través del ciclo dial, durante las horas diurnas de mayor actividad de la avifauna acuática; realizando los muestreos entre el período que abarca (30 minutos después de la primera luz hasta poco antes del crepúsculo vespertino) y en condiciones climáticas favorables.

6.4. Distribución temporal.

Para la distribución temporal de las especies se consideró el criterio de Pettingill Jr. (1985) y Howell y Webb (1995), estableciendo las siguientes modificaciones:

- **Residentes de verano (Rv).**- Especies en un área durante el verano, llegan en primavera a reproducirse y retornan en otoño a sus lugares de origen.
- **Residentes permanentes (Rp).**- Especies que no presentan una migración regular periódica y consecuentemente permanecen en el área todo el año.
- **Visitantes de invierno (Vi).**- Especies en un área durante el invierno, vienen de sus áreas de anidación ubicadas en el norte del continente, a pasar el invierno en regiones climáticas menos rigurosas y se regresan en primavera a sus lugares de origen.
- **Transitorias (Tr).**- Especies que se detienen temporalmente en un área durante su migración hacia el norte en primavera y hacia el sur en otoño o finales del verano.
- **Desconocidas (De).**- Distribución fragmentada a través del año, en la que no se puede establecer un tipo de residencia.

La distribución temporal se corroboró mediante Howell y Webb (1995) y la American Ornithologists' Union (1998).

6.5. Distribución ecológica por uso de microhábitat.

La separación de los microhábitats se realizó según la especificidad de uso de hábitat por parte de los integrantes de la comunidad de aves acuáticas. La

clasificación se estableció de acuerdo a Colwell (1993), con las siguientes modificaciones:

Sólo se registraron las aves que utilizaban cualquiera de los microhábitats en el momento de la observación y se ignoraron aquellas aves que se encontraron volando (Naranjo y Raitt, 1993).

- **Zona acuática (ZACU)** - Es el área inundada con una profundidad mayor de 20 cm.
- **Zona somera (ZSOM)** - Es el área inundada con una profundidad menor de 20 cm.
- **Zona fangosa (playa húmeda) (ZFAN)** - Es el área lodosa localizada inmediatamente después del área inundada. En ocasiones con escasa presencia de vegetación (pastos principalmente).
- **Zona de playa (playa seca) (ZPLA)** - Es el área inmediata al área lodosa, se presenta completamente seca y con escasa presencia de vegetación (pastos principalmente).
- **Zona de Islote (ZISL)** - Porción de tierra rodeada de agua y también se considero a una piedra o tronco de árboles sobresaliendo de la superficie del agua.
- **Zona de cultivos (ZCUL)** – Son áreas cubiertas por cualquier tipo de cultivo presente o cosechado.

6.6. Determinación de caracterización del hábitat.

Los 4 sitios de muestreo fueron seleccionados de manera que cada uno de éstos, representara un par de las estaciones de muestreo para aves acuáticas (Figuras 2 y 3).

En cada uno de los sitios de muestreo para la caracterización del hábitat se obtuvieron los parámetros limnológicos (físico – químicos), sugeridos por Hobough y Teer (1981), considerando como variables la temperatura, oxígeno, potencial hidrógeno (pH), dureza, profundidad y transparencia. Así como cloruros, sulfatos, fósforo, nitrógeno total, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales, plomo, grasas y aceites.

Mediante un Hidrolab marca Kalhsico se determinó para superficie y fondo la temperatura del agua, oxígeno disuelto y pH.

La profundidad y la transparencia se obtuvieron con una sondaleza y con el disco de sechii respectivamente. Mientras que la dureza, cloruros, sulfatos, fósforo, nitrógeno total, demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.), sólidos totales, plomo, grasas y aceites fueron analizados mediante métodos estándar, por el personal del Laboratorio Ambiental de la Comisión Estatal de Ecología del Gobierno del estado de Jalisco.

6.7. Análisis estadísticos.

La abundancia y la riqueza de especies se relacionó con los parámetros de la caracterización del hábitat, mediante la utilización de análisis de varianza y correlación (Hobough y Teer, 1981). Se desarrollaron con apoyo del programa SPSS.

La riqueza de especies como una medida de diversidad se analizó mediante diversidad alfa con el índice de Shannon, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$-(N \ln N - \sum ni \ln ni)/N$$

Donde ni representa la abundancia en cada especie y N el número total de individuos en un colectivo.

Para la diversidad beta se estimó la similitud y disimilitud de la comunidad de aves acuáticas por tipo de hábitat, mediante el Índice de Sorensen (Brower y Zar, 1981, citados por Llinas-Gutiérrez, *et al.* 1989; y Magurran, 1989). Y se desarrolló un análisis de conglomerados "Cluster".

Índice de Sorensen:

$$CC_s = 2c/S_1 + S_2$$

Donde C es el número de especies comunes a las dos comunidades, S_1 y S_2 son el número de especies de cada una de las comunidades.

Las variables de distribución ecológica por uso de microhábitat se estimó de acuerdo a Colwell (1993), mediante un análisis expresado en porcentaje de uso por la comunidad de aves acuáticas.

7. RESULTADOS

7.1. Riqueza.

La comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán se encuentra representada por 44 especies, pertenecientes a 12 familias y 6 ordenes (Cuadro 1).

CUADRO 1. Listado taxonómico de las aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común		
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor		
		<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso		
		<i>Aechmophorus occidentalis</i>	Achichilique pico amarillo		
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco		
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo		
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro mínimo		
		<i>Ardea herodias</i>	Garza morena		
		<i>Ardea alba</i>	Garza blanca		
		<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado		
		<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul		
		<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor		
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera		
		<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde		
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra		
		Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca	
			<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca	
		Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo
				<i>Anas strepera</i>	Pato friso Cerceta ala verde
<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán				
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato de collar				
<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul				
<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela				
<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón-nortefío				
<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino				
<i>Anas crecca carolinensis</i>	Cerceta ala verde				
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate				
Gruiformes	Rallidae			<i>Porphyryla martinica</i>	Gallineta morada
		<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta frente roja		
		<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana		
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildio		
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano		
		<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana		
	Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana nortefía		
	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor		
		<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario		
		<i>Actitis macularia</i>	Playero alzacolita		
<i>Numenius phaeopus</i>		Zarapito trinador			
<i>Calidris mauri</i>		Playero occidental			
<i>Calidris minutilla</i>		Playero chichicuilote			
<i>Limnodromus scolopaceus</i>		Costurero pico largo			
<i>Gallinago gallinago</i>		Agachona común			
<i>Phalaropus tricolor</i>		Falaropo pico largo			
Laridae		<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado		
	<i>Sterna caspia</i>	Charrán caspia			

Las familias con el mayor número de especies, consideradas como las mejor representadas son Anatidae con 11, Ardeidae y Scolopacidae cada una de ellas con 9 especies; y el resto de las familias presentaron menos de 3 especies (Figura 4).

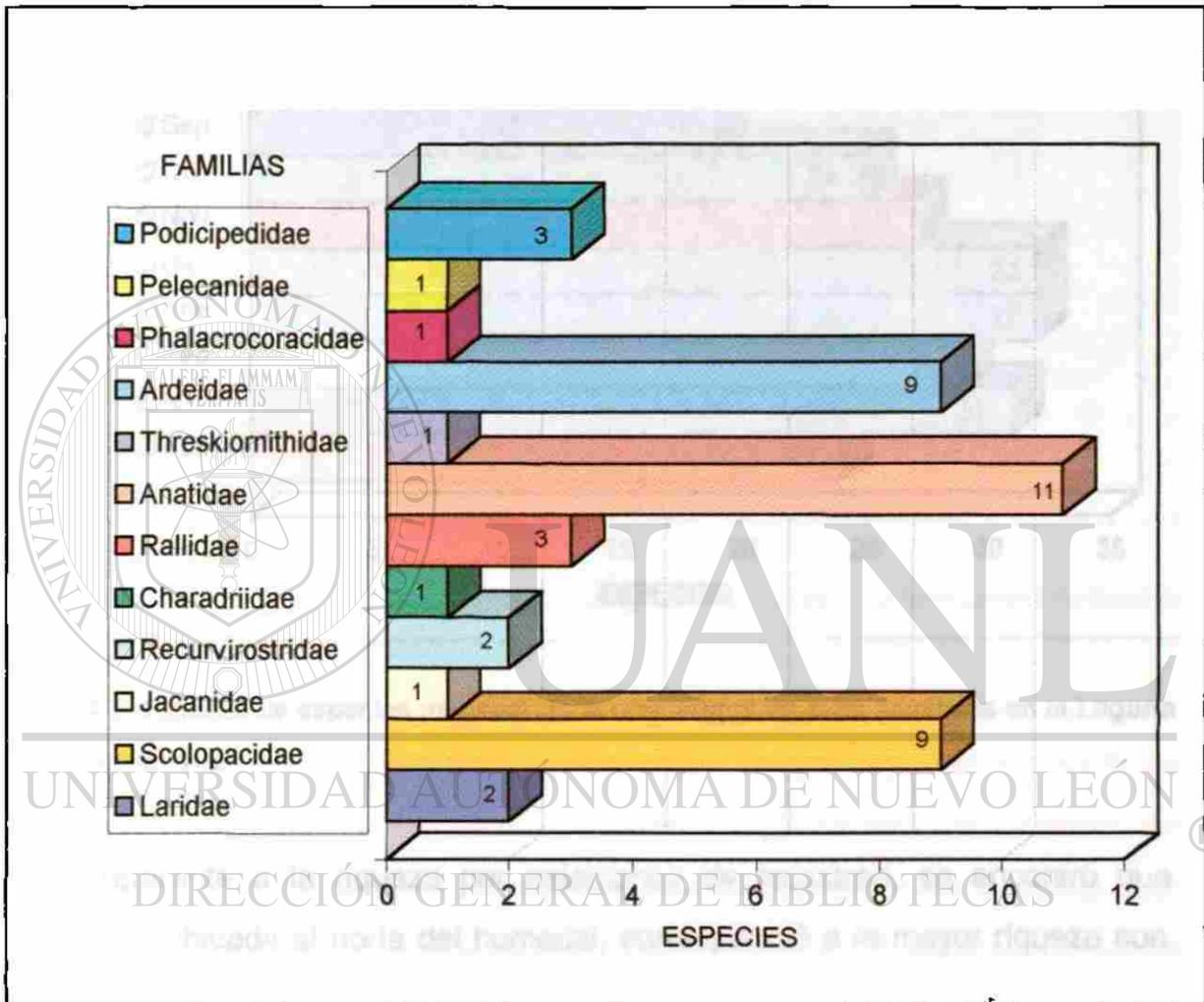


FIGURA 4. Riqueza de especies por familia de la comunidad de aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Es difícil establecer un patrón de comportamiento, sin embargo, es notorio el incremento de la riqueza de especies en la temporada otoño-invierno, entre los meses de octubre a marzo; presentándose la mayor riqueza en diciembre y enero con 32 especies cada uno, decreciendo paulatinamente la composición de especies a partir de abril a septiembre (Figura 5).

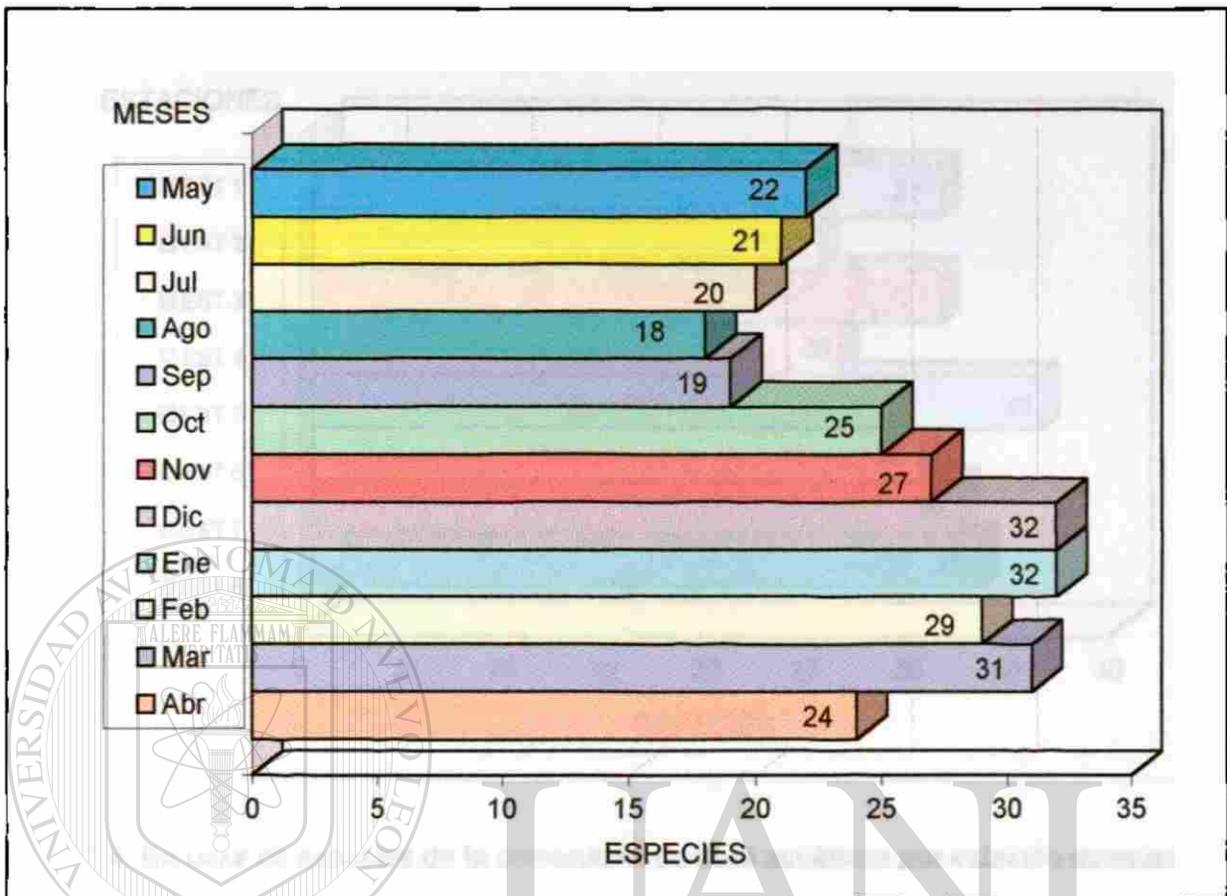


FIGURA 5. Riqueza de especies mensual de la comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

En lo referente a la riqueza por estaciones de muestreo, se encontró que la estación 5 ubicada al norte del humedal, correspondió a la mayor riqueza con 36 especies; así como en las estaciones del noroeste, la 7 y 8 se presentaron 32 y 33 especies respectivamente. Mientras que las estaciones que presentaron menor número de especies, se encontraron ubicadas al sur, como la estación 1 con 31 especies y la estación 2 con 25 especies; de manera similar las estaciones del sureste, la estación 3 presentó 31 especies y con 26 especies la estación 4 (Figura 6).

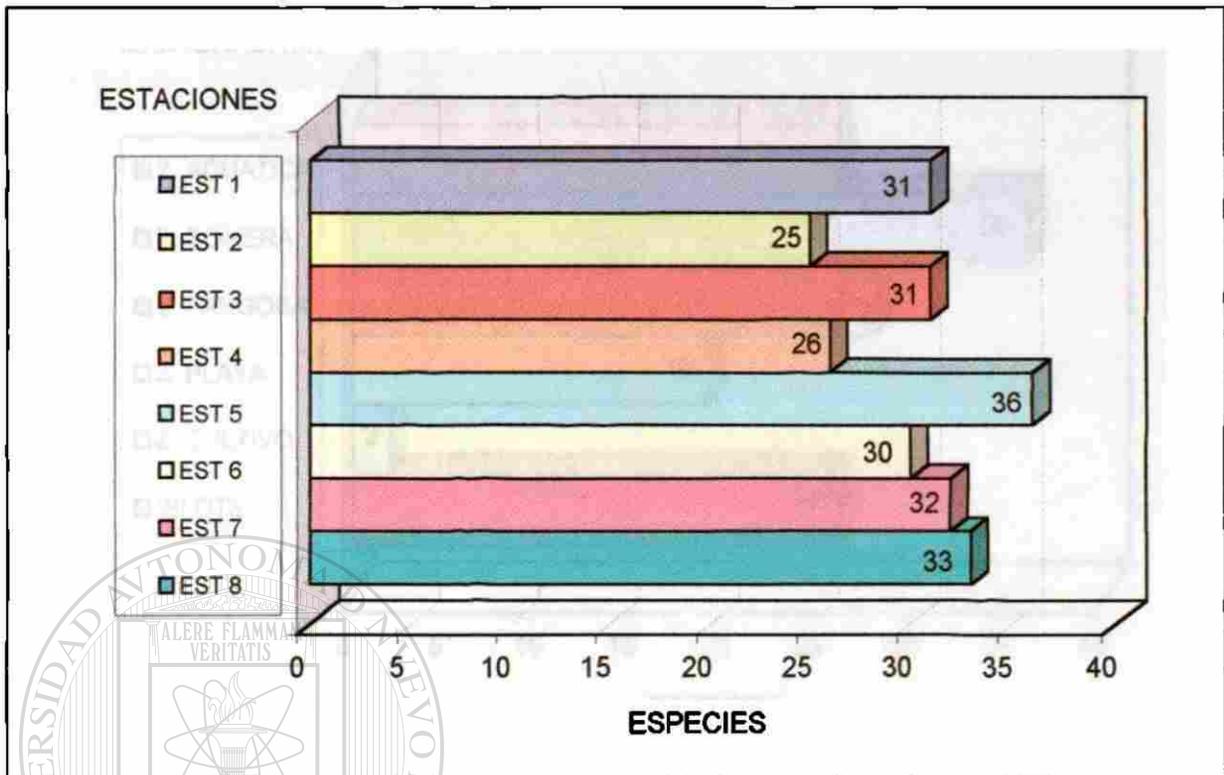


FIGURA 6. Riqueza de especies de la comunidad de aves acuáticas por estación de muestreo en la Laguna de Zapotlán , Jalisco.

Se encontró que los microhábitats con la mayor riqueza de especies es la zona somera con 36 especies, seguido por la zona fangosa con 28 especies, zona acuática e islote ambas con 26 especies respectivamente. Se observó que la riqueza es menor en la zona de playa con 19 especies y disminuye la riqueza abruptamente en la zona de cultivo con la presencia de sólo 2 especies (Figura 7).

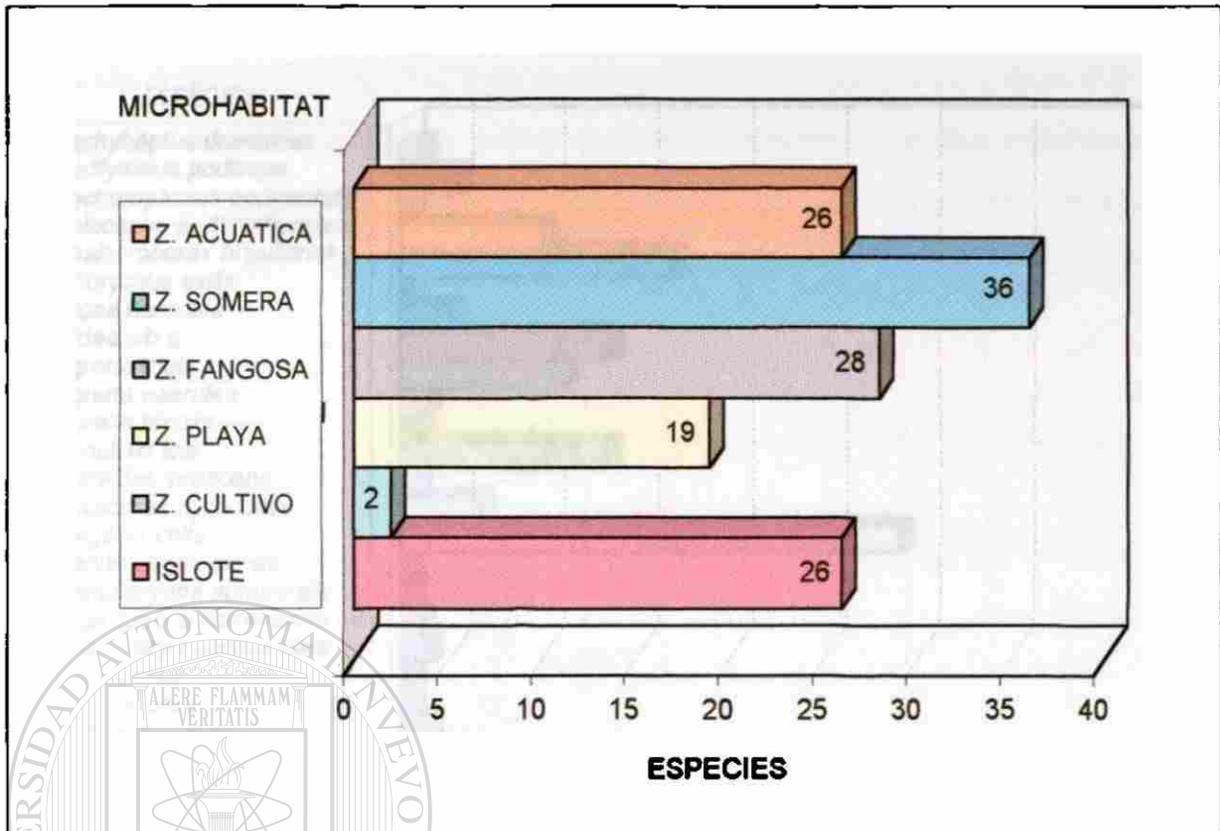


FIGURA 7. Riqueza de especies de la comunidad de aves acuáticas por tipo de microhábitat en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

7.2. Abundancia.

A través del estudio se registró que la especie más abundante es *Fulica americana* (gallareta americana) con 1850 individuos, seguida por *Plegadis chihi* (ibis cara blanca) con 1242 individuos. Con abundancias que oscilaron entre 700 y 300 individuos, se encontró a *Phalacrocorax brasilianus* (cormorán oliváceo); *Himantopus mexicanus* (candelero americano); *Gallinula chloropus* (gallineta frente roja); *Ardea alba* (garza blanca); *Bubulcus ibis* (garza ganadera); *Egretta thula* (garceta pie-dorado); mientras que las abundancias menores a 300 individuos se registraron en el resto de las especies (Figura 8) El patrón de abundancia total está claramente determinado por *Fulica americana* (gallareta americana) (Figura 8).

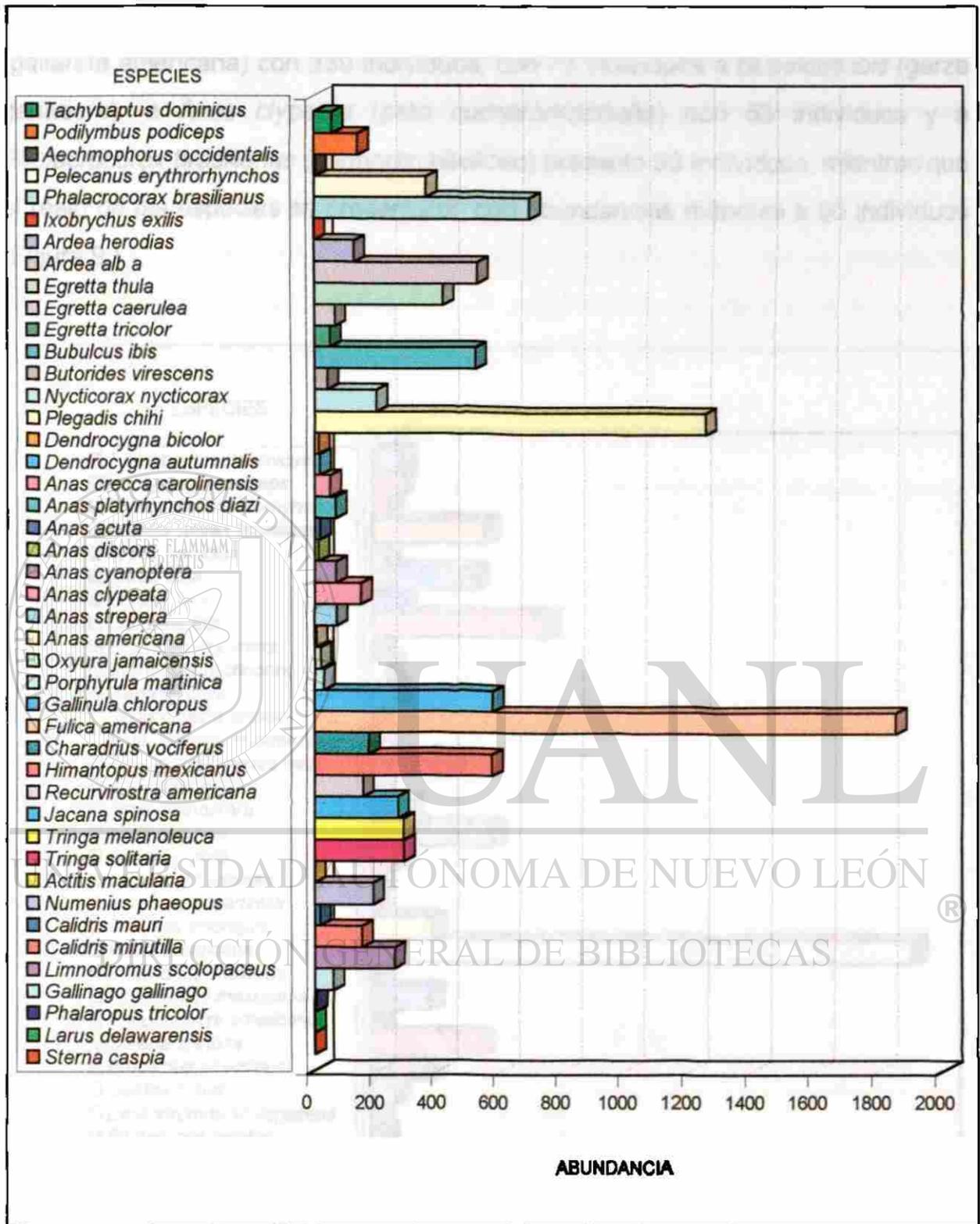


FIGURA 8. Abundancia total por especie de la comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

En la estación de muestreo 1, se encontró más abundante a *Fulica americana* (gallareta americana) con 239 individuos; con 77 individuos a *Bubulcus ibis* (garza ganadera); a *Anas clypeata* (pato cucharón-norteño) con 53 individuos y a *Phalacrocorax brasilianus* (cormorán oliváceo) presento 50 individuos; mientras que el resto de las especies se presentaron con abundancias menores a 50 individuos (Figura 9).

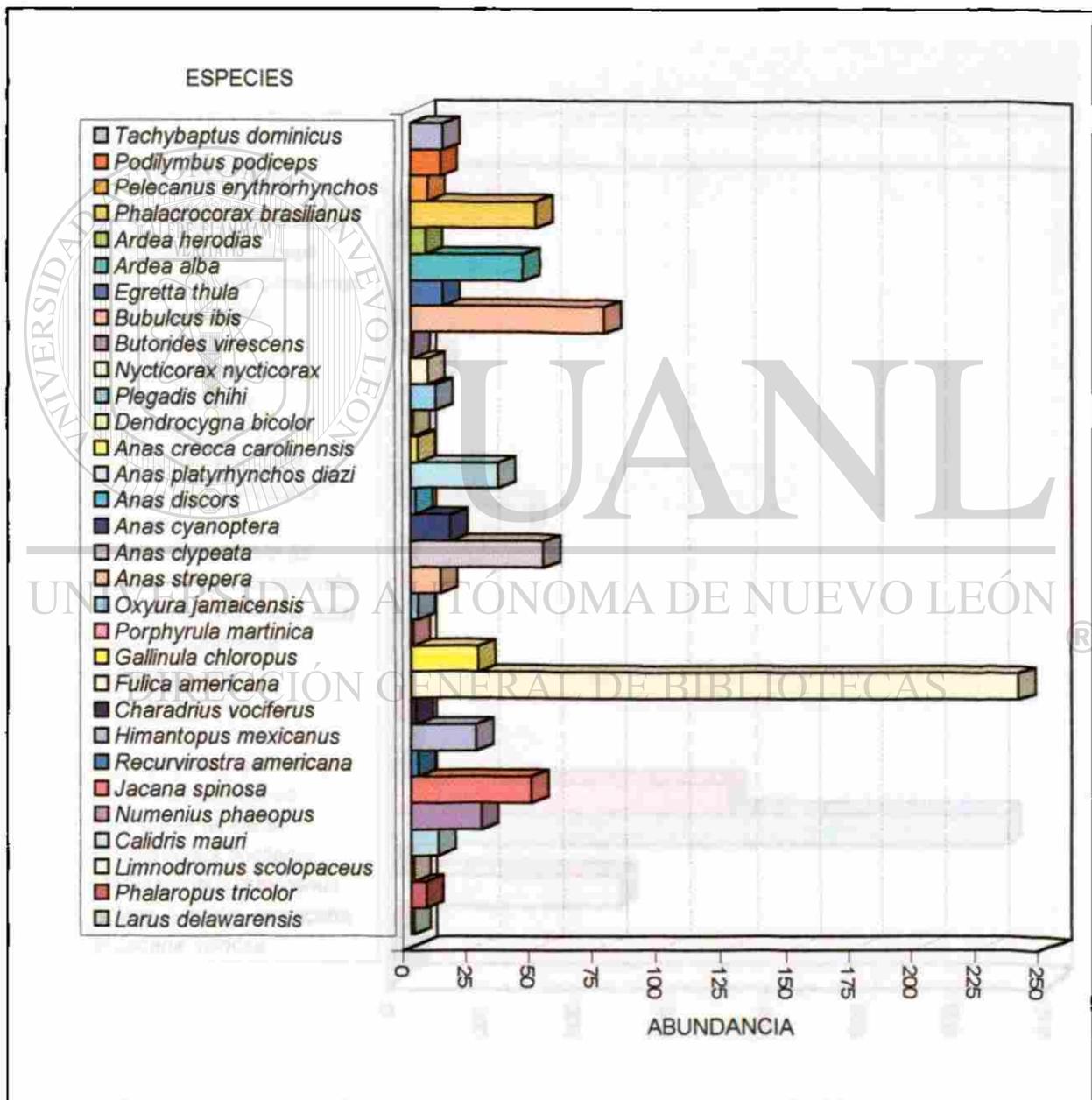


FIGURA 9. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 1 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

En la estación de muestreo 2, las mayores abundancias correspondieron a las gallaretas, con 651 individuos de *Fulica americana* (gallareta americana), 357 individuos de *Gallinula chloropus* (gallineta frente roja), en menor número se registro *Himantopus mexicanus* (candelerero americano) con 242 individuos y *Plegadis chihi* (ibis cara blanca) con 149 individuos. Con cantidades mínimas de individuos se presentaron *Egretta thula* (garceta pie-dorado) con 54 individuos, *Jacana spinosa* (jacana norteña) con 21 individuos y las demás especies con cantidades menores a 16 individuos (Figura 10).

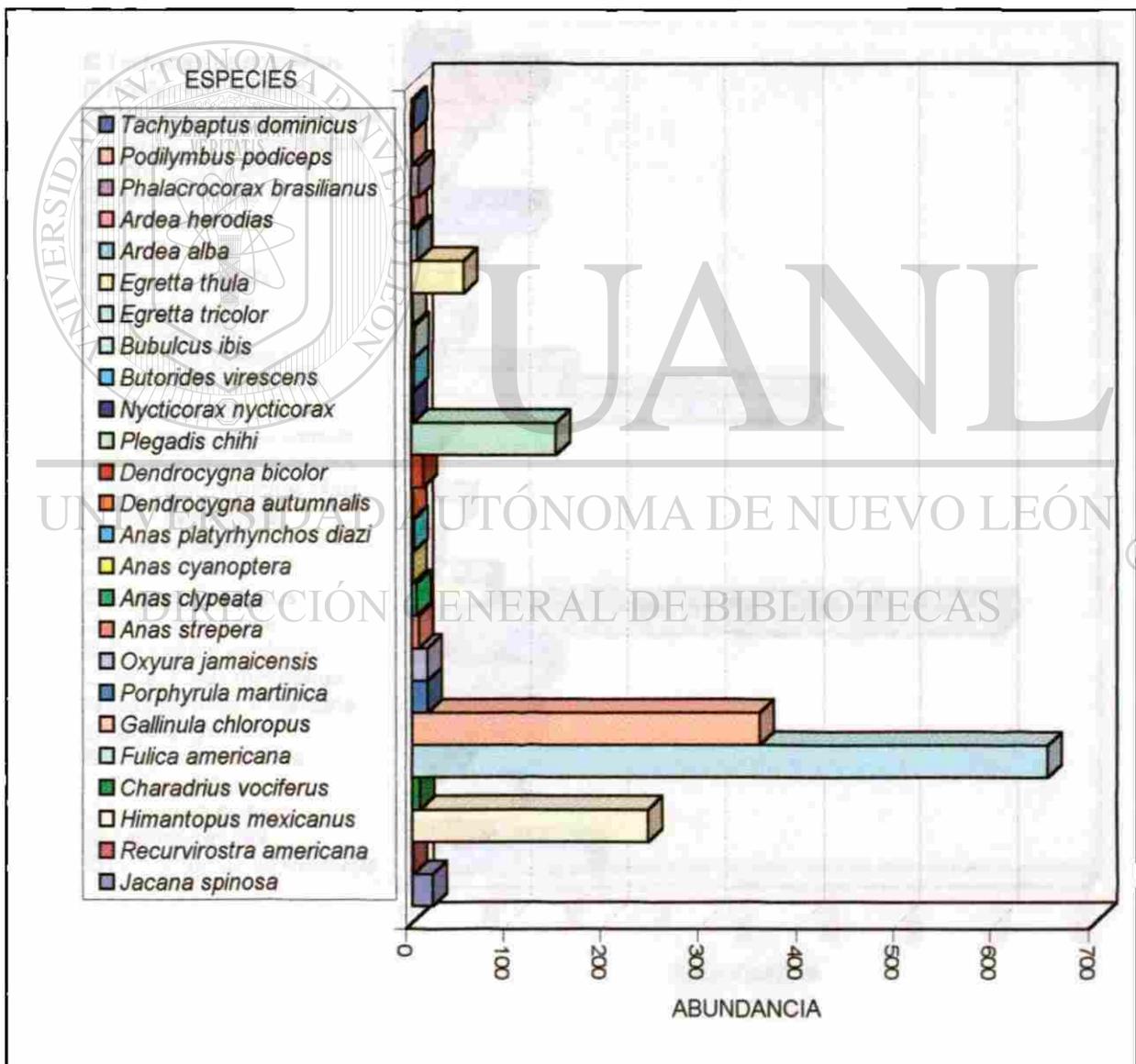


FIGURA 10. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 2 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

De manera similar a las dos anteriores estaciones, en la estación de muestreo 3, la mayor abundancia correspondió a *Fulica americana* (gallareta americana) con 176 individuos, mientras que *Plegadis chihi* (ibis cara blanca) presento 120 individuos, con mucho menos individuos se registro a *Limnodromus scolopaceus* (costurero pico largo) con 55 y el resto de las especies con abundancias menores a 50 individuos (Figura 11).

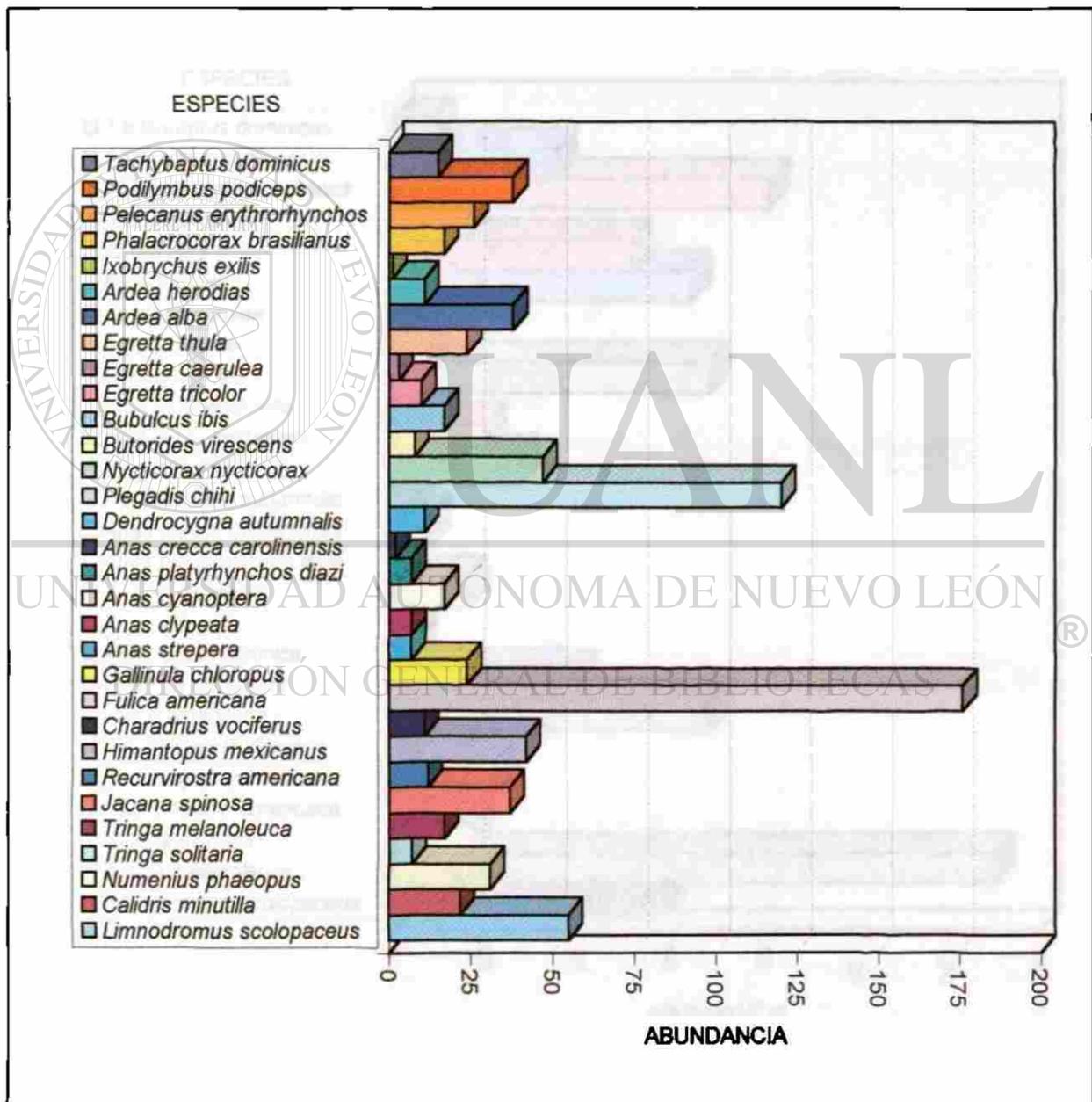


FIGURA 11. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 3 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

En la estación de muestreo 4, las altas abundancias que se registraron fueron de 130 individuos de *Tringa melanoleuca* (patamarilla mayor), *Phalacrocorax brasilianus* (cormorán oliváceo) con 81 individuos, mientras que *Fulica americana* (gallareta americana) y *Bubulcus ibis* (garza ganadera) se encontraron con 68 individuos respectivamente; encontrándose el resto de las especies con abundancias menores de 64 individuos (Figura 12).

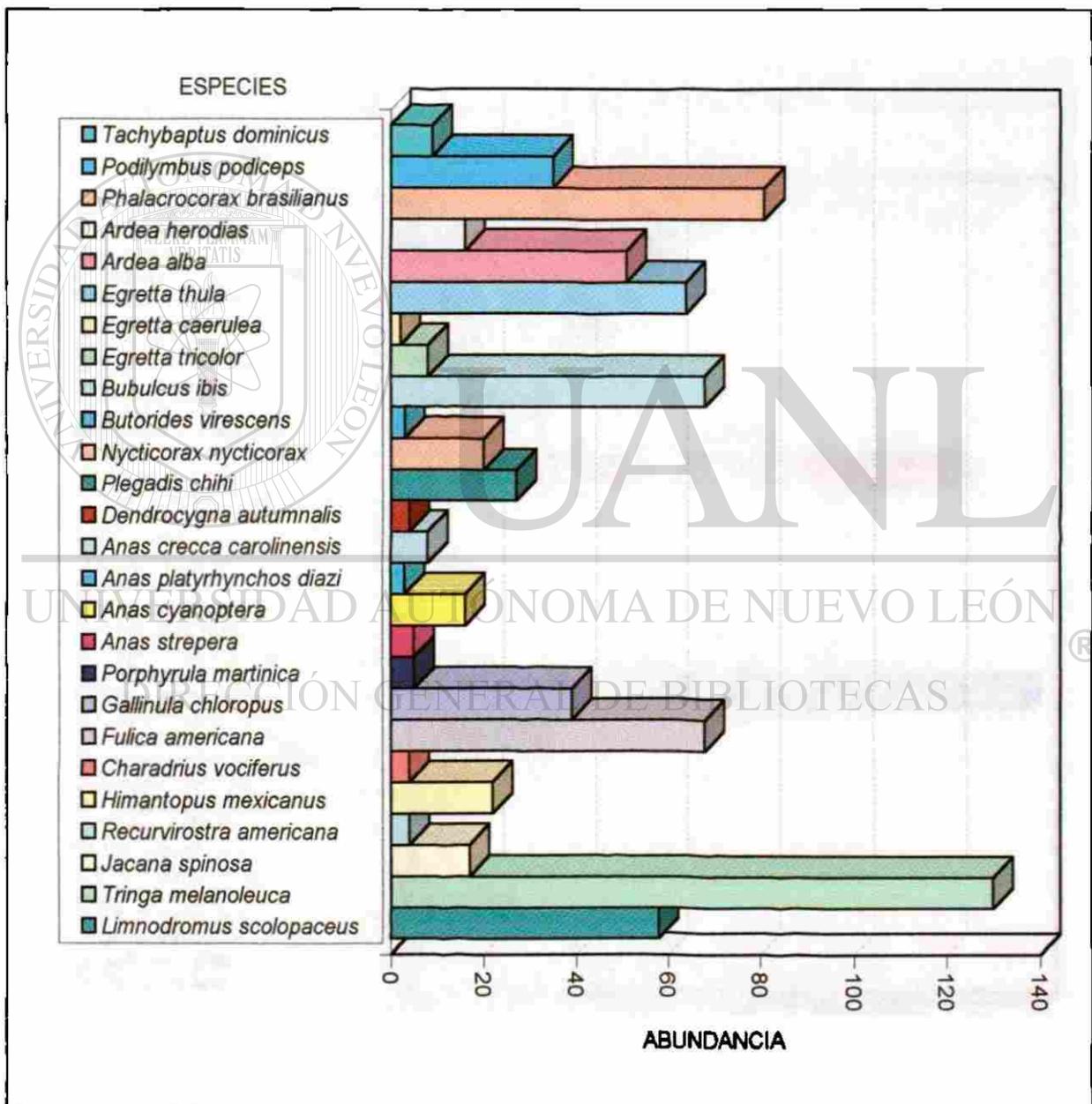


FIGURA 12. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 4 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

En lo referente a la estación de muestreo 5, se identifico con altas abundancias a *Fulica americana* (gallareta americana) con 438 individuos, *Plegadis chihi* (ibis cara blanca) con 391 individuos; muy por debajo de éstas abundancias se registro a *Pelecanus erythrorhynchos* (pelicano blanco) con 185 individuos, 134 individuos de *Ardea alba* (garza blanca), *Himantopus mexicanus* (candelero americano) con 101 individuos, *Bubulcus ibis* (garza ganadera) con 99 individuos, *Calidris minutilla* (playero chichicuilote) con 75 individuos; y las demás especies con menos de 48 individuos (Figura 13).

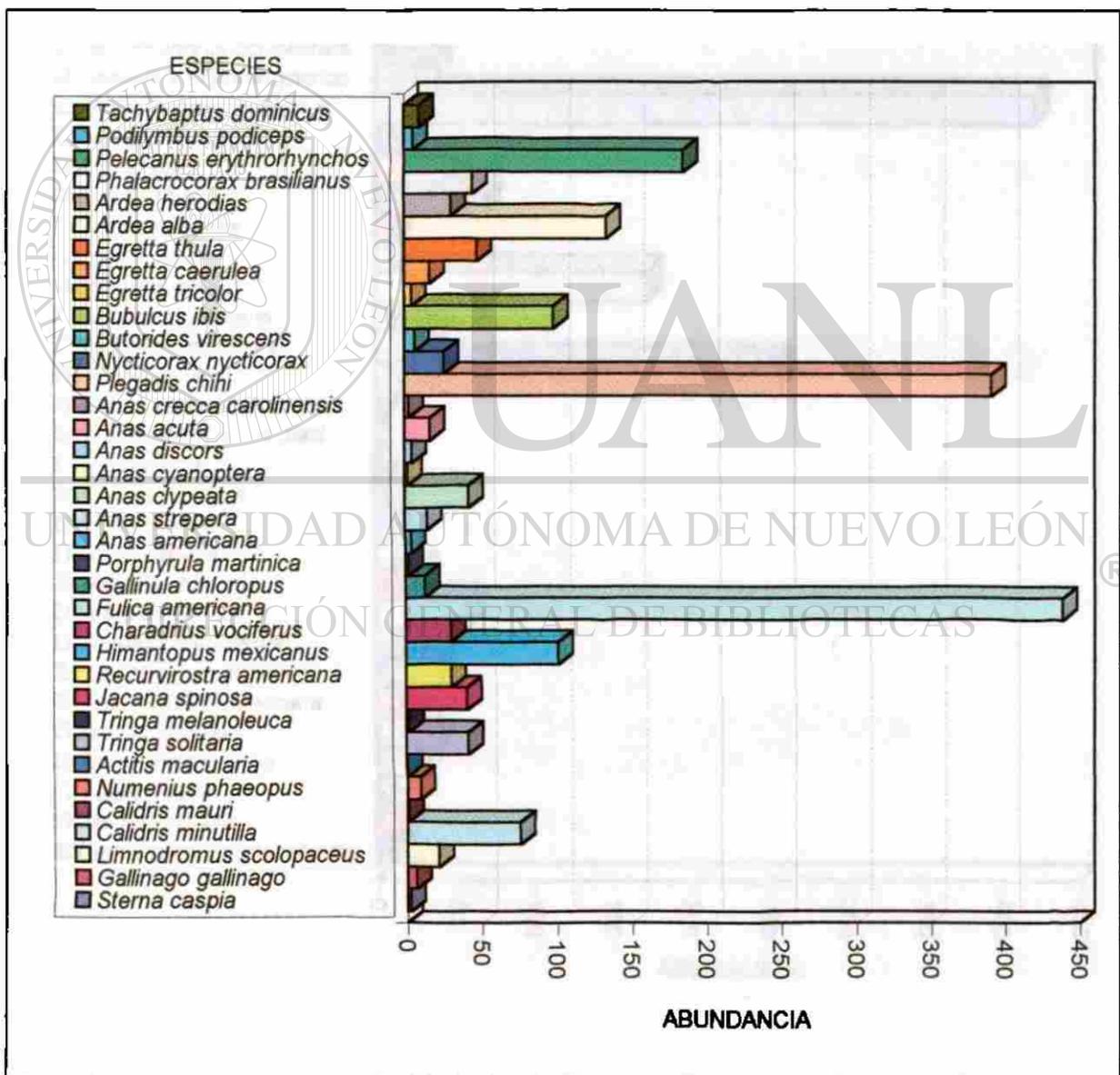


FIGURA 13. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 5 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Mientras que en la estación de muestreo 6, se registro con las mayores abundancias a *Phalacrocorax brasilianus* (cormorán oliváceo) con 420 individuos, seguido por *Plegadis chihi* (ibis cara blanca) con 256 individuos, *Bubulcus ibis* (garza ganadera) presento 173 individuos; y el resto de las especies con abundancias menores a 71 individuos (Figura 14).

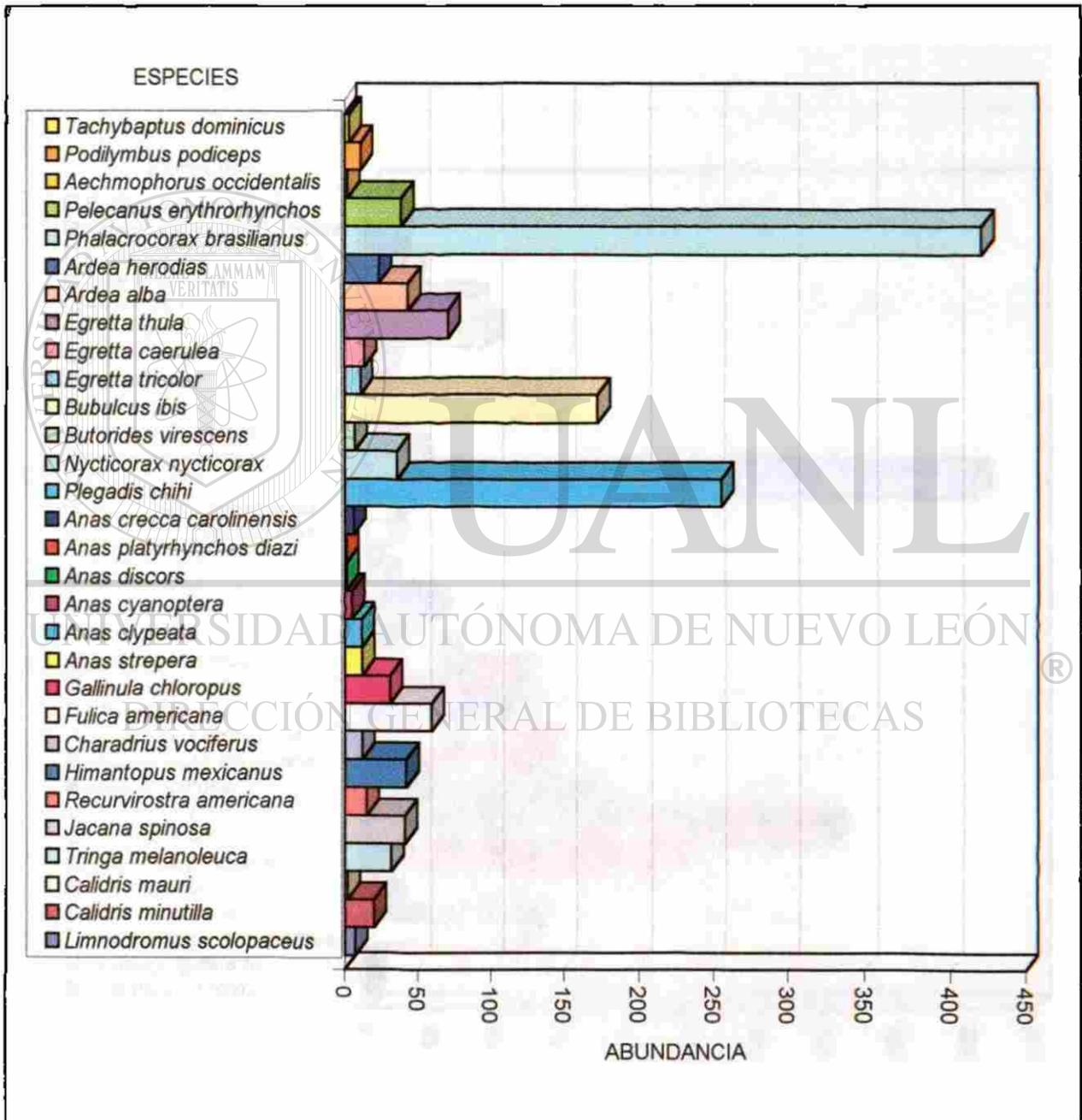


FIGURA 14. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 6 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Lo correspondiente a la estación de muestreo 7, se identificaron con las más altas abundancias a *Plegadis chihi* (ibis cara blanca) con 227 individuos, a *Tringa solitaria* (playero solitario) con 177 individuos, *Numenius phaeopus* (zarapito trinador) con 119 individuos, encontrándose 89 individuos de *Tringa melanoleuca* (patamarilla mayor), 74 individuos de *Bubulcus ibis* (garza ganadera), 69 individuos de *Recurvirostra americana* (avoceta americana); y las demás especies con abundancias por debajo de 61 individuos (Figura 15).

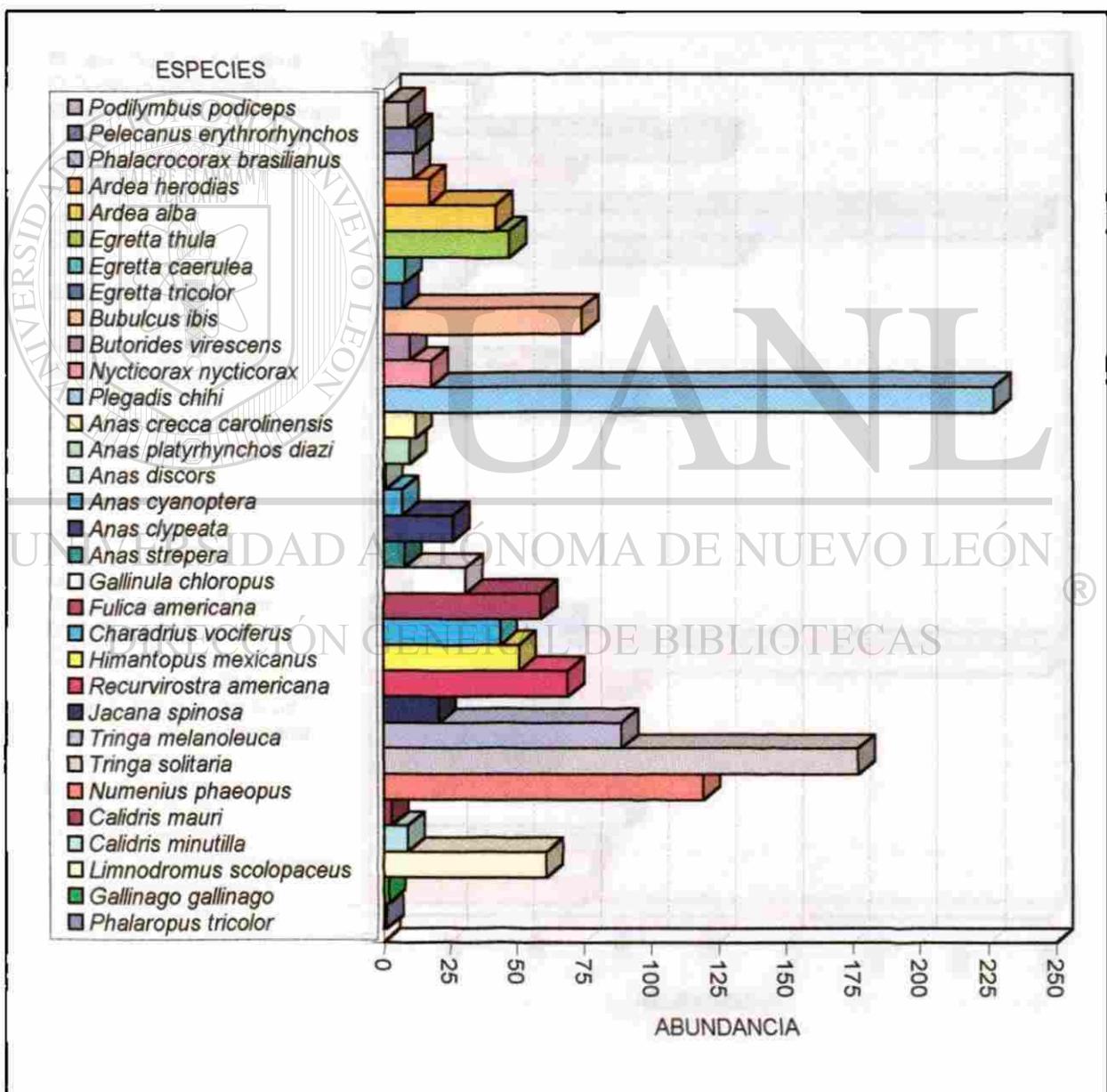


FIGURA 15. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 7 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Las mayores abundancias observadas en la estación de muestreo 8, correspondieron a *Fulica americana* (gallareta americana) con 160 individuos, *Ardea alba* (garza blanca) con 157 individuos, registrándose menores abundancias con 87 individuos a *Egretta thula* (garceta pie-dorado), 83 individuos de *Pelecanus erythrorhynchos* (pelicano blanco); y el resto de las especies con cantidades debajo de 62 individuos (Figura 16).

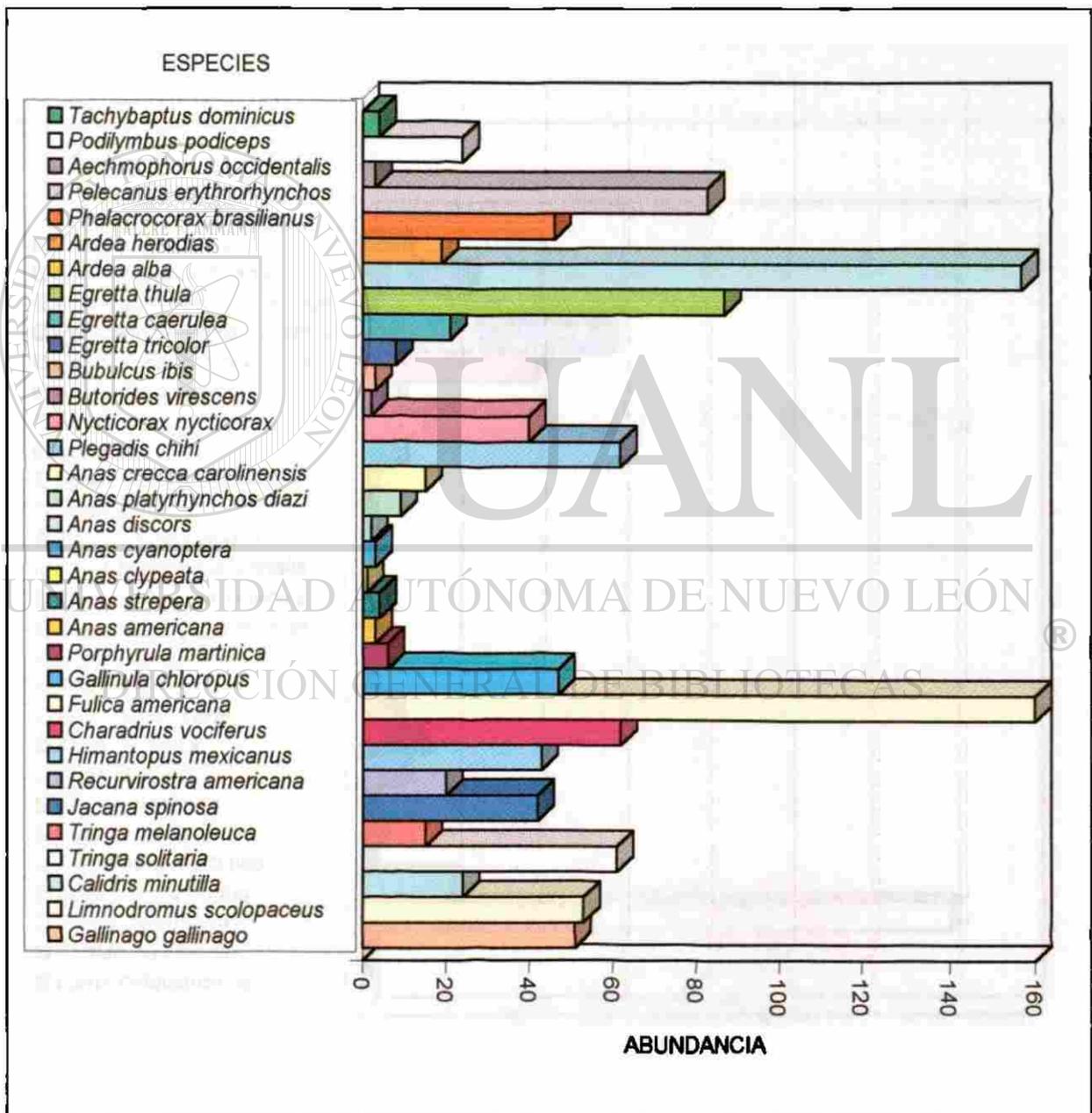


FIGURA 16. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 8 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Las especies de las familias Anatidae, Rallidae y Phalacrocoracidae, se encontraron con las mayores abundancias en las estaciones 5, 6, 7 y 8, comparando con en el resto de las estaciones de muestreo (Figuras 9–16).

En el microhábitat zona acuática, las especies con mayor abundancia fueron *Fulica americana* (gallareta americana) con 709 individuos, 303 de *Pelecanus erythrorhynchos* (pelicano blanco), 213 para *Phalacrocorax brasilianus* (cormorán oliváceo) y el resto de las especies con menos de 131 individuos (Figura 17).

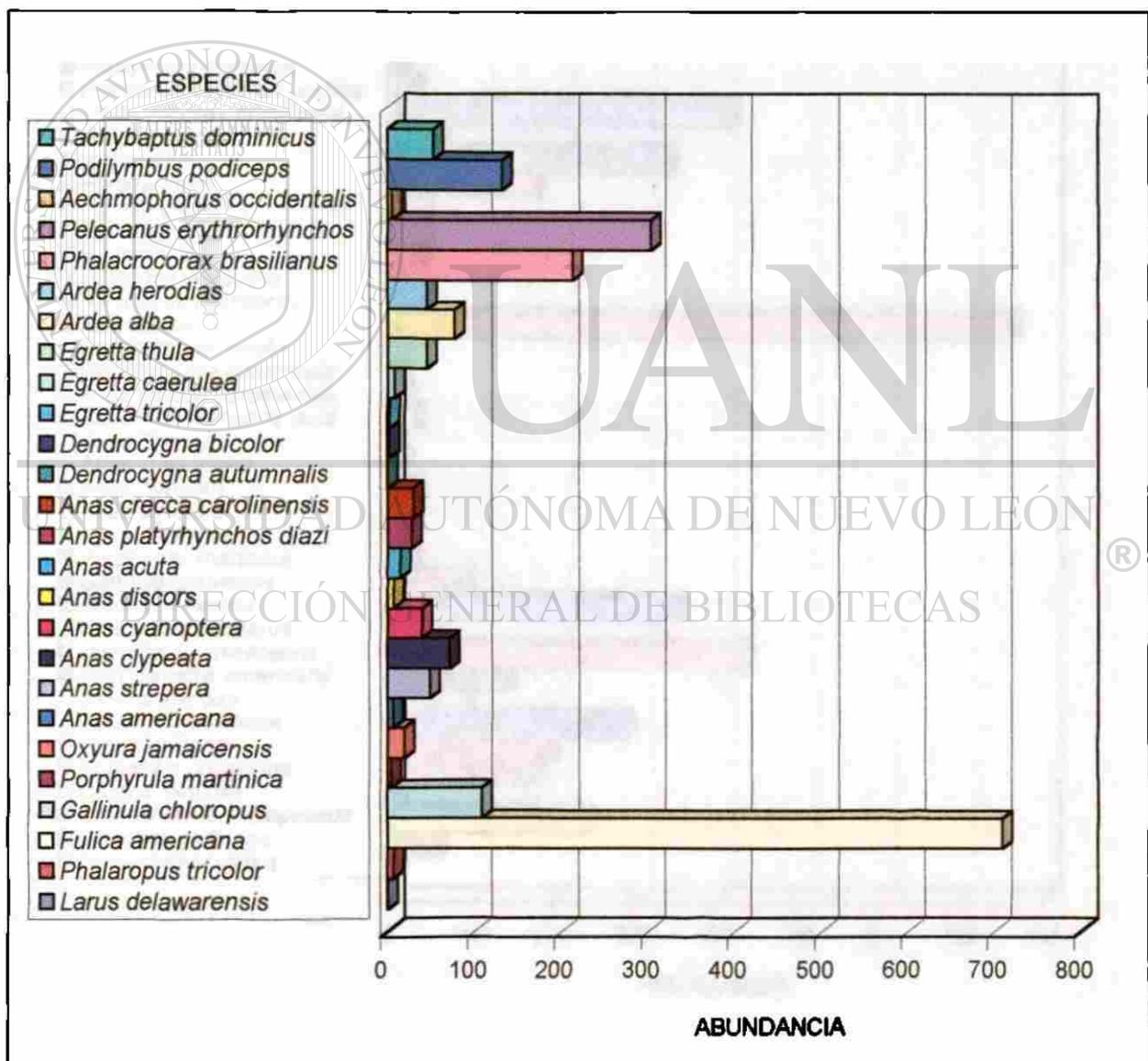


FIGURA 17. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona acuática de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

La zona somera presentó como especies más abundantes a *Plegadis chihi* (ibis cara blanca) con 756 individuos; seguido por *Himantopus mexicanus* (candelero americano) con 429 individuos; *Phalacrocorax brasilianus* (cormorán oliváceo) con 410 individuos; *Fulica americana* (gallareta americana) con 347 individuos; *Ardea alba* (garza blanca) con 335 individuos; *Tringa melanoleuca* (patamarilla mayor) con 283 individuos; con 235 individuos de *Limnodromus scolopaceus* (costurero pico largo); y el resto de las especies con menos de 200 individuos (Figura 18).

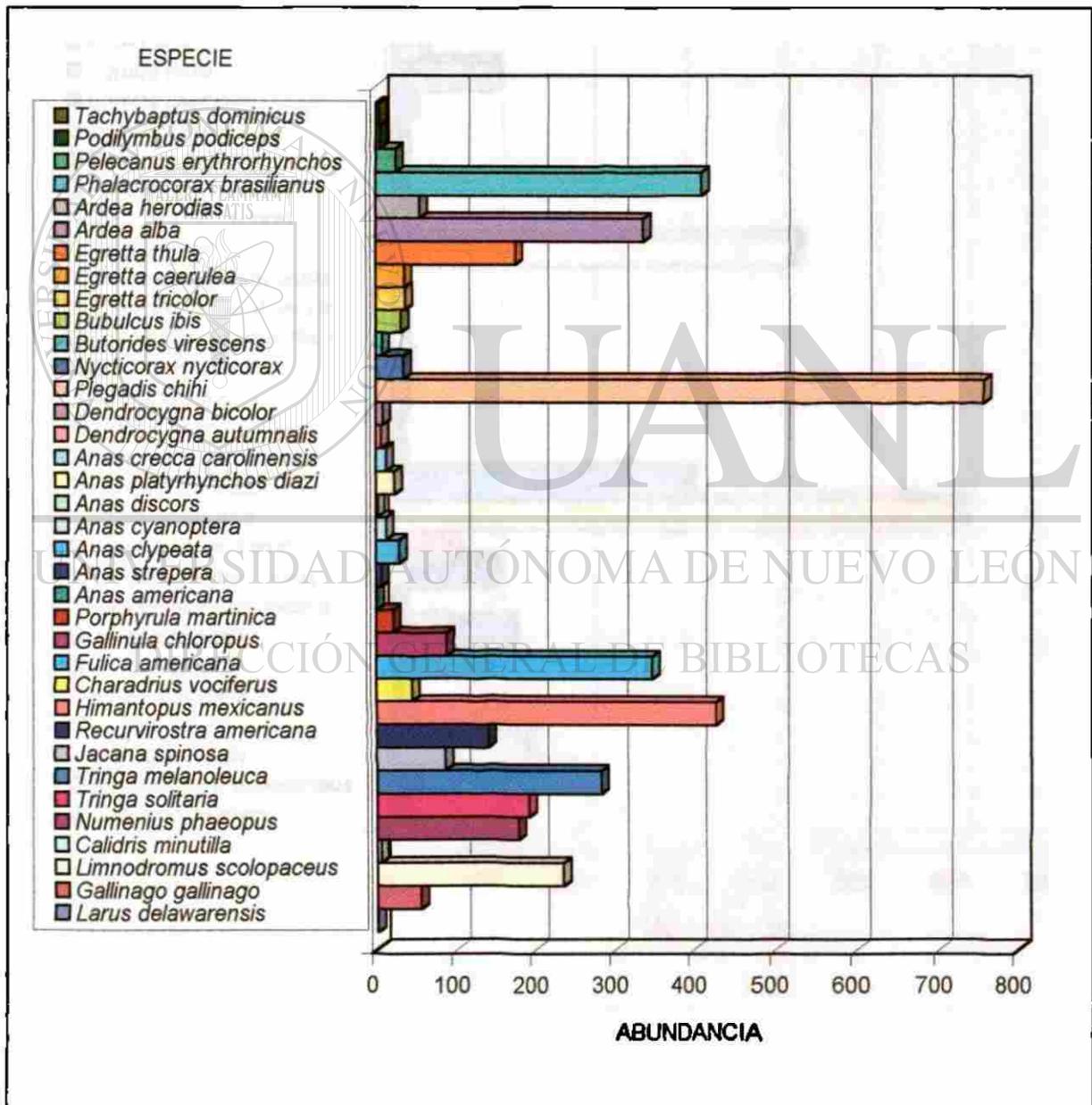


FIGURA 18. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona somera de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Las mayores abundancias en zona fangosa correspondieron a *Fulica americana* (gallareta americana) con 602 individuos, *Plegadis chihi* (ibis cara blanca) con 429 individuos, registrándose 315 individuos de *Gallinula chloropus* (gallineta frente roja) y las demás especies con menos de 143 individuos (Figura 19).

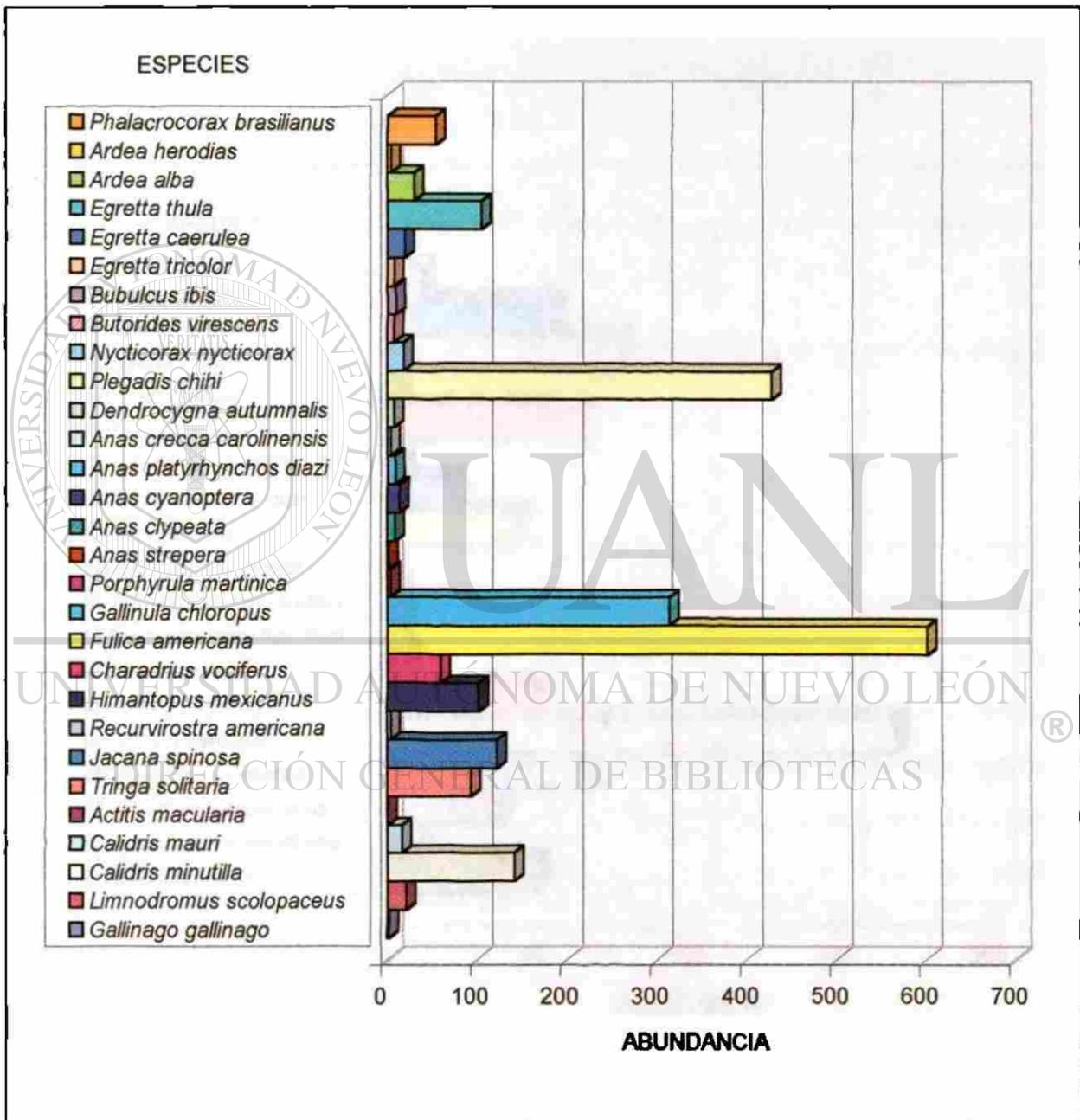


FIGURA 19. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona fangosa de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

En la zona de playa, las especies con altas abundancias fueron *Fulica americana* (gallareta americana) con 167 individuos, seguida con 76 individuos de *Egretta thula* (garceta pie-dorado), *Charadrius vociferus* (chorlo tildío) con 65 individuos, *Bubulcus ibis* (garza ganadera) con 64 individuos, presentándose 54 individuos de *Ardea alba* (garza blanca) y el resto de las especies con menos de 48 individuos (Figura 20).

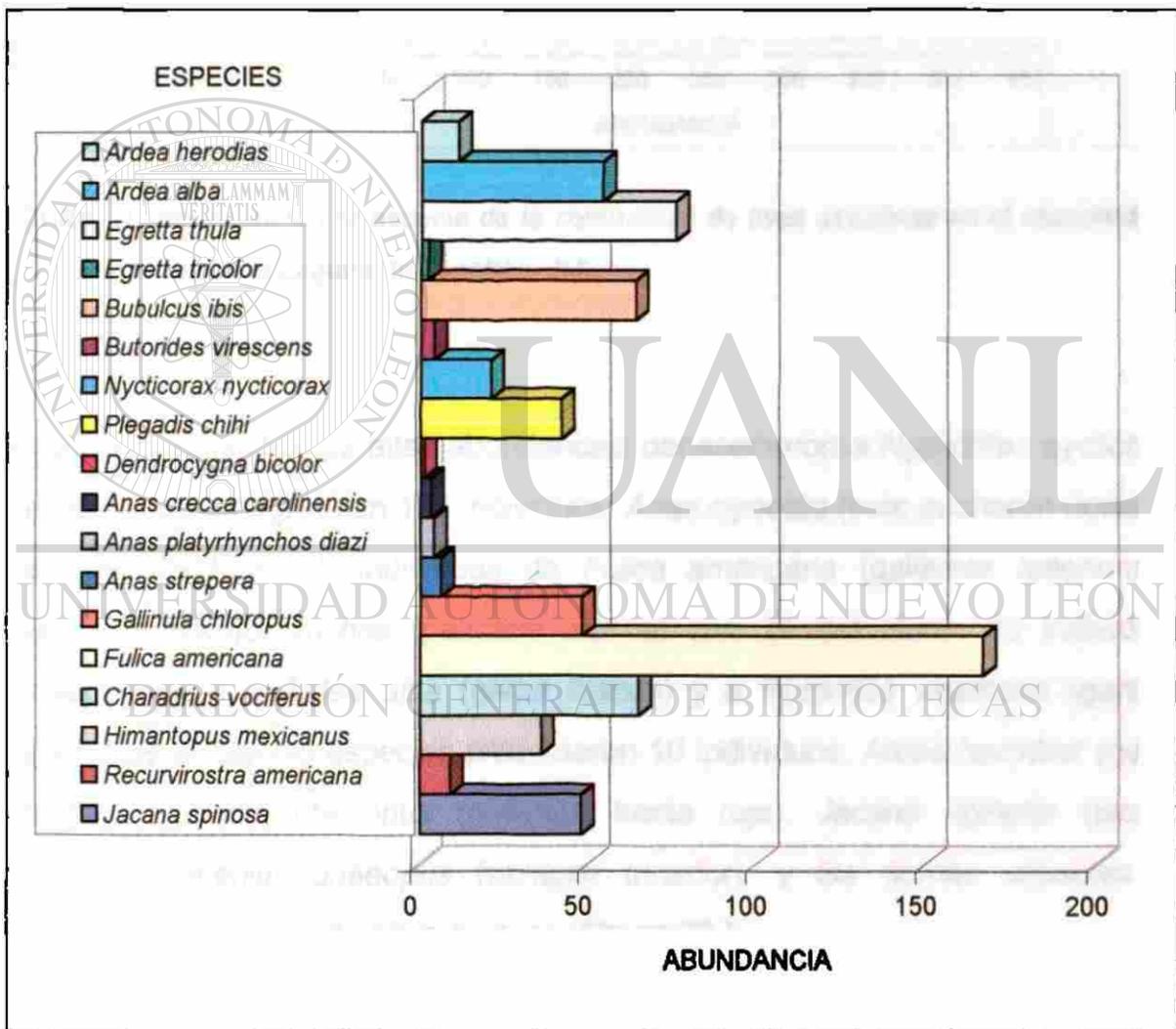


FIGURA 20. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona de playa de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

La zona de cultivos fue utilizada sólo por dos especies, la de mayor abundancia correspondió a *Bubulcus ibis* (garza ganadera) con 408 individuos y con una mínima abundancia de 8 individuos a *Plegadis chihi* (ibis cara blanca) (Figura 21).

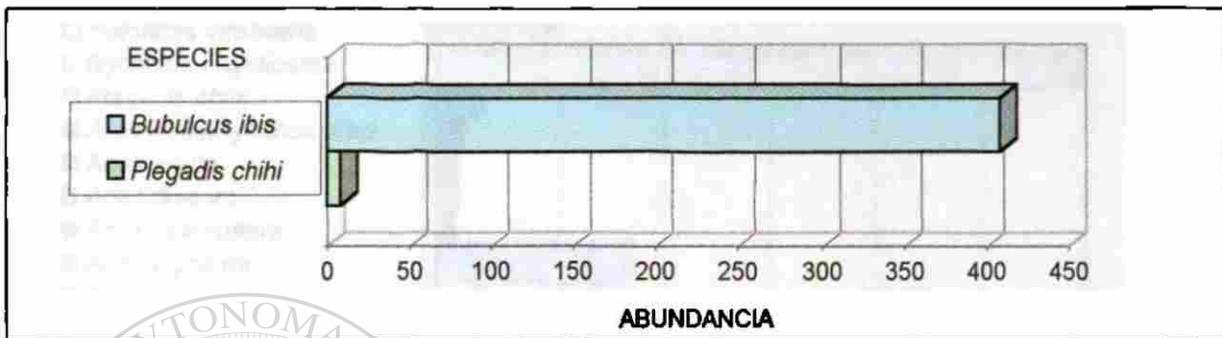


FIGURA 21. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona de cultivos en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

En la zona de islotes las altas abundancias pertenecieron a *Nycticorax nycticorax* (pedrete corona negra) con 121 individuos; *Anas clypeata* (pato cucharón-norteño) con 36 individuos; 25 individuos de *Fulica americana* (gallareta americana); *Pelecanus erythrorhynchos* (pelicano blanco) con 24 individuos; 20 individuos correspondieron a *Ardea alba* (garza blanca) y a *Butorides virescens* (garceta verde); las siguientes especies presentaron 10 individuos, *Ardea herodias* (garza morena), *Gallinula chloropus* (gallineta frente roja), *Jacana spinosa* (jacana norteña), *Numenius phaeopus* (zarapito trinador), y las demás especies se observaron con menos de 10 individuos (Figura 22).

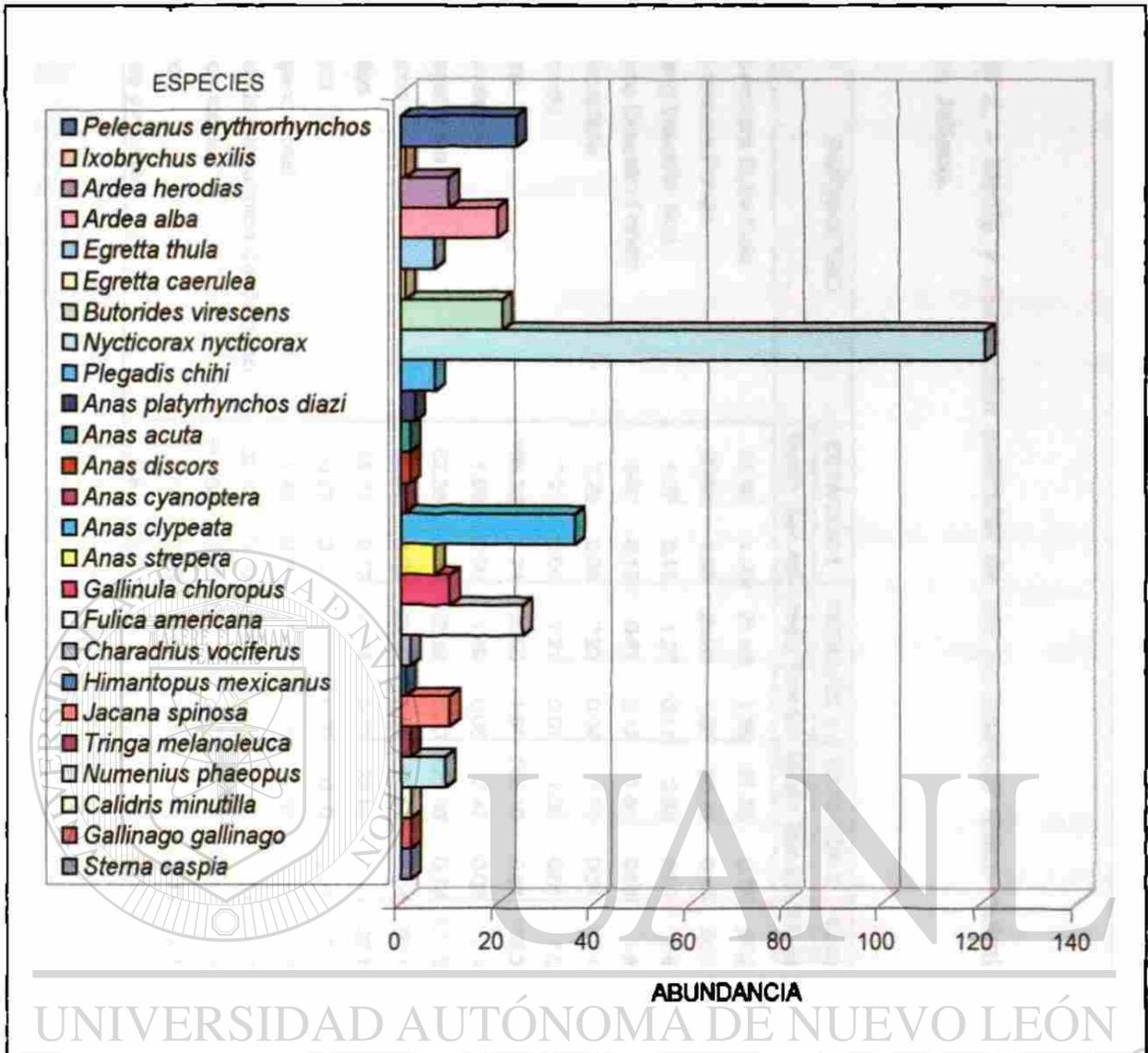


FIGURA 22. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en el microhábitat zona de islotes de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

7.3. Caracterización del hábitat.

Se calculan las medias de los distintos parámetros físico químicos del hábitat por estaciones de muestreo (Cuadro 2), con el propósito de conocer las diferencias que existen entre cada uno de ellos a través de un análisis de varianza.

CUADRO 2. – Media y desviación estándar de los parámetros físico-químicos del hábitat de las aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

PARAMETRO	ESTACIÓN 1		ESTACIÓN 2		ESTACIÓN 3		ESTACIÓN 4		ESTACIÓN 5		ESTACIÓN 6		ESTACIÓN 7		ESTACIÓN 8	
	Media	Des.est														
1 Temperatura Superficie	21.63	1.35	21.63	1.35	21.25	0.71	21.25	0.71	22.40	0.75	22.40	0.75	23.21	0.43	23.21	0.43
2 Temperatura Fondo	20.93	1.58	20.93	1.58	20.75	0.46	20.75	0.46	21.98	0.65	21.98	0.65	21.98	0.17	21.98	0.17
3 Oxígeno Disuelto Sup.	1.27	0.11	1.27	0.11	2.64	0.01	2.64	0.01	2.67	0.01	2.67	0.01	4.11	0.01	4.11	0.01
4 Oxígeno Disuelto Fondo	0.81	0.12	0.81	0.12	1.81	0.01	1.81	0.01	1.88	0.02	1.88	0.02	2.25	0.03	2.25	0.03
5 pH Superficie	7.22	0.04	7.22	0.04	7.17	0.01	7.17	0.01	7.34	0.07	7.35	0.07	7.66	0.02	7.66	0.01
6 pH Fondo	7.21	0.01	7.21	0.01	7.05	0.01	7.05	0.01	7.32	0.04	7.33	0.03	7.58	0.02	7.57	0.02
7 Dureza	165.36	1.74	165.56	1.51	158.18	0.51	158.25	0.55	147.04	0.20	147.04	0.20	148.16	0.63	148.16	0.63
8 Profundidad	1.09	0.06	1.09	0.06	2.47	0.02	2.47	0.02	1.64	0.01	1.64	0.01	1.35	0.02	1.35	0.02
9 Transparencia	62.36	1.30	62.36	1.30	121.39	0.74	121.38	0.74	80.88	1.25	80.88	1.25	50.13	4.45	51.75	5.01
10 Cloruros	68.81	0.58	68.80	0.58	50.14	0.04	50.14	0.04	45.81	0.01	45.81	0.01	46.64	0.46	46.68	0.52
11 Sulfatos	31.77	0.72	31.77	0.72	23.16	0.20	23.16	0.19	24.85	0.22	24.85	0.22	3.62	0.01	3.62	0.01
12 Fósforo	0.27	0.00	0.27	0.00	0.10	0.01	0.10	0.01	0.10	0.00	0.10	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00
13 Nitrogeno Total	1.42	0.01	1.42	0.01	1.67	0.51	1.67	0.51	3.85	0.02	3.86	0.02	1.14	0.05	1.14	0.05
14 Demanda Bioquímica de Oxígeno	32.43	0.03	32.42	0.03	31.69	0.43	31.81	0.33	37.37	0.24	37.38	0.24	38.72	0.33	38.72	0.33
15 Sólidos totales	617.03	0.17	617.03	0.17	403.31	0.39	403.31	0.39	449.94	0.46	449.94	0.46	489.84	5.50	490.16	5.71
16 Plomo	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00
17 Grasas y Aceites	10.82	0.02	10.82	0.02	22.32	0.02	22.32	0.02	3.46	0.02	3.46	0.02	24.37	0.87	24.37	0.87



Aplicando un análisis de varianza entre los promedios de los distintos factores físico químicos del hábitat de cada estación de muestreo, se pudo observar diferencia significativa ($P < 0.05$) entre estaciones, con excepción del factor plomo, que resulto significativamente igual (Cuadro 3).

Sobre los resultados del análisis de varianza, se aplicó la prueba de Duncan, para hacer comparaciones entre los promedios de los parámetros físico químicos, entre las diferentes estaciones de muestreo, resultando lo siguiente:

Para el factor temperatura de superficie, los promedios se clasifican en tres grupos de estaciones de muestreo significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 3, 4, 1, 2; el segundo se compone por las estaciones 1,2,5,6; y el último por las estaciones 5, 6, 7 y 8 (Cuadro 3).

Para el factor temperatura de fondo, los promedios se clasifican en dos grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 3, 4, 1, 2; el segundo se compone por las estaciones 5, 6; 7 y 8, encontrando independencia entre estos dos grupos (Cuadro 3).

Para el factor oxígeno disuelto de superficie, los promedios se clasifican en tres grupos de estaciones de muestreo significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 1, 2; el segundo se compone por las estaciones 4, 3, 5, 6; el último por las estaciones 7 y 8, hay independencia entre los grupos (Cuadro 3).

Para el factor oxígeno disuelto de fondo, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 1, 2; el segundo se compone por las estaciones 4, 3; el tercero en las estaciones 5, 6; y el último por las estaciones 7 y 8, se encuentra independencia entre estos grupos (Cuadro 3).

Para el factor pH de superficie, los promedios se clasifican en tres grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 3, 4, 1, 2; el segundo se compone por las estaciones 5, 6; y el último por las estaciones 8 y 7, se muestra independencia entre los grupos (Cuadro 3).

Para el factor pH de fondo, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 3, 4. el segundo se compone por las estaciones 2, 1; el tercero por las estaciones 5, 6; y el último por las estaciones 7 y 8 (Cuadro 3).

Para el factor dureza, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 5, 6; el segundo se compone por las estaciones 7, 8; el tercero por las estaciones 3, 4; y el último por las 1 y 2, hay independencia entre ellos (Cuadro 3).

Para el factor profundidad, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 7, 8; el segundo se compone por las estaciones 5, 6; el tercero por las estaciones 1, 2; y el último por las estaciones 3 y 4, se observa independencia entre ellos (Cuadro 3).

Para el factor transparencia, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 7, 8; el segundo se compone por las estaciones 1, 2; el tercero en las estaciones 5, 6 y el último por las estaciones 3 y 4, se observa independencia entre estos (Cuadro 3).

Para el factor cloruros, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 5, 6; el

segundo se compone por las estaciones 7, 8; el tercero en las estaciones 3, 4; y el último por las estaciones 2 y 1, hay independencia entre estos (Cuadro 3).

Para el factor sulfatos, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 7,8; el segundo se compone por las estaciones 3, 4; el tercero en las estaciones 5, 6; y el cuarto por las estaciones 1 y 2, hay independencia entre ellos (Cuadro 3).

Para el factor fósforo, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 7, 8; el segundo se compone por las estaciones 3, 4; el tercero en las estaciones 5, 6; y el cuarto por las estaciones 2 y 1, hay independencia entre ellos (Cuadro 3).

Para el factor nitrógeno total, los promedios se clasifican en tres grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 7, 8; el segundo se compone por las estaciones 1, 2, 3, 4; y el último por las estaciones 5 y 6, mostrándose independencia entre ellos (Cuadro 3).

Para el factor demanda bioquímica de oxígeno, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 3, 4; el segundo se compone por las estaciones 2, 1; el tercero en las estaciones 5, 6; y el último por las estaciones 7 y 8, con independencia entre ellos (Cuadro 3).

Para el factor sólidos totales, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 3, 4; el segundo se compone por las estaciones 5,6; el tercero en las estaciones 7, 8; y el último por las estaciones 1 y 2, mostrándose independencia entre los grupos (Cuadro 3).

Para el factor plomo los promedios de las estaciones se integran en un sólo grupo, en el siguiente orden 3, 4, 5, 6, 7, 8, 1, y 2 (Cuadro 3).

Para el factor grasas y aceites, los promedios se clasifican en cuatro grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 6, 5; el segundo se compone por las estaciones 1, 2; el tercero en las estaciones 3, 4 y el último por las estaciones 7 y 8, encontrando independencia entre ellos (Cuadro 3).

Para la riqueza de especies, los promedios se clasifican en tres grupos de estaciones significativamente similares, en el primero se encuentran las estaciones 2, 1, 4; el segundo se compone por las estaciones 1, 4, 3, 5; y el último por las estaciones 4, 3, 5, 6, 8 y 7 (Cuadro 3).

CUADRO 3. Análisis de varianza de los parámetros físico - químicos del hábitat y riqueza, entre estaciones de muestreo ($P < 0.05$) y prueba de Duncan (/ separa grupos homogéneos).

PARAMETROS	F	P	PRUEBA DUNCAN
Temperatura Superficie	6.786	0.000	$E_3, E_4, E_1, E_2 / E_1, E_2, E_5, E_6 / E_5, E_6, E_7, E_8$
Temperatura Fondo	3.801	0.002	$E_3, E_4, E_1, E_2 / E_5, E_6, E_7, E_8$
Oxígeno Disuelto Superficie	2985.612	0.000	$E_1, E_2 / E_4, E_3, E_5, E_6 / E_7, E_8$
Oxígeno Disuelto Fondo	644.546	0.000	$E_1, E_2 / E_4, E_3 / E_5, E_6 / E_7, E_8$
pH Superficie	193.296	0.000	$E_3, E_4, E_1, E_2 / E_5, E_6 / E_8, E_7$
pH Fondo	772.558	0.000	$E_3, E_4 / E_2, E_1 / E_5, E_6 / E_7, E_8$
Dureza	621.053	0.000	$E_5, E_6 / E_7, E_8 / E_3, E_4 / E_1, E_2$
Profundidad	1278.416	0.000	$E_7, E_8 / E_5, E_6 / E_1, E_2 / E_3, E_4$
Transparencia	997.073	0.000	$E_7, E_8 / E_1, E_2 / E_5, E_6 / E_3, E_4$
Cloruros	5546.978	0.000	$E_5, E_6 / E_7, E_8 / E_3, E_4 / E_2, E_1$
Sulfatos	6546.798	0.000	$E_7, E_8 / E_3, E_4 / E_5, E_6 / E_1, E_2$
Fósforo	3565.529	0.000	$E_7, E_8 / E_3, E_4 / E_5, E_6 / E_2, E_1$
Nitrógeno Total	158.618	0.000	$E_7, E_8 / E_1, E_2, E_3, E_4 / E_5, E_6$
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1065.273	0.000	$E_3, E_4 / E_2, E_1 / E_5, E_6 / E_7, E_8$
Sólidos Totales	7267.242	0.000	$E_3, E_4 / E_5, E_6 / E_7, E_8 / E_1, E_2$
Plomo	1.550	0.170	$E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8, E_1, E_2$
Grasas y aceites	3544.929	0.000	$E_6, E_5 / E_1, E_2 / E_3, E_4 / E_7, E_8$
Riqueza	3.061	0.008	$E_2, E_1, E_4 / E_1, E_4, E_3, E_5 / E_4, E_3, E_5, E_6, E_8, E_7$

A través de un análisis de correlación entre riqueza y los parámetros físico – químicos, se encontró asociación significativa ($p < 0.05$) entre la mayoría de estos. Se encontró correlación positiva y significativa, entre factores como el oxígeno disuelto de superficie, oxígeno disuelto de fondo, pH de superficie, pH de fondo y demanda bioquímica de oxígeno, con la riqueza de especies de aves acuáticas. Además, se determinó que existe correlación negativa y significativa entre dureza, profundidad, cloruros, sulfatos, fósforo, sólidos totales, con la riqueza de especies de aves acuáticas (Cuadro 4).

CUADRO 4. Análisis de correlación entre riqueza de especies de la comunidad de aves acuáticas en cada estación de muestreo y los parámetros físico – químicos de la Laguna de Zapotlán ($P < 0.05$).

PARAMETROS	r	r ²	P	Significancia
Temperatura Superficie	0.033	0.001	0.798	P > 0.05
Temperatura Fondo	0.214	0.046	0.089	P > 0.05
Oxigeno Disuelto Superficie	0.451	0.203	0.000	P < 0.05
Oxigeno Disuelto Fondo	0.48	0.230	0.000	P < 0.05
pH Superficie	0.389	0.151	0.001	P < 0.05
pH Fondo	0.289	0.084	0.021	P < 0.05
Dureza	-0.476	0.227	0.000	P < 0.05
Profundidad	-0.146	0.021	0.249	P > 0.05
Transparencia	-0.033	0.001	0.794	P > 0.05
Cloruros	-0.466	0.217	0.000	P < 0.05
Sulfatos	-0.384	0.147	0.002	P < 0.05
Fósforo	-0.448	0.201	0.000	P < 0.05
Nitrógeno Total	0.17	0.029	0.180	P > 0.05
Demanda Bioquímica de Oxigeno	0.434	0.188	0.000	P < 0.05
Sólidos Totales	-0.324	0.105	0.009	P < 0.05
Plomo	-0.178	0.032	0.160	P > 0.05
Grasas y Aceites	0.099	0.010	0.434	P > 0.05

7.4. Distribución temporal.

De las 44 especies encontradas en el humedal en estudio, sólo 23 especies se comportaron como residentes, con una permanencia a través del año (Cuadro 5).

CUADRO 5. Frecuencia de ocurrencia de las aves acuáticas residentes en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Nombre de la especie	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Rp)												
<i>Podilymbus podiceps</i> (Rp)												
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Rp)												
<i>Ardea alba</i> (Rp)												
<i>Egretta thula</i> (Rp)												
<i>Egretta caerulea</i> (Rp)												
<i>Egretta tricolor</i> (Rp)												
<i>Bubulcus ibis</i> (Rp)												
<i>Butorides virescens</i> (Rp)												
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Rp)												
<i>Plegadis chihi</i> (Rp)												
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Rv)												
<i>Dendrocygna bicolor</i> (Rv)												
<i>Anas strepera</i> (Rp)												
<i>Anas platyrhynchos diazi</i> (Rp)												
<i>Anas cyanoptera</i> (Rp)												
<i>Oxyura jamaicensis</i> (Rp)												
<i>Porphyryla martinica</i> (Rv)												
<i>Gallinula chloropus</i> (Rp)												
<i>Fulica americana</i> (Rp)												
<i>Charadrius vociferus</i> (Rp)												
<i>Himantopus mexicanus</i> (Rp)												
<i>Jacana spinosa</i> (Rp)												

Rp = Residente permanente

Rv = Residente de verano

En lo referente a la distribución temporal de la comunidad de aves acuáticas, el 46% correspondió a las especies con condición de residentes permanentes (Rp); seguido por las especies visitantes de invierno (Vi) con 36%; mientras que decrece paulatinamente en las desconocidas (De) el 9%; continuando con las residentes de verano (Rv) el 7% y las transitorias (Tr) un 2% (Figura 23).

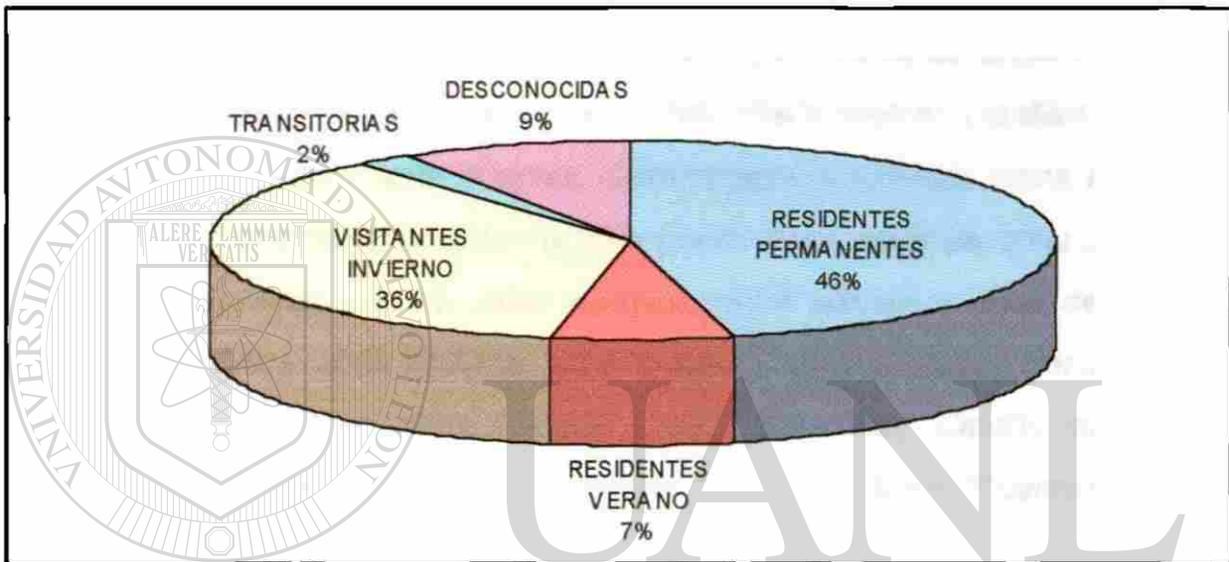


FIGURA 23. Distribución temporal de la comunidad de aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.5. Distribución ecológica por uso de microhábitat.

Es importante mencionar que de las 44 especies encontradas, su ocurrencia en los microhábitats es la siguiente: 7 especies se presentaron en un sólo microhábitat, las cuales son consideradas como específicas de su hábitat o exclusivas, registrándose a *Aechmophorus occidentalis* (zona acuática); *Ixobrychus exilis* (zona de islote); *Oxyura jamaicensis* (zona acuática); *Actitis macularia* (zona fangosa); *Calidris mauri* (zona fangosa); *Phalaropus tricolor* (zona acuática) y *Sterna caspia* (zona de islote) (Cuadro 6).

Se observaron 9 especies en dos microhábitats como *Tachybaptus dominicus* y *Podilymbus podiceps* (zona acuática y zona somera); *Anas americana* (zona acuática y zona somera); *Anas acuta* (zona acuática y zona de islote); *Tringa melanoleuca* (zona somera y zona de islote); *Tringa solitaria* (zona somera y zona fangosa); *Numenius Phaeopus* (zona somera y zona de islote); *Limnodromus scolopaceus* (zona somera y zona fangosa) y *Larus delawarensis* (zona acuática y zona somera) (Cuadro 6).

Fueron registradas 9 especies en tres microhábitats, *Pelecanus erythrorhynchus* (zona acuática, zona somera y zona de islote); *Phalacrocorax brasilianus* (zona acuática, zona somera y zona fangosa); *Dendrocygna autumnalis* (zona acuática, zona somera y zona fangosa); *Dendrocygna bicolor* (zona acuática, zona somera y zona de playa); *Anas discors* (zona acuática, zona somera y zona de islote); *Porphyryla martinica* (zona acuática, zona somera y zona fangosa); *Recurvirostra americana* (zona somera, zona fangosa y zona de playa); *Calidris minutilla* y *Gallinago gallinago* (zona somera, zona fangosa y zona de islote) (Cuadro 6).

Mientras que 11 especies prefirieron cuatro microhábitats, como *Egretta caerulea* (zona acuática, zona somera, zona fangosa y zona de islote); *Egretta tricolor* (zona acuática, zona somera, zona fangosa y zona de playa); *Bubulcus ibis* (zona somera, zona fangosa, zona de playa y zona de cultivos); *Butorides virescens* (zona somera, zona fangosa, zona de playa y zona de islote); *Nycticorax nycticorax* (zona somera, zona fangosa, zona de playa y zona de islote); *Anas cyanoptera* y *Anas clypeata* (zona acuática, zona somera, zona fangosa y zona de islote); *Anas crecca carolinensis* (zona acuática, zona somera, zona fangosa y zona de playa); *Charadrius vociferus* (zona somera, zona fangosa, zona de playa y zona de islote); *Himantopus mexicanus* y *Jacana spinosa* (zona somera, zona fangosa, zona de playa y zona de islote) (Cuadro 6).

Se encontraron utilizando cinco microhábitats a 8 especies como *Ardea herodias*; *Ardea alba*; y *Egretta thula* (zona acuática, zona somera, zona fangosa, zona de playa y zona de islote); *Plegadis chihi* (zona somera, zona fangosa, zona de playa, zona de cultivos y zona de islote); *Anas strepera*; *Anas platyrhynchos diazi*; *Gallinula chloropus*; y *Fulica americana* (zona acuática, zona somera, zona fangosa, zona de playa y zona de islote) (Cuadro 6).

Se observó en zona acuática que los mayores porcentajes de uso de microhábitat correspondieron a las tres especies de zambullidores *Tachybaptus dominicus*, *Podilymbus podiceps* y *Aechmophorus occidentalis*; *Pelecanus erythrorhynchos*; todas las especies del género *Anas* y *Oxyura jamaicensis*; así como *Fulica americana*; *Phalaropus tricolor*; mientras que *Larus delawarensis* se le encontró con porcentajes iguales en los microhábitats zona acuática y zona somera (Cuadro 7).

En el microhábitat zona somera se presentó los altos porcentajes de uso, para *Phalacrocorax brasilianus*; *Ardea herodias*; *Ardea alba*; las especies del género *Egretta*; *Plegadis chihi*; *Dendrocygna bicolor*; *Porphyryula martinica*; *Himantopus mexicanus*; *Recurvirostra americana*; *Tringa melanoleuca*; *Tringa solitaria*; *Numenius phaeopus*; *Limnodromus scolopaceus* y *Gallinago gallinago* (Cuadro 7).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se encontró que el microhábitat zona fangosa, fue utilizado preferentemente por *Dendrocygna autumnalis*; *Gallinula chloropus*; *Jacana spinosa*; *Actitis macularia*; *Calidris mauri* y *Calidris minutilla* (Cuadro 7).

Charadrius vociferus se registró con el porcentaje más alto de uso en la zona de playa. Mientras que el más elevado porcentaje de uso en zona de cultivo correspondió a *Bubulcus ibis*. De la misma manera se le encontró utilizando preferentemente el microhábitat zona de islote a *Ixobrychus exilis*, *Butorides virescens*, *Nycticorax nycticorax* y *Sterna caspia* (Cuadro 7).

CUADRO 6. Frecuencia de ocurrencia de la avifauna acuática en los seis microhábitats de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Nombre de la especie	ISLO	ZACU	ZSOM	ZFAN	ZPLA	ZCUL	TOTAL
<i>Tachybaptus dominicus</i>							2
<i>Podilymbus podiceps</i>							2
<i>Aechmophorus occidentalis</i>							1
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>							3
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>							3
<i>Ixobrychus exilis</i>							1
<i>Ardea herodias</i>							5
<i>Ardea alba</i>							5
<i>Egretta thula</i>							5
<i>Egretta caerulea</i>							4
<i>Egretta tricolor</i>							4
<i>Bubulcus ibis</i>							4
<i>Butorides virescens</i>							4
<i>Nycticorax nycticorax</i>							4
<i>Plegadis chilii</i>							5
<i>Dendrocygna autumnalis</i>							3
<i>Dendrocygna bicolor</i>							3
<i>Anas strepera</i>							5
<i>Anas americana</i>							2
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>							5
<i>Anas discors</i>							3
<i>Anas cyanoptera</i>							4
<i>Anas clypeata</i>							4
<i>Anas acuta</i>							2
<i>Anas crecca carolinensis</i>							4
<i>Oxyura jamaicensis</i>							1
<i>Porphyrio martinica</i>							3
<i>Gallinula chloropus</i>							5
<i>Fulica americana</i>							5
<i>Charadrius vociferus</i>							4
<i>Himantopus mexicanus</i>							4
<i>Recurvirostra americana</i>							3
<i>Jacana spinosa</i>							4
<i>Tringa melanoleuca</i>							2
<i>Tringa solitaria</i>							2
<i>Actitis macularia</i>							1
<i>Numenius phaeopus</i>							2
<i>Calidris mauri</i>							1
<i>Calidris minutilla</i>							3
<i>Limnodromus scolopaceus</i>							2
<i>Gallinago gallinago</i>							3
<i>Phalaropus tricolor</i>							1
<i>Larus delawarensis</i>							2
<i>Sterna caspia</i>							1

ISLO = Zona de Islote; ZACU = Zona Acuática; ZSOM = Zona Somera; ZFAN = Zona Fangosa; ZPLA = Zona de Playa; ZCUL = Zona de Cultivos y TOTAL = Ocurrencia en los microhábitats.

CUADRO 7. Uso de microhábitat expresado en porcentaje por la comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

Especie	ZACU	ZSOM	ZFAN	ZPLA	ZCUL	ZISLOT	n
<i>Tachybaptus dominicus</i>	92.86	7.14	0.00	0.00	0.00	0.00	56
<i>Podilymbus podiceps</i>	96.32	3.68	0.00	0.00	0.00	0.00	136
<i>Aechmophorus occidentalis</i>	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	86.08	7.10	0.00	0.00	0.00	6.82	352
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	31.42	60.47	8.11	0.00	0.00	0.00	678
<i>Ixobrychus exilis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	1
<i>Ardea herodias</i>	35.71	43.65	3.97	8.73	0.00	7.94	126
<i>Ardea alba</i>	14.89	64.80	6.00	10.44	0.00	3.87	517
<i>Egretta thula</i>	11.03	42.65	25.98	18.63	0.00	1.72	408
<i>Egretta caerulea</i>	12.31	55.38	30.77	0.00	0.00	1.54	65
<i>Egretta tricolor</i>	6.00	74.00	16.00	4.00	0.00	0.00	50
<i>Bubulcus ibis</i>	0.00	6.23	1.95	12.45	79.38	0.00	514
<i>Butorides virescens</i>	0.00	19.51	19.51	9.76	0.00	51.22	41
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0.00	17.86	9.69	10.71	0.00	61.73	196
<i>Plegadis chihi</i>	0.00	60.87	34.54	3.38	0.64	0.56	1242
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	6.25	43.75	50.00	0.00	0.00	0.00	16
<i>Dendrocygna bicolor</i>	23.08	69.23	0.00	7.69	0.00	0.00	13
<i>Anas strepera</i>	68.57	10.00	2.86	8.57	0.00	10.00	70
<i>Anas americana</i>	85.71	14.29	0.00	0.00	0.00	0.00	7
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	40.30	35.82	13.43	5.97	0.00	4.48	67
<i>Anas discors</i>	63.64	18.18	0.00	0.00	0.00	18.18	11
<i>Anas cyanoptera</i>	58.21	19.40	20.90	0.00	0.00	1.49	67
<i>Anas clypeata</i>	48.63	20.55	6.16	0.00	0.00	24.66	146
<i>Anas acuta</i>	88.24	0.00	0.00	0.00	0.00	11.76	17
<i>Anas crecca carolinensis</i>	59.18	26.53	8.16	6.12	0.00	0.00	49
<i>Oxyura jamaicensis</i>	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19
<i>Porphyryla martinica</i>	13.33	73.33	13.33	0.00	0.00	0.00	30
<i>Gallinula chloropus</i>	18.98	15.47	55.38	8.44	0.00	1.76	569
<i>Fulica americana</i>	38.32	18.76	32.54	9.03	0.00	1.35	1850
<i>Charadrius vociferus</i>	0.00	26.01	35.26	37.57	0.00	1.16	173
<i>Himantopus mexicanus</i>	0.00	75.40	18.10	6.33	0.00	0.18	569
<i>Recurvirostra americana</i>	0.00	90.91	3.25	5.84	0.00	0.00	154
<i>Jacana spinosa</i>	0.00	32.21	46.07	17.98	0.00	3.75	267
<i>Tringa melanoleuca</i>	0.00	99.30	0.00	0.00	0.00	0.70	285
<i>Tringa solitaria</i>	0.00	67.13	32.87	0.00	0.00	0.00	286
<i>Actitis macularia</i>	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	1
<i>Numerius phaeopus</i>	0.00	95.19	0.00	0.00	0.00	4.81	167
<i>Calidris mauri</i>	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	17
<i>Calidris minutilla</i>	0.00	3.33	95.33	0.00	0.00	1.33	150
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	0.00	91.80	8.20	0.00	0.00	0.00	256
<i>Gallinago gallinago</i>	0.00	93.22	3.39	0.00	0.00	3.39	59
<i>Phalaropus tricolor</i>	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7
<i>Larus delawarensis</i>	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
<i>Sterna caspia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	2

ZACU = Zona Acuática; ZSOM = Zona Somera; ZFAN = Zona Fangosa; ZPLA = Zona de Playa; ZCUL = Zona de Cultivos; ISLOT= Zona de Islote y TOTAL = Ocurrencia en los microhábitats.

7.6. Análisis estadísticos.

Se encontró que la diversidad global de la comunidad de aves acuáticas es de 1.097 en la Laguna de Zapotlán, Jalisco (Cuadro 8).

CUADRO 8. - Análisis de diversidad global para la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

RESULTADO DE INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON			
H' GLOBAL	H MAX	UNIFORMIDAD	RIQUEZA
1.097	1.643	0.667	44

Se identificaron con la mayor diversidad a las estaciones de muestreo 8 y 7 con 1.280 y 1.238 respectivamente; así como las estaciones 3 y 4 correspondiéndoles 1.265 y 1.198 (Cuadro 9).

CUADRO 9. - Análisis de diversidad de Shannon por cada estación de muestreo en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

	DIVERSIDAD POR ESTACION DE MUESTREO			
	HMAX	H'	UNIFORMIDAD	RIQUEZA
ESTACION 01	1.491	1.118	0.750	31
ESTACION 02	1.398	0.745	0.533	25
ESTACION 03	1.491	1.265	0.848	31
ESTACION 04	1.415	1.198	0.846	28
ESTACION 05	1.556	1.132	0.727	36
ESTACION 06	1.477	1.085	0.721	30
ESTACION 07	1.505	1.238	0.822	32
ESTACION 08	1.519	1.280	0.843	33

Se muestra que la mayor afinidad entre estaciones correspondió a las estaciones 6 y 8 con 0.921, mientras que en las estaciones 6 y 7 con 0.903; en la 7 y 8 con 0.892; así como en las estaciones 3 y 6 con 0.885 (Cuadro 10).

CUADRO 10. - Índice de similitud de Sorensen entre las estaciones de muestreo en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

VALORES DE SIMILITUD ENTRE ESTACIONES								
	EST 01	EST 02	EST 03	EST 04	EST 05	EST 06	EST 07	EST 08
EST 01	0	0.821	0.806	0.772	0.776	0.820	0.825	0.813
EST 02	23	0	0.786	0.863	0.689	0.764	0.702	0.759
EST 03	25	22	0	0.877	0.836	0.885	0.889	0.875
EST 04	22	22	25	0	0.774	0.857	0.793	0.847
EST 05	26	21	26	24	0	0.848	0.882	0.870
EST 06	25	21	27	24	28	0	0.903	0.921
EST 07	26	20	28	23	30	28	0	0.892
EST 08	26	22	28	25	30	29	29	0

En lo referente a la diversidad alfa por microhábitats, se presentó en zona somera con 1.212; para zona de playa 1.026; en zona fangosa 1.018 y por último en zona de islote con 1.016 (Cuadro 11).

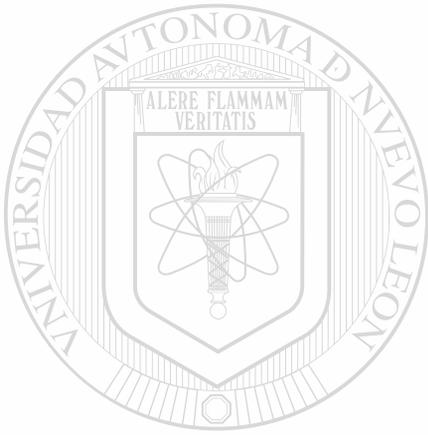
CUADRO 11.- Análisis de diversidad alfa por microhábitat mediante Shannon en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

	DIVERSIDAD POR MICROHABITAT			
	HMAX	H'	UNIFORMIDAD	RIQUEZA
Z. ACUATICA	1.415	0.979	0.692	26
Z. SOMERA	1.556	1.212	0.779	36
Z. FANGOSA	1.462	1.018	0.696	29
Z. PLAYA	1.255	1.026	0.817	18
Z. CULTIVO	0.301	0.041	0.137	2
ISLOTE	1.380	1.016	0.736	24

Los microhábitats que resultaron afines por compartir especies, fueron la zona somera y la zona de fangosa con 0.844; la zona somera y zona de islotes con 0.742; la zona fangosa y zona de playa con 0.723 y al final la zona acuática y zona somera con 0.710 (Cuadro 12).

CUADRO 12. - Diversidad beta mediante el Índice de Sorensen entre los microhábitats de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

VALORES DE SIMILITUD ENTRE MICROHABITATS						
	Z.ACUATICA	Z. SOMERA	Z. FANGOSA	Z. PLAYA	Z. CULTIVO	ISLOTE
Z. ACUATICA		0.710	0.558	0.444	0	0.538
Z. SOMERA	22		0.844	0.655	0.105	0.742
Z. FANGOSA	15	27		0.723	0.133	0.704
Z. PLAYA	10	18	17		0.190	0.578
Z. CULTIVO	0	2	2	2		0.071
ISLOTE	14	23	19	13	1	



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

8. DISCUSION

8.1. Riqueza.

La temporada de otoño-invierno, presentó la mayor riqueza de especies en los meses de diciembre y enero con 32 especies cada uno, debido a la presencia de las especies migratorias; en los siguientes meses se registró un decremento, coincidiendo este, con el regreso de las especies migratorias a sus sitios de origen (Rappole et al., 1993; Bellrose, 1980; y Arellano y Rojas, 1956).

Al realizar la comparación de la riqueza de la comunidad de aves acuáticas entre varios humedales del estado de Jalisco, mediante los datos del presente estudio en la Laguna de Zapotlán; Laguna de Sayula (Delgadillo, 1995); Laguna Los Otates (Zaragoza, 1995) y la Laguna El Tecuán (Navarro, 1993). Se encontró que la Laguna de Zapotlán ocupa el tercer lugar de acuerdo a la riqueza; el que este humedal tenga menor riqueza que la Laguna El Tecuán, y apenas superior a la Laguna Los Otates se deben posiblemente, a que estos dos humedales son costeros, entre las que se incluyen especies marinas, por lo tanto con mayor riqueza de especies (Cuadro 13).

Se desarrolló un cuadro comparativo de la riqueza de anatidos entre varios humedales del país, mediante los datos del presente estudio en la Laguna de Zapotlán; así como los de Laguna Madre, Tamaulipas; Laguna de Tamiahua, Veracruz.; Laguna de Alvarado, Veracruz; Lago de Patzcuaro, Michoacán y Laguna de Cuitzeo, Michoacán. (Fish and Wildlife Service. 1988). Sólo se consideró a la familia Anatidae por presentar la mayor riqueza de especies en éste estudio y por la ausencia de información sobre el resto de las especies pertenecientes a otras familias. La Laguna de Zapotlán fue identificada con una riqueza similar al resto de las lagunas continentales como la Laguna de Alvarado en Veracruz y la Laguna de Cuitzeo en Michoacán, pero no así, el Lago de Patzcuaro de Michoacán (Cuadro 14).

CUADRO 13. - Riqueza de la comunidad de aves acuáticas en varios humedales del estado de Jalisco.

Lagunas >	Zapotlán	Sayula	Otates	Tecuán
Superficie en hectáreas ~	1,100	16,800	20	135
Nombre de la especie	Riqueza	Riqueza	Riqueza	Riqueza
<i>Tachybaptus dominicus</i>	*		*	*
<i>Podilymbus podiceps</i>	*	*	*	*
<i>Podiceps nigricollis</i>		*		
<i>Aechmophorus occidentalis</i>	*			
<i>Sula leucogaster</i>				*
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	*	*		*
<i>Pelecanus occidentalis</i>			*	*
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	*		*	*
<i>Anhinga anhinga</i>			*	*
<i>Fragata magnificens</i>			*	*
<i>Botaurus lentiginosus</i>		*		
<i>Ixobrychus exilis</i>	*			
<i>Ardea herodias</i>	*	*	*	*
<i>Ardea alba</i>	*	*	*	*
<i>Egretta thula</i>	*	*	*	*
<i>Egretta caerulea</i>	*	*	*	*
<i>Egretta tricolor</i>	*	*	*	*
<i>Egretta rufescens</i>				*
<i>Bubulcus ibis</i>	*	*	*	*
<i>Butorides virescens</i>	*	*	*	*
<i>Nycticorax nycticorax</i>	*	*	*	*
<i>Nyctanassa violacea</i>			*	*
<i>Cochlearius cochlearius</i>				*
<i>Eudocimus albus</i>			*	*
<i>Plegadis chihi</i>	*	*	*	*
<i>Ajaia ajaja</i>		*		*
<i>Mycteria americana</i>		*	*	*
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	*	*		*
<i>Dendrocygna bicolor</i>	*	*		
<i>Chen caerulescens</i>		*		
<i>Anas strepera</i>	*	*		
<i>Anas americana</i>	*	*		
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	*	*		
<i>Anas discors</i>	*	*		*
<i>Anas cyanoptera</i>	*	*		
<i>Anas clypeata</i>	*	*		*
<i>Anas acuta</i>	*	*		
<i>Anas crecca carolinensis</i>	*	*		
<i>Aythya americana</i>			*	
<i>Aythya valisineria</i>		*		
<i>Oxyura jamaicensis</i>	*	*		
<i>Oxyura dominica</i>		*		
<i>Rallus limicola</i>		*		
<i>Porzana carolina</i>		*		

CUADRO 13. - Continuación...

<i>Porphyrula martinica</i>	*	*	*	*
<i>Gallinula chloropus</i>	*	*	*	
<i>Fulica americana</i>	*	*	*	*
<i>Charadrius alexandrinus</i>		*		
<i>Charadrius semipalmatus</i>				*
<i>Charadrius vociferus</i>	*	*	*	
<i>Haematopus palliatus</i>				*
<i>Himantopus mexicanus</i>	*	*	*	*
<i>Recurvirostra americana</i>	*	*		*
<i>Jacana spinosa</i>	*	*	*	*
<i>Tringa melanoleuca</i>	*			*
<i>Tringa flavipes</i>		*		*
<i>Tringa solitaria</i>	*	*		
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>		*	*	*
<i>Heteroscelus incanus</i>				*
<i>Actitis macularia</i>	*	*		*
<i>Numenius phaeopus</i>	*			*
<i>Numenius americanus</i>		*	*	*
<i>Limosa fedoa</i>				*
<i>Arenaria interpres</i>		*		
<i>Calidris alba</i>				*
<i>Calidris pusilla</i>				*
<i>Calidris mauri</i>	*	*		*
<i>Calidris minutilla</i>	*	*		*
<i>Calidris bardii</i>		*		
<i>Calidris melanotos</i>		*		
<i>Calidris himantopus</i>		*		
<i>Limnodromus griseus</i>				
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	*	*		
<i>Gallinago gallinago</i>	*	*		
<i>Phalaropus tricolor</i>	*	*		
<i>Phalaropus lobatus</i>				*
<i>Larus atricilla</i>		*	*	*
<i>Larus pipixcan</i>		*		
<i>Larus heermanni</i>				*
<i>Larus delawarensis</i>	*	*		
<i>Larus californicus</i>		*		
<i>Larus argentatus</i>		*		
<i>Sterna caspia</i>	*	*	*	*
<i>Sterna maxima</i>			*	*
<i>Sterna elegans</i>				*
<i>Sterna hirundo</i>			*	
<i>Sterna forsteri</i>		*		
<i>Sterna antillarum</i>		*		
<i>Chlidonias niger</i>		*		
<i>Rynchops niger</i>				*
Total de especies	44	62	32	50

Laguna de Zapotlán (datos del presente estudio); Laguna de Sayula (Delgadillo, 1995); Laguna Los Otates (Zaragoza, 1995) y la Laguna El Tecuán (Navarro, 1993).

Sin embargo, los resultados fueron diferentes para las lagunas costeras, las cuales presentaron el mayor número de especies de anátidos; como la Laguna Madre en Tamaulipas y la Laguna de Tamiahua en Veracruz (Cuadro 14). Ya que se atribuyen a las comunidades de aves acuáticas en las lagunas costeras, una alta composición de especies, en particular de las especies de anátidos migratorios (Rappole *et al.* 1993 y Petit *et al.* 1995).

CUADRO 14.- Riqueza de Anátidos en varios humedales del país.

Especie	Laguna Zapotlán	Laguna Madre	Laguna Tamiahua	Laguna Alvarado	Laguna Patzcuaro	Laguna Cuitzeo
	Estado Jalisco	Estado Tamaulipas	Estado Veracruz	Estado Veracruz	Estado Michoacán	Estado Michoacán
<i>Dendrocygna bicolor</i>	*					
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	*					
<i>Anser albifrons</i>		*	*			
<i>Chen caerulescens</i>		*	*			
<i>Branta canadensis</i>		*				
<i>Anas crecca</i>	*	*	*			*
<i>Anas fulvigula</i>		*	*	*		
<i>Anas platyrhynchos</i>	*	*			*	*
<i>Anas acuta</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Anas discors</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Anas cyanoptera</i>	*					
<i>Anas clypeata</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Anas strepera</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Anas americana</i>	*	*	*	*	*	*
<i>Aythya valisineria</i>		*	*	*		*
<i>Aythya americana</i>		*	*	*		*
<i>Aythya collaris</i>		*	*	*		
<i>Aythya marila</i>						*
<i>Aythya affinis</i>		*	*	*		
<i>Bucephala albeola</i>		*	*			*
<i>Mergus merganser</i>		*	*	*		
<i>Oxyura jamaicensis</i>	*	*	*	*		*
Total de especies	11	16	16	12	6	12

Laguna de Zapotlán (datos del presente estudio); Laguna Madre, Tamp.; Laguna de Tamiahua, Ver.; Laguna de Alvarado, Ver.; Lago de Patzcuaro, Mich. Y Laguna de Cuitzeo, Mich. (Fish and Wildlife Service. 1988).

Realizando una comparación de la riqueza de anatidos entre varios humedales del estado de Jalisco (Cuadro 15), se observó que correspondió a la Laguna de Sayula la mayor riqueza, seguida por la Laguna de Zapotlán con 14 y 11 especies respectivamente; aunque la mayor superficie por hectáreas la presentan el Lago de Chapala y la Laguna de Sayula (Fish and Wildlife Service, 1988; Derek y Carbonell, 1986; Navarro, 1993; Delgadillo, 1995 y Zaragoza,1995).

CUADRO 15.- Riqueza de Anatidos en varios humedales de Jalisco.

Nombre de la especie	Laguna Zapotlán	Lago Chapala	Laguna Atotonilco	Laguna Sayula	Laguna Tecuán	Laguna Otates
<i>Dendrocygna bicolor</i>	*			*		
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	*			*	*	*
<i>Anser albifrons</i>						
<i>Chen caerulescens</i>			*	*		
<i>Branta canadensis</i>						
<i>Anas crecca</i>	*	*	*	*		
<i>Anas fulvigula</i>						
<i>Anas platyrhynchos</i>	*	*	*	*		
<i>Anas acuta</i>	*	*	*	*		
<i>Anas discors</i>	*	*	*	*	*	
<i>Anas cyanoptera</i>	*	*	*	*		
<i>Anas chryseata</i>	*		*	*	*	
<i>Anas strepera</i>	*			*		
<i>Anas americana</i>	*	*	*	*		
<i>Aythya valisineria</i>		*		*		
<i>Aythya americana</i>						*
<i>Aythya collaris</i>						
<i>Aythya affinis</i>		*				
<i>Bucephala albeola</i>						
<i>Mergus merganser</i>						
<i>Oxyura jamaicensis</i>	*			*		
<i>Oxyura dominica</i>				*		
Total de especies	11	8	8	14	3	2

Laguna de Zapotlán (datos del presente estudio); Lago de Chapala y Laguna de Atotonilco (Derek y Carbonell, 1986 y Fish and Wildlife Service, 1988); Laguna de Sayula (Derek y Carbonell, 1986; Fish and Wildlife Service, 1988 y Delgadillo, 1995); Laguna El Tecuán (Navarro, 1993) y Laguna Los Otates (Zaragoza,1995).

8.2.- Abundancia.

La comunidad de aves acuáticas estuvo dominada por *Fulica americana*; coincidiendo con lo reportado por Guzmán *et al.* (1994), donde mencionan como especie más abundante a *Fulica americana* en el Estero San José del Cabo, Baja California Sur, México.

En general, las abundancias fueron mayores a lo esperado; sobre la base de los resultados de los censos aéreos realizados por el Fish and Wildlife Service de Estados Unidos, durante la estancia migratoria de las aves acuáticas en la zona de estudio (Sparrowe *et al.* 1989; Fish and Wildlife Service, 1988; Derek y Carbonell, 1986 y Bellrose, 1980).

Las especies nadadoras y buceadoras de las familias Anatidae, Rallidae y Phalacrocoracidae, registraron mayores abundancias en las estaciones de muestreo 5, 6, 7 y 8; las cuales se localizan en la parte norte y noroeste de la Laguna y son los sitios con mayor área sin vegetación acuática emergente y con profundidad adecuada (arriba de los 50 cm aproximadamente), lo que quizás es propicio para obtener su alimento.

Fulica americana fue registrada con altas abundancias en todos los microhábitats a excepción de zona de cultivos, mostrándose como una especie generalista; mientras que la otra gallareta, *Gallinula chloropus* sólo se encontró con elevadas abundancias en zona fangosa.

8.3.- Análisis de Diversidad ecológica.

De acuerdo a Escofet (1994), para que la diversidad de hábitats se traduzca en cambios sensibles en el número de especies, es esencial que las especies perciban las diferencias entre un hábitat y otro. Por lo que se debe partir de una distinción de hábitats comprobable a alguna escala, y por lo tanto realizar

separadamente en cada uno de ellos, los conteos de individuos por especie. Lo cuál se realizó en éste estudio y se muestra en el análisis de la diversidad beta donde los microhábitats que resultaron afines por compartir especies son en primer lugar la zona somera y zona de playa, así como zona somera y zona de islote, seguido por la zona fangosa y zona de playa (Cuadro 12).

Se identificó con la diversidad alfa más alta, a los siguientes microhábitats, en primer término a zona somera, seguido por zona de playa y posteriormente la zona fangosa; dándose un comportamiento concéntrico que va del agua libre hasta la zona seca, situación que presentan los humedales según Helmers (1992).

8.4.- Caracterización de los parámetros físico-químicos del hábitat.

Sobre la base de los resultados, se observa que existe diferencia significativa entre los distintos factores físico - químicos del hábitat y la riqueza en cada estación de muestreo. Por lo que es probable que los factores físico - químicos tengan una incidencia directa sobre la riqueza, composición y abundancia de las especies en la comunidad de aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán. Situación que muestra Kantrud y Stewart (1977 y 1984), Brower y Zar (1977) y Landers *et al.* (1977), donde señalan que la profundidad y la temperatura tienen influencia directa en la estructura y composición de la vegetación acuática (disposición de recursos) y consecuentemente sobre la diversidad de la avifauna acuática; ya que éstos factores pueden ejercer su efecto vía los recursos alimentarios o bien, del efecto de éstos sobre el nivel de competencia que pueda ofrecer en la comunidad, tanto la porción de aves migratorias (visitantes de invierno) y las no-migratorias (residentes permanentes y residentes de verano).

8.5.- Distribución temporal.

Es importante considerar lo señalado por Rappole *et al.* (1993), donde mencionan que el proceso de expansión en la distribución y el desarrollo de poblaciones migratorias es continuo y dinámico. Ejemplo de esto es lo que ha sucedido con *Bubulcus ibis*, *Egretta tricolor*, *Egretta thula* y *Ardea alba*, las cuales recientemente han desarrollado poblaciones migratorias.

Es posible que éstas especies, también registradas en el presente estudio y consideradas como residentes permanentes (Cuadro 5); presenten la misma situación, lo cual es apreciado en la fluctuación de su abundancia.

Williams III (1982), ha reportado como especies residentes en la Laguna de Zapotlán, a los zambullidores *Aechmophorus occidentalis*, *Podilymbus podiceps* y *Podiceps nigricollis*. Sin embargo, los resultados arrojados por el presente estudio registra a la primera especie en categoría de desconocido; la segunda especie como residente permanente; mientras que la última especie no fue observada durante todo el estudio.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

8.6.- Distribución ecológica por uso de microhábitat.

Numerosas comunidades están incluidas en una serie de microhábitats, los cuales tienen recursos explotables que a través del tiempo y espacio presentan mucha variabilidad, generando que las especies dividan el uso de estos microhábitats (Bowers y Flanagan, 1988).

Es importante señalar que Helmers (1992), ha mencionado que los humedales presentan condiciones ecológicas muy variadas, debido a un gran número de factores, tanto físicos como biológicos. Dando origen ha hábitats bien diferenciados, de productividad variable, ocupado por avifaunas diversas, cuya composición y densidad dependen de las condiciones ecológicas presentes.

Posteriormente, Howell y Webb (1995), señalaron que la distribución de las aves se encuentra básicamente relacionada con el hábitat. Considerando que algunas especies son específicas de su hábitat, otras son tolerantes a ciertos hábitats; mientras que otras especies son completamente adaptables a varios hábitats, dichas especies son denominadas especies generalistas.

Considerando lo anterior, ninguna especie fue observada utilizando los 6 microhábitats; sin embargo, *Ardea herodias*; *Ardea alba*; *Egretta thula*; *Plegadis chihi*; *Anas strepera*; *Anas platyrhynchos diazi*; las gallaretas *Fulica americana* y *Gallinula chloropus*, se encontraron usando 5 microhábitats, dichas especies pueden ser referidas como especies generalistas. Mientras que las específicas de un microhábitat o exclusivas fueron *Aechmophorus occidentalis*, *Oxyura jamaicensis* y *Phalaropus tricolor* en zona acuática; *Actitis macularia* y *Calidris mauri* en zona fangosa; y por último en zona de islote a *Ixobrychus exilis* y *Sterna caspia* (Cuadro 6).

En lo que se refiere al uso de microhábitat se registró lo esperado, considerando que prefirieron la zona acuática los nadadores, buceadores y zancudas; de las familias Podicipedidae, algunos miembros de Ardeidae y los de Anatidae. Mientras que en zona somera predominaron las zancudas y vadeadoras; de las familias Phalacrocoracidae; Ardeidae; Threskiornithidae; de Anatidae a *Dendrocygna bicolor*, Recurvirostridae y la mayoría de los Scolopacidae, en particular los de tamaño medio a grande.

En zona fangosa los más frecuentes en utilizar éste microhábitat fueron *Dendrocygna autumnalis*, *Jacana spinosa* y las especies pequeñas de Scolopacidae. Es importante señalar que las 3 especies de Rallidae se distribuyeron equitativamente en el uso de los microhábitats, ya que el más utilizado por *Fulica americana* es zona acuática; mientras que *Porphyryla martinica*

utiliza mas frecuentemente la zona somera y la *Gallinula chloropus* que prefiere la zona fangosa (Cuadro 7).

La comunidad de aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, se distribuye de acuerdo a sus necesidades ecológicas, reflejadas en la preferencia de uso de microhábitats, observado en éste estudio. Acorde a lo mencionado por Helmers (1992), donde exponen que los lagos se caracterizan por una zonación concéntrica alrededor de sus márgenes, que va de la tierra firme y seca al agua libre. La distribución de las aves acuáticas, sigue exactamente esta zonación, en función de sus exigencias ecológicas como abrigo, alimento, anidación, principalmente.

La presencia de diferentes microhábitats confirma la especificidad conocida para la avifauna en ambientes acuáticos (Escofet *et al.*, 1988). La información de éste estudio, sugiere que la especificidad por uso de microhábitat puede ser aún mayor que la detectada, ya que las abundancias en los diferentes microhábitats, es tan desigual, que en la práctica equivale a una segregación completa.

De este modo, el mantenimiento del mosaico de microhábitats se vuelve importante no sólo para conservar la riqueza de aves acuáticas (Escofet *et al.*, 1988), sino también para la integridad y persistencia del proceso migratorio.

8.7.- Validación de la hipótesis.

Las especies abundantes variaron en cada una de las estaciones de muestreo y en los microhábitats, a excepción de *Fulica americana*, la cual de manera general se encontró muy abundante.

De igual manera, se identificó que las características físico – químicas varían en cada estación de muestreo, difiriendo también la riqueza y la abundancia de las

especies. Se deduce que se tiene una incidencia directa sobre la composición y abundancia de las especies de aves con los factores físico – químicos del humedal.

Es importante señalar que los microhábitats vecinos presentan características estructurales y número de especies similares. Sin embargo, se encuentran diferentes especies en cada microhábitat; ya que se identifican especies exclusivas, así como especies generalistas.

Se aceptó la hipótesis propuesta, considerando que la relación entre la riqueza de especies de la comunidad de aves acuáticas y las características físico-químicas del hábitat, resultaron con asociación significativa. También se apoyó la hipótesis en lo referente al aspecto físico del hábitat, ya que la relación entre los microhábitats y la riqueza de especies fue registrada con valores significativos.

Los resultados arrojados en el presente estudio dan soporte a la hipótesis propuesta, en primer orden se encontró que diversidad beta de la comunidad de aves acuáticas, a través de un análisis de similitud, muestra mayor relación entre microhábitats vecinos, ya que estos microhábitats no sólo comparte un buen número de especies similares, sino también características estructurales mas semejantes que entre microhábitats separados (Cuadro 6, 7 y 12). Por otro lado, en lo referente a las características físico - químicas, se aplicó un análisis de varianza donde se muestra que dichas características varían entre estaciones de muestreo, con excepción de una de ellas (plomo); se encontró además asociación significativa entre la mayoría de estos parámetros físico - químicos y la riqueza; aplicando un análisis de correlación, con los resultados de ambos análisis se tiene un mayor apoyo a la hipótesis, en lo referente a la relación de características físico - químicas y la diversidad de la comunidad de aves acuáticas (Cuadro 3 y 4).

9. CONCLUSIONES

Se encontró representada la comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán por 44 especies, correspondientes a 12 familias y 6 ordenes. De éstas familias se registro a Anatidae, Ardeidae y Scolopacidae con el mayor número de especies. Donde *Fulica americana* y *Plegadis chihi* se mostraron como las especies más abundantes durante el estudio

Las estaciones de muestreo ubicadas al norte del humedal son las que se observaron con menos presencia antropogénica, lo cual propició posiblemente que presentaran la mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies.

Los resultados sobre la base del incremento de la riqueza de especies y la abundancia, entre los meses de otoño e invierno, indican un marcado cambio estacional; reflejado por la fluctuación tanto de la riqueza como de la abundancia de acuerdo a un patrón de migración.

Las especies abundantes variaron en cada una de las estaciones de muestreo y en los microhábitats, a excepción de *Fulica americana*, la cual de manera general se encontró muy abundante.

La riqueza de especies de la comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán, se encontró estrechamente ligada a la variedad de microhábitats, y a la especificidad mostrada por las aves en el uso de los mismos.

Los microhábitats con más diversidad es en primer término la zona somera, seguido por la zona fangosa, la zona de playa y zona de islotes, los cuales presentan un comportamiento concéntrico que va del agua poco profunda al área seca. Mientras que la zona somera y zona fangosa, se mostraron más afines en relación con los otros microhábitats.

Es importante señalar que los microhábitats vecinos presentan características estructurales y número de especies similares. Sin embargo, se encuentran diferentes especies en cada microhábitat; ya que se identifican especies exclusivas, así como especies generalistas.

El análisis de diversidad y similitud por estaciones de muestreo no mostraron marcadas diferencias y si elevados niveles de similitud.

Se observo diferencia significativa en cada estación de muestreo entre los distintos factores físico – químicos del hábitat, con excepción del plomo que resulto significativamente igual.

Se identificó que las características físico – químicas varían en cada estación de muestreo, difiriendo también la riqueza y la abundancia de las especies. Se deduce que se tiene una incidencia directa sobre la composición y abundancia de las especies de aves con los factores físico – químicos del humedal.

Se aceptó la hipótesis propuesta, considerando que la relación entre la riqueza de especies de la comunidad de aves acuáticas y las características físico-químicas del hábitat, resultaron con asociación significativa. También se apoyó la hipótesis en lo referente al aspecto físico del hábitat, ya que la relación entre los microhábitats y la riqueza de especies fue registrada con valores significativos.

Se considera la Laguna de Zapotlán como un área de interés por el notable porcentaje de aves acuáticas migratorias y por el importante número de especies cinegéticas (especies de la familia Anatidae). Es importante señalar que la variedad de microhábitats, son importantes en el mantenimiento de la riqueza biótica, tal es el caso de la comunidad de aves acuáticas en éste humedal.

10. RECOMENDACIONES

Debido a las altas tasas de crecimiento poblacional humano, la destrucción de los hábitats y la contaminación que presenta la Laguna de Zapotlán, se considera un área crítica, en la cuál es necesario concentrar esfuerzos de conservación y manejo de las poblaciones de aves acuáticas y sus hábitats; principalmente de las poblaciones residentes.

Es necesario continuar con el seguimiento de las evaluaciones estacionales de las poblaciones de aves acuáticas tanto migratorias como residentes, que permitan medir los efectos que propicia cualquier cambio de uso de suelo o actividad en la Laguna de Zapotlán.

Se deberán establecer y proteger como áreas de manejo los sitios críticos de anidación, alimentación, invernación y descanso de la avifauna acuática, particularmente de aquellas especies cuyas poblaciones tienden a concentrarse en sitios definidos.

Es prioritario implementar programas de educación ambiental, dirigidos a todos los niveles de la población humana, sobre la importancia de la Laguna de Zapotlán y los problemas que enfrentan los organismos acuáticos, especialmente las aves; así como el mejor aprovechamiento de esos recursos.

Es adecuado promover acuerdos con los organismos gubernamentales correspondientes, así como apoyos adicionales para la protección de las aves acuáticas migratorias, considerando que es un recurso internacional compartido con varios países.

11. LITERATURA CITADA

- American Ornithologists' Union. 1998. Check-list of North American Birds. 7th. Edition. American Ornithologists' Union. Washington, D.C. 829 pp.
- Arellano, M. y P. Rojas M. 1956. Aves Acuáticas Migratorias en México I. Instituto Mexicano de Recursos Renovables. México. 270 pp.
- Arizmendi, M.C., H. Berlanga, L. Márquez-Vadelmar, L. Navarajo y F. Ornelas. 1990. Avifauna de la Región de Chamela, Jalisco. Cuadernos del Instituto de Biología No. 4, UNAM. México. 62 pp.
- Babb S., K. 1991. Caracterización de la Ornitofauna en los Hábitats Naturales y Agrícolas en la Cuenca del Río Lerma, México. Simposium Wildlife. 1-13 p.
- Balfors, B. 1993. Environmental Impact assessment in Restorations of Eutrophic Lakes: Case Study of Lake Angarn, Sweden. Journal of Environmental Management. 39:13-26.
- Bellrose F., C. 1980. Ducks, Geese and Swans of North America. 3th. Edition. Wildlife Management Institute. Stackpole Books. U.S.A. 540 pp.
- Blair, R. B. 1992. Lake Features, Water Quality and the Summer Distribution of Common Loons in New Hampshire. J. Field Ornithol. 63(1):1-9.
- Blake E., R. 1972. Birds of Mexico. A Guide for Field Identification. The University of Chicago Press. 644 pp.
- Blondel, J., D. Chessel y B. Frochot. 1988. Birds Species Impoverishment, Niche Expansion, and Density Inflation in Mediterranean Island Habitats. Ecology. 69(6):1899-1917.
- Boettcher, R., S.M. Haig y W.C. Bridges, Jr. 1995. Habitat-Related Factors Affecting the Distribution of Nonbreeding American Avocets in Coastal South Carolina. Condor. 97:68-81.
- Bowers M.A. y C.A. Flanagan. 1988. Microhabitat as a Template for the Organization of a Desert Rodent Community. Symposium Management of Amphibians, Reptiles, and Small Mammals in North America. Flagstaff, AZ. USA. 300-312 p.

- Boyer, T. y J. Gooders. 1990. *American Nature Guides Ducks*. Galleryl Books. New York. U.S.A. 144 pp.
- Brower, J.E. y J.H. Zar. 1981. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Brown Company Publishers. U.S.A. 194 pp.
- Burger, J.A. 1984. *Abiotic Factors Affecting Migrant Shorebirds*, p. 1-72. In J.A. Burger and B.L. Olla (eds.), *Behavior of Marine Animals*, vol. 6: *Shorebirds: Migration and Foraging Behavior*. Plenum Press, New York.
- Colwell, M. A. 1993. *Shorebird Community Patterns in a Sesonally Dynamic Stuary*. *Condor*. 95(1)104-114.
- Cotgreave, P. y P. H. Harvey. 1994. *Evenness of Abundance in Bird Communities*. *Journal of Animal. Ecology*. 63(2):365-374.
- Curiel, B.A. (Comp.). 1995. *Plan de Ordenamiento de la Cuenca de Zapotlán*. Gobierno del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco.
- David, P.G. 1994. *Wading Bird Use of Lake Okeechobee Relative to Fluctuating Water Levels*. *Wilson Bull*. 106(4):719-732.
- Davis, L. 1972. *A Field Guide to the Birds of Mexico and Central America*. University of Texas Press. 282 pp.
- Delgadillo V., A.M. 1995. *Identificación y Censo de la Avifauna Migratoria y Residente de la Laguna de Sayula, Jalisco*. Tesis Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y Ambientales de la U. De G. 144 pp.
- Derek, A. S. y M. Carbonell (Comp.). 1986. *Inventario de Humedales de la Región Neotropical*. I.W.R.B. Slimbridge y UICN. Cambridge, Reino Unido. 714 pp.
- Edwards E., P. 1989. *A Field Guide to the Birds of Mexico*. 2nd. Edition. Ernest P. Edwards. U.S.A. 118 pp.
- Escalante P., A.M. Sada y J. Robles Gil. 1996. *Listado de Nombres Comunes de las Aves de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Sierra Madre. México, D.F. 32 pp.
- Escofet, A. 1994. *Evaluación del Hábitat y de Fuentes de disturbio: En Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. Editores G. Espino de la Lanza y C. Cáceres Martínez. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 497-525.

- Escofet, A., D.H. Loya-Salinas y J.I. Arredondo. 1988. El Estero de Punta Banda (Baja California , México) como Hábitat de la Avifauna. *Ciencias Marinas*. 14(4):73-100.
- Evens J.G. y G.W. Page, S.A. Laymon y R.W. Stallcup. 1991. Distribution, Relative Abundance and Status of the California Black Rail in Western North America. *Condor*. 93:952-966.
- Fish and Wildlife Service. 1988. Mexico Winter Waterfowl Survey 1988. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Portland, Oregon. 42 pp.
- Friedmann, H., L. Griscom y R. T. Moore. 1950. Distributional Check-list of the Birds of Mexico. Part I. Pacific Coast Avifauna. No. 29. Cooper Ornithological Club. U.S.A. 201 pp.
- Gabrielson I., N. 1942. Conservation of Waterfowl. In: The Ducks, Geese and Swans of North America. The Stackpole Co. Harrisburgh, Pa., & Wildl. Manage. Inst. 476 pp. 36 plates.
- García, E. 1975. Modificación a la Clasificación Climática de Köppen. Inst. Geog., Univ. Nacl. Autón. México. 75 pp.
- Gaviño de la Torre, G. 1978. Notas Sobre Algunas Aves de la Región de Chamela, Jalisco, México. *An. Inst. Biol. UNAM*. 49(1):295-302.
- Gaviño de la Torre, G. y Z. Uribe. 1980. Distribución, Población y Epoca de la Reproducción de las Aves de las Islas Tres Marietas, Jalisco, México. *An. Inst. Biol. UNAM*. 51(1):505-524.
- Gawlik D.E. y D.A. Rocque. 1998. Avian Communities in Bayheads, Willowheads, and Sawgrass Marshes of the Central Everglades. *Wilson Bull*. 110(1):45-55.
- Gill, F. B. 1990. *Ornithology*. W. H. Freeman and Company. New York, USA.
- Gustafson E., W. 1990. Areas Lacustres de México Plan Maestro Año 2000. *DUMAC*. XII(1):4-11.
- Guzmán A., M. 1990. La Fauna Acuática de la Nueva Galicia. Una Aproximación a la Problemática de su Estudio y Conservación. *Tiempos de Ciencia. U. De G*. 20:1-46.

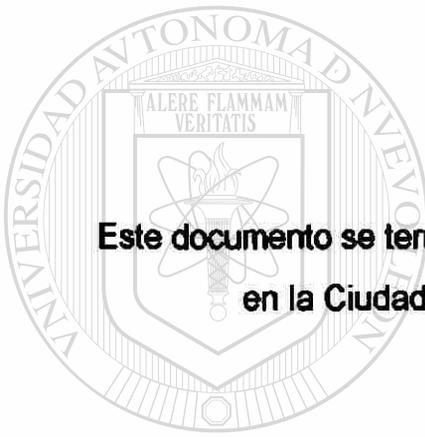
- Guzmán J., R. Carmona, E. Palacios y M. Bojórquez. 1994. Distribución Temporal de Aves Acuáticas en el Estero de San José del Cabo, B.C.S., México. *Ciencias Marinas*. 20(1):93 – 103.
- Haseltine S., D., G. H. Heinz, W. L. Reichel y J. F. Moore. 1981. Organochlorine and Metal Residues in Eggs of Waterfowl Nesting on Islands in Lake Michigan off Door County, Wisconsin, 1977-78. *Pesticides Monitoring Journal*. 15(2):90-97.
- Helmers D., L. 1992. *Shorebird Management Manual*. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. Manomet, MA. 58pp.
- Hobaugh W., C. y J. G. Teer. 1981. Waterfowl Use Characteristics of Flood-Prevention Lakes in North-Central Texas. *J. Wildl. Manage*. 45(1):16-25.
- Hoffman D., J. y W. C. Eastin, Jr. 1981. Effects of Malathion, Diazinon, and Parathion on Mallard Embryo Development and Cholinesterase Activity. *Environmental Research*. 26:472-485.
- Howell S., N.G. 1999. *A Bird – Finding Guide to Mexico*. Cornell University Press. New York. 365 pp.
- Howell S., N.G. y S. Webb. 1995. *A Guide to The Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. New York. USA. 851 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1996. *Cuaderno Estadístico Municipal, Ciudad Guzmán Estado de Jalisco*. Edición 1995. Instituto Nacional de Estadística, geografía e Informática. México. 121 pp.
- Johnsgard P., A. 1956. Effects of Water Fluctuations and Vegetation Change on Bird Populations, Particularly Waterfowl. *Ecology*. 37:689-701.
- Karr R., J. 1968. Habitat and Avian Diversity on Strip-Mined Land in East-Central Illinois. *Condor*. 70(4):348-357.
- Kantrud H., A. y R. E. Stewart. 1977. Use of Natural Basin Wetlands by Breeding Waterfowl in North Dakota. *J. Wildl. Manage* 41(2):243-253.
- Kantrud H., A. y R. E. Stewart. 1984. Ecological Distribution and Crude Density of Breeding Birds on Prairie Wetlands. *J. Wildl. Manage* 48(2):426-437.

- Kortright F., H. 1942. *The Ducks, Geese and Swans of North America*. The Stackpole Co. Harrisburgh, Pa., & Wildl. Manage. Inst. 476 pp. 36 plates.
- Kricher J., C. 1972. Bird Species Diversity: The Effect of Species Richness and Equitability on the Diversity Index. *Ecology*. 53(2):278-282.
- Landers J., L., T. T. Fendley y A. S. Johnson. 1977. Feeding Ecology of Wood Ducks in South Carolina. *J. Wildl. Manage* 41(1):118-127.
- Lapin, M. y B. V. Barnes. 1995. Using the Landscape Ecosystem Approach to Assess Species and Ecosystem Diversity. *Conserv. Biol.* 9(5):1148-1158.
- Leopold A., S. 1977. *Fauna Silvestre de México. Aves y Mamíferos*. 2ª. edición. Instituto Mexicano de Recursos Renovables. 655 pp.
- Limón M., J. 1982. *Manual del Curso de Limnología*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Guadalajara, Jalisco. 30 capítulos. s/n pp.
- Llinas-Gutiérrez, J., E. S. Amador y R. S. Mendoza. 1989. Avifauna Costera de Dos Esteros de la Bahía de la Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 4(1):93-104.
- López-Omat, A. y C. Ramo. 1992. Colonial Waterbird Populations in the Sian Ka'an Biosphere Reserve (Quintana Roo, Mexico). *Wilson Bull.* 104(3):501-515.
- Mack, G. D. y L. D. Flake. 1980. Habitat Relationships of Waterfowl Broods on South Dakota Stock Ponds. *J. Wildl. Manage.* 44(3):695-700.
- Magurran A., E. 1989. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Ediciones Vedral. Barcelona, España. 200 pp.
- McNicol D., K., B. E. Bendell y R. K. Ross. 1987. *Studies of the Effects of Acidification on Aquatic Wildlife in Canada: Waterfowl and Trophic Relationships in Small Lakes in Northern Ontario*. Occasional Paper No. 62, Canadian Wildlife Service. Ottawa, Ont. 76 pp.
- McWhirter D., W. 1976. *Summer Birds of Estacion Chamela and Vicinity, Jalisco, Mexico*. *An. Inst. Biol. UNAM*. 47(1):63-66.
- Miller, A. H., Friedmann, H., L. Griscom y R. T. Moore. 1957. *Distributional Checklist of the Birds of Mexico. Part II. Pacific Coast Avifauna*. No. 33. Cooper Ornithological Society. U.S.A. 436 pp.

- Montufar L., A. 1974. El Pato Triguero. Bosques y Fauna. Dirección General de la Fauna Silvestre. XI(1):53-54.
- Naranjo L.G. y R.J. Raitt. 1993. Breeding Bird Distribution in Chihuahuan Desert Habitats. *Southwestern Naturalist*. 38(1):43-51.
- National Geographic Society. 1987. Field Guide to the Birds of North America. Second edition. National Geographic Society. Washington, D.C. 464 pp.
- Navarro D., T. 1993. Estudio Preliminar de las Aves de la Laguna El Tecuán (Albufera La Fortuna) Municipio de La Huerta, Jalisco, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas de la U. De G. 131 pp.
- Ohlendorf H., M., J. C. Bartonek, G. J. Divoky, E. E. Klaas y A. J. Krynitsky. 1982. Organochlorine Residues in Eggs of Alaskan Seabirds. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Special Scientific Report-Wildlife No. 245. Washington, D.C. 41 pp.
- Perry M., C. y F. M. Uhler. 1988. Food Habits and Distribution of Wintering Canvasbacks, *Aythya valisineria*, on Chesapeake Bay. *Estuaries* 11(1):57-67.
- Pesson, P. (Comp.) 1978. La Contaminación de las Aguas Continentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 335 pp.
- Peterson R., T. Y E. L. Chalif. 1989. Aves de México. Guía de Campo. Ed. Diana. México, D.F. 473 pp.
- Petit R.D., J.F. Linch, R.L. Hutto, J.G. Blake y R.B. Waide. 1995. Habitat Use and Conservation in the Neotropics: In Ecology and Management of Neotropical Migratory Birds. Edited Thomas E. Martin and Deborah M. Finch. Oxford University Press. USA. 145-197 p.
- Pettingill O., S. Jr. 1985. Ornithology in Laboratory and Field. Fifth edition. Academic Press, Inc. U.S.A. 403 pp.
- Pianka E., R. 1982. Ecología Evolutiva. Editorial Omega. Barcelona, España. 365 pp.
- Rappole, J., H., E. S. Morton, T. E. Lovejoy III, J. L. Ruos. 1993. Aves Migratorias Neárticas en los Neotrópicos. Conservation and Research Center, National Zoological Park, Smithsonian Institution. U.S.A. 341 pp.

- Rebón G., F. 1991. Métodos de Estudio y Estado Actual del Conocimiento de las Migraciones de Aves en Ambientes Acuáticos. Memorias del I Curso sobre las Migraciones de Aves y Mamíferos. Memorias del I Curso Sobre las Migraciones de Aves y Mamíferos. Veracruz, Ver. y Tuxtepec, Oax. México. 1-21p.
- Rodríguez-Yañez, C.A., R.M.Villalón C. y A.G. Navarro S. 1994. Bibliografía de las Aves de México (1825-1992). U.N.A.M. Facultad de Ciencias, Depto. de Biología. Publ. Esp. Mus. Zool. 8:1-146 pp.
- Rhodes, M. y J.D. García. 1981. Characteristics of Playa Lakes Related to Summer Waterfowl Use. Southwest. Nat. 26(3):231-235.
- Ringelman J., K. y L. D. Flake. 1980. Diurnal Visibility and Activity of Blue-Winged Teal and Mallard Broods. J. Wildl. Manage. 44(4):822-829.
- Robbins C., S., B. Bruun y H. S. Zimm. 1983. Birds of North America: A Guide to Field Identification. Golden Press. New York, U.S.A. 360 pp.
- Rosenzweig M., L. 1981. A Theory of Habitat Selection. Ecology. 62(2):327-335.
- Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología. 1989. Guía de Aves Acuáticas Cinegéticas de México. Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales. México, D.F. 54 pp.
- Secretaria de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis Geográfica del Estado de Jalisco. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F. 306 pp.
- Schaldach W., J. Jr. 1963. The Avifauna of Colima and Adjacent Jalisco, Mexico. Proc. West. Found. Vert. Zool. 1(1):1-100.
- Simmonds Jr., R. L., A.V. Zale y D.M. Leslie, Jr. 1997. Physical and Biological Factors Affecting Seasonal Double-crested Cormorant Densities on Oklahoma Reservoirs. Colonial Waterbirds. 20(1):31-40.
- Smith G., J. 1987. Pesticide Use and Toxicology in Relation to Wildlife: Organophosphorus and Carbamate Compounds. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Resource Publication No. 170. Washington, D.C. 171 pp.

- Sparrowe R., D., T. J. Dwyer, P. G. Poulos, L. R. Jahn, D. M. Smith y R. J. Misso. 1989. Biopolitical Strategies for Waterfowl Habitat Preservation and Enhancement. In: Habitat Management for Migrating and Wintering Waterfowl in North America. Texas University Press. U.S.A. 531-560.
- Swift B., L., J. S. Larson y R. M. DeGraaf. 1984. Relationship of Breeding Bird Density and Diversity to Habitat Variables in Forested Wetlands. *Wilson Bull.* 96(1):48-59.
- Tramer E., J. 1969. Bird Species Diversity : Components of Shannon's Formula. *Ecology.* 50(5):927-929.
- Weller M., W., B. H. Wingfield y J. B. Low. 1958. Effects of Habitat Deterioration Bird Populations of a Small Utha Marsh. *Condor.* 86(3):266-274.
- White D., H., K. A. King, C. A. Mitchell y A. J. Krynitsky. 1981. Body Lipids and Pesticide Burdens of Migrant Blue-Winged Teal. *J. Field Ornithol.* 52(1):23-28.
- Williams III S., O. 1975. Red head Breeding in the State of Jalisco, Mexico. *Auk* 92:152-153.
- Williams III S., O. 1977. Colonial Waterbirds on the Mexican Plateau. Proc. 1977. — Conference of the Colonial Waterbird Group. Illinois, October 1977.
- Williams III S., O. 1982. Notes on the Breeding and Occurrence of Western Grebes on the Mexican Plateau. *Condor.* 84(1):127-130.
- Williams III S., O. 1987. The Changing Status of the Wood Duck (*Aix sponsa*) in Mexico. *American Birds* 41(3):371-375.
- Worthen, W. B. 1996. Community Composition and Nested-Subset Analyses: Basic Descriptors for Community Ecology. *Oikos.* 76:417-426.
- Zaragoza V., O. 1995. La Ornitofauna Acuática de la Laguna Los Otates, San Patricio Melaque, Jalisco, México. Tesis Licenciatura. Inédita. División de Ciencias Biológicas y Ambientales de la U. de G. 31 pp.



**Este documento se terminó de imprimir el lunes 19 de junio de 2000,
en la Ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, México.**

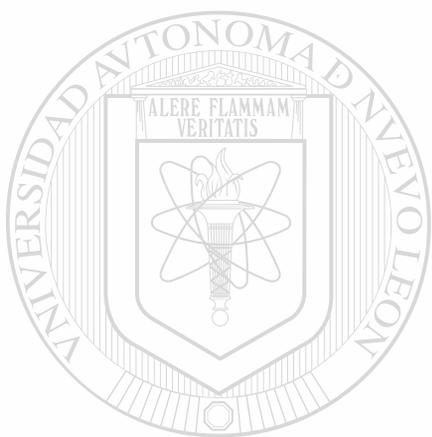
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Rosio T. Amparán Salido

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



