

## **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.

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.

## 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 invernán 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.

## **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 períodos 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, forrajeo y anidación.

Mientras que Perry 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.

### **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.

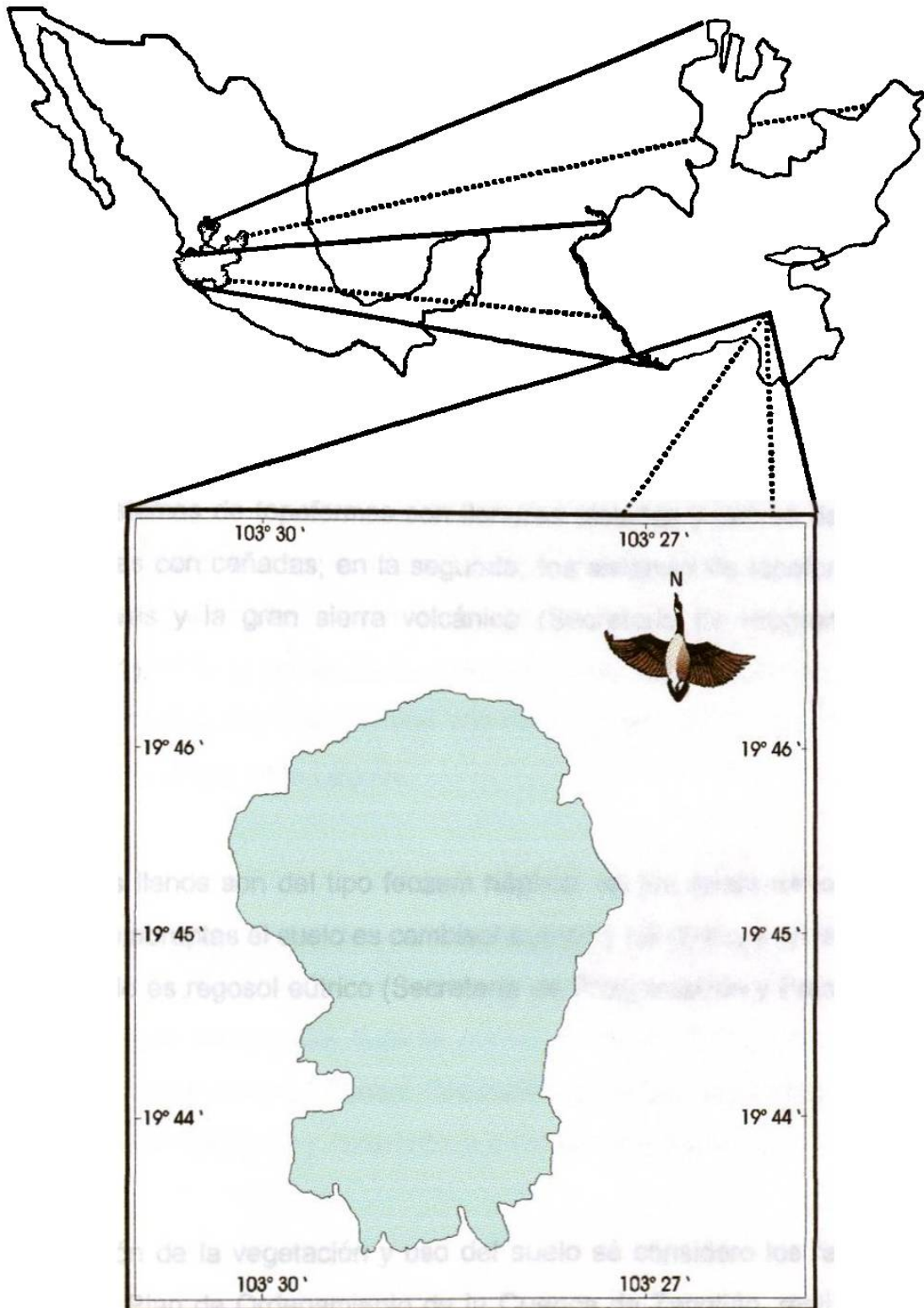


FIGURA 1. Ubicación de la Laguna de Zapotlán, Jalisco, México

### **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 ).

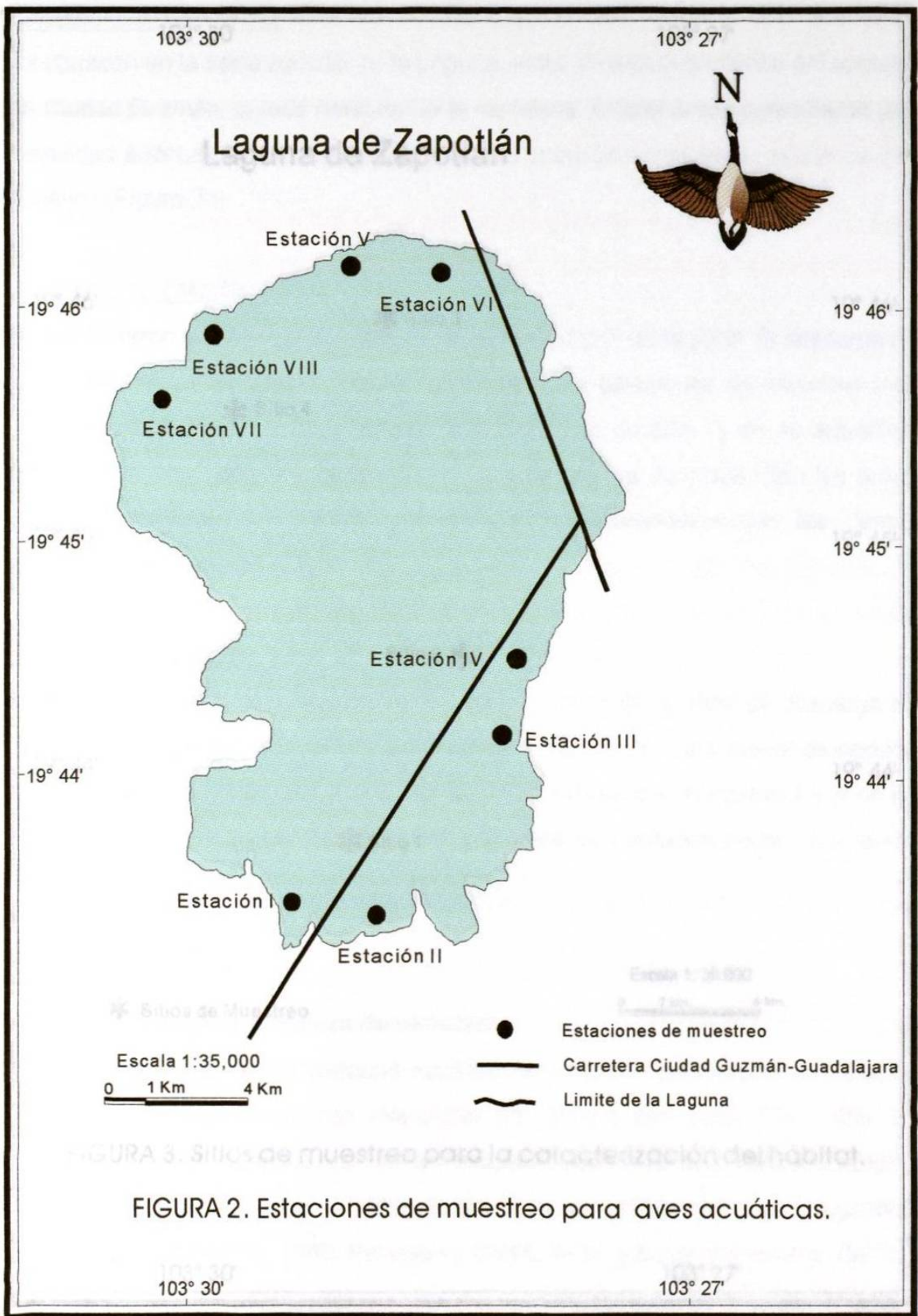


FIGURA 2. Estaciones de muestreo para aves acuáticas.

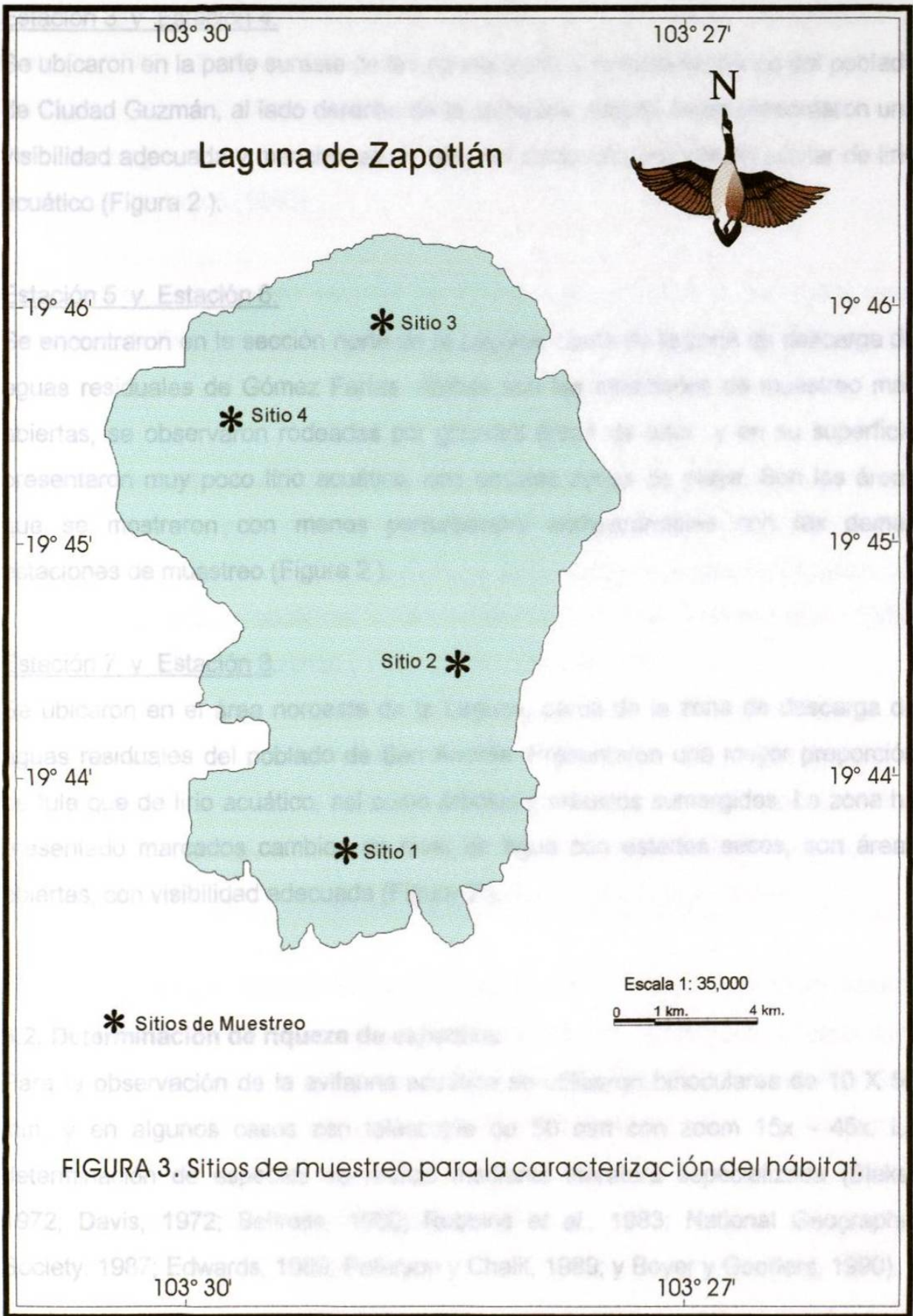


FIGURA 3. Sitios de muestreo para la caracterización del hábitat.

### 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 retoman 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

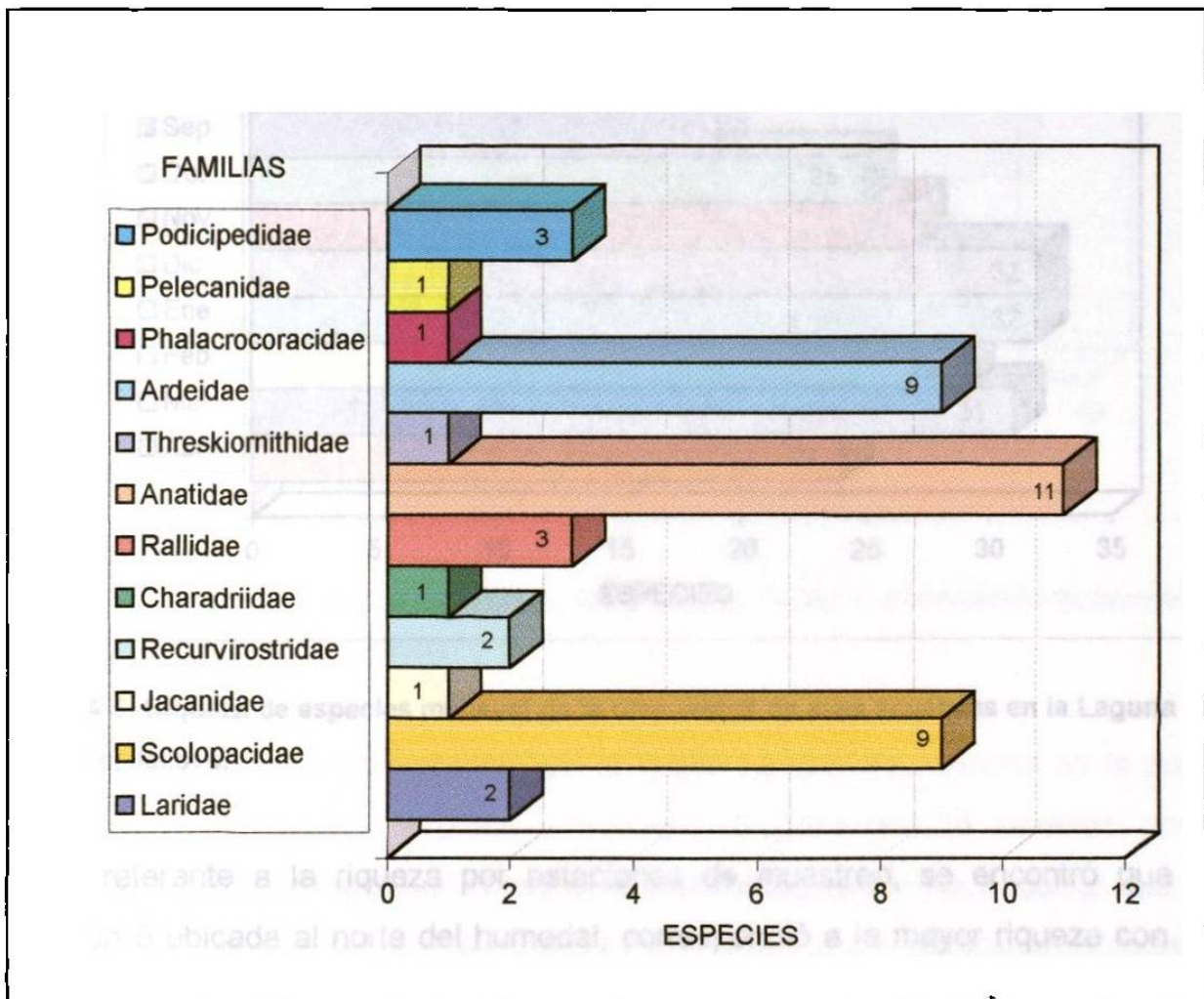
### 7.1. Riqueza.

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.

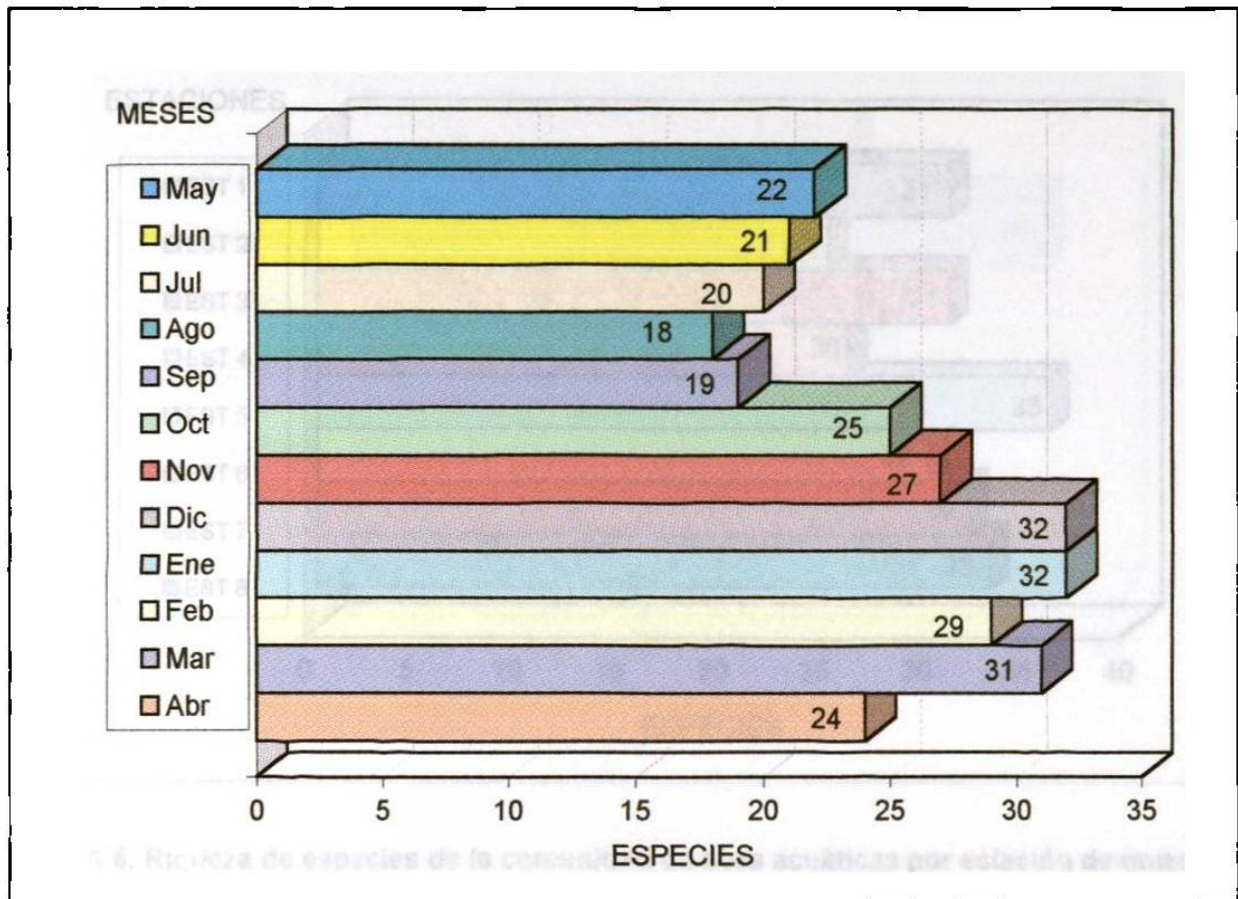
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor
		<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso
		<i>Aechmophorus occidentalis</i>	Achichilique pico amarillo
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano 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
		Threskiomithidae	<i>Plegadis chihi</i>
	Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>
<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
	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildio
Charadriiformes	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 ).



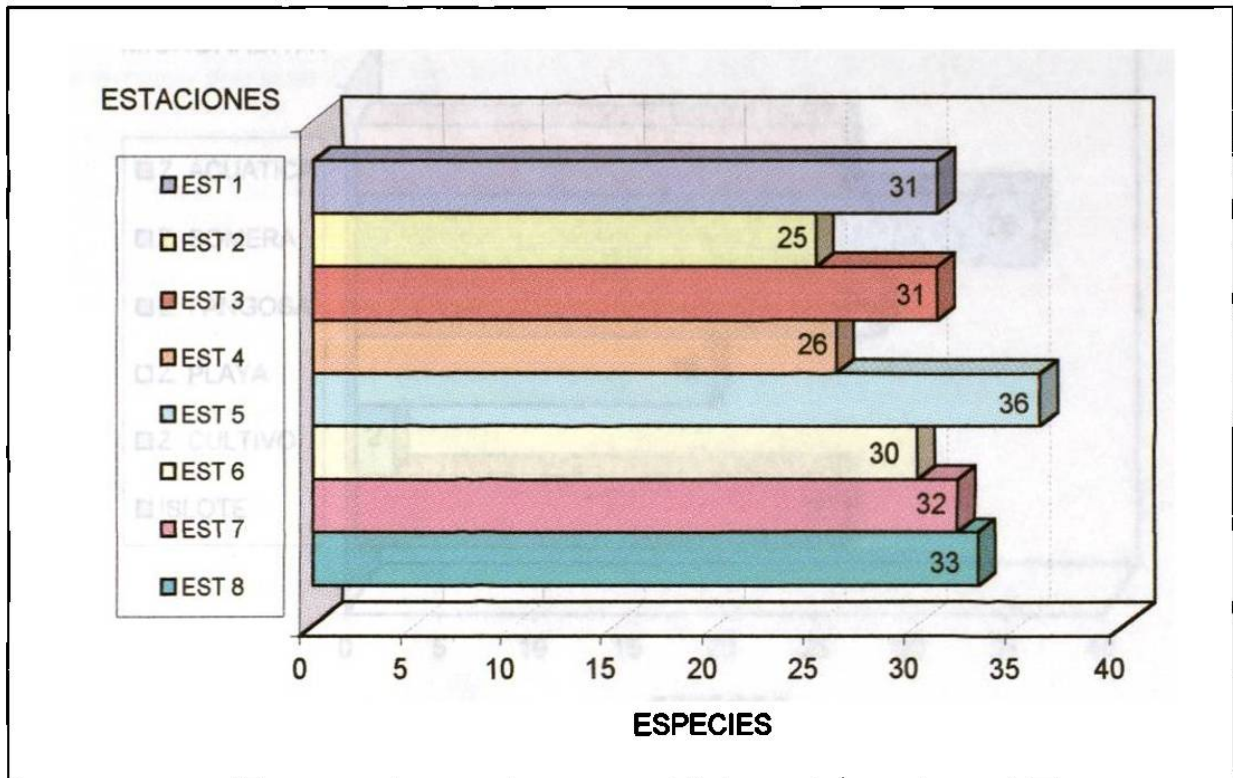
**FIGURA 4. Riqueza de especies por familia de la comunidad de aves acuáticas de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.**

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 ).



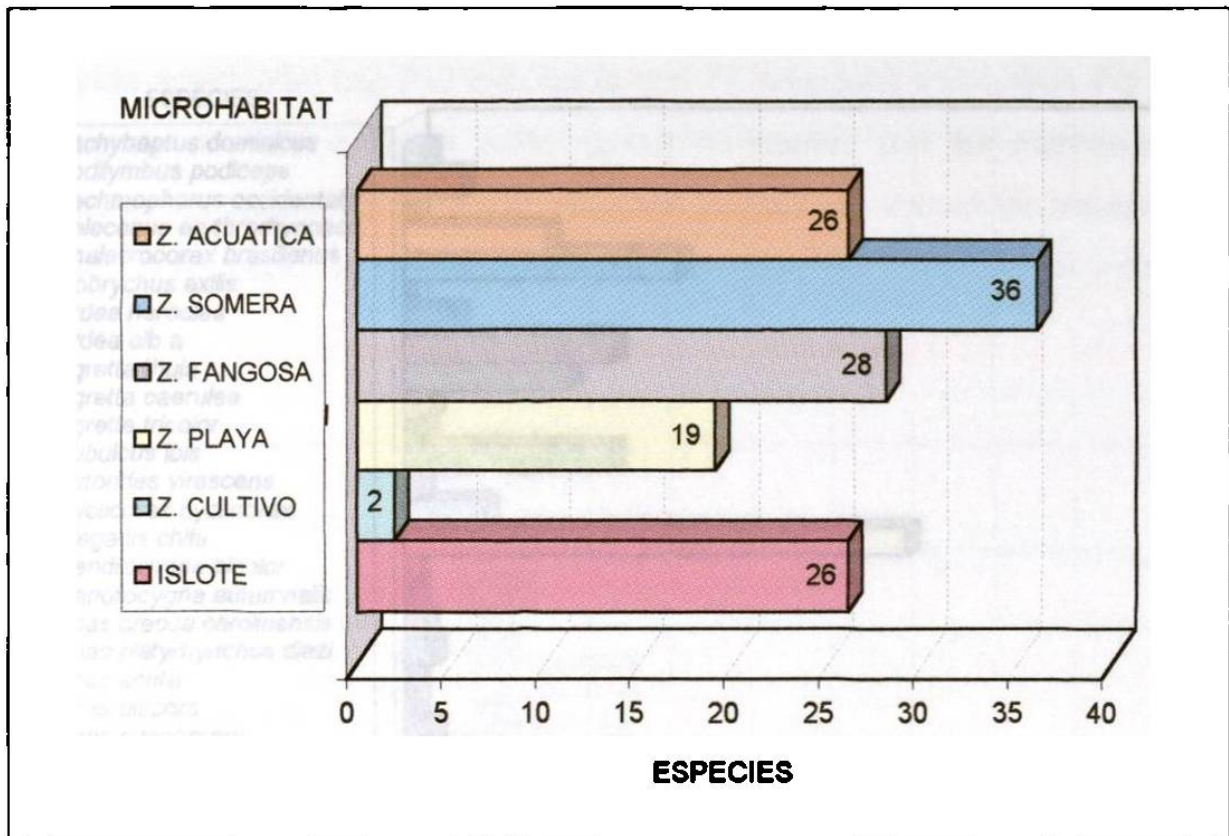
**FIGURA 5. Riqueza de especies mensual de la comunidad de aves acuáticas en la Laguna de Zapotlán, Jalisco.**

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.**

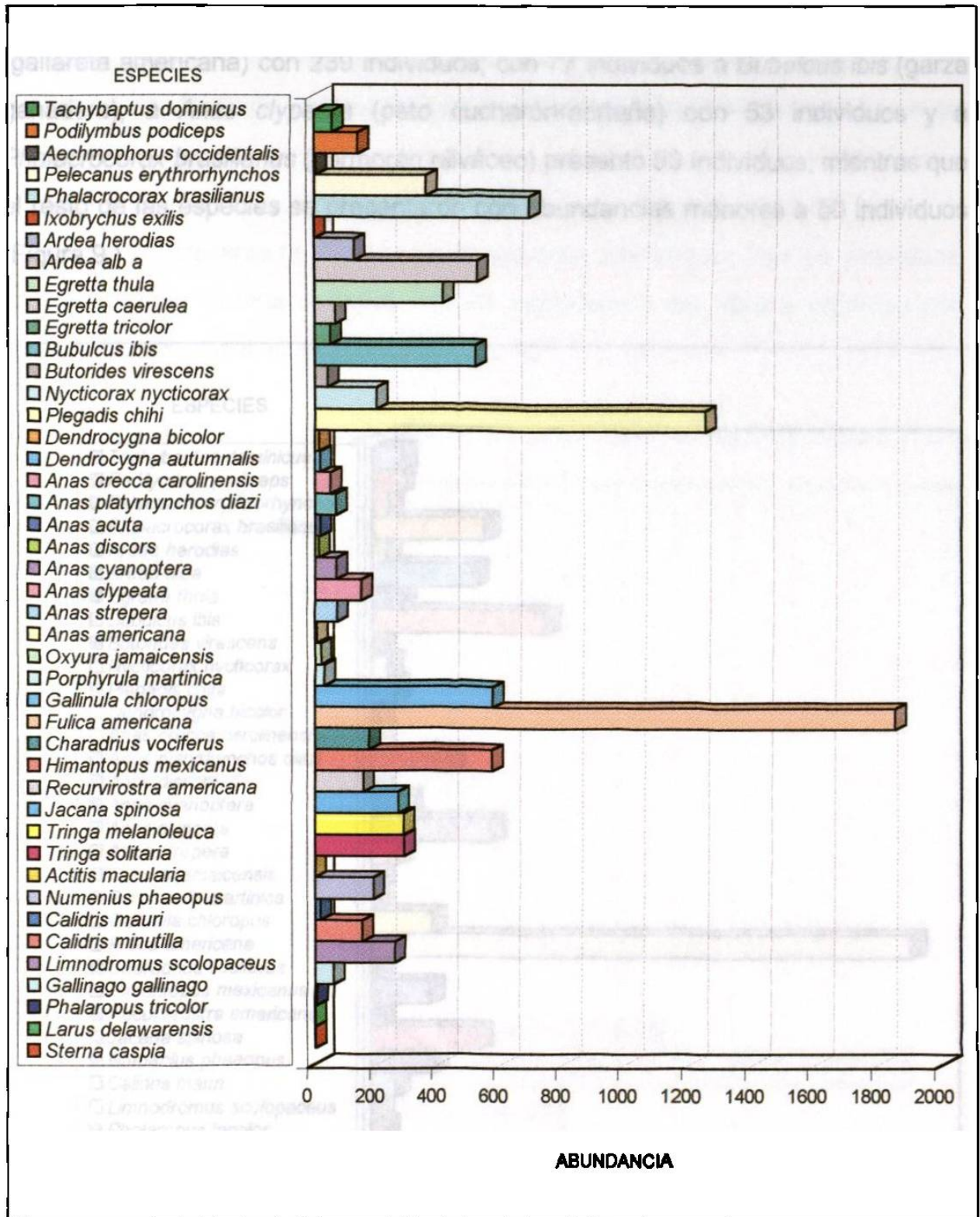
Se encontró que los microhábitats con la mayor riqueza de especies es la zona somera con 36 especies, seguido por la zona fangosa con 28 especies, zona acuática e islote ambas con 26 especies respectivamente. Se observó que la riqueza es menor en la zona de playa con 19 especies y disminuye la riqueza 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.

## 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).

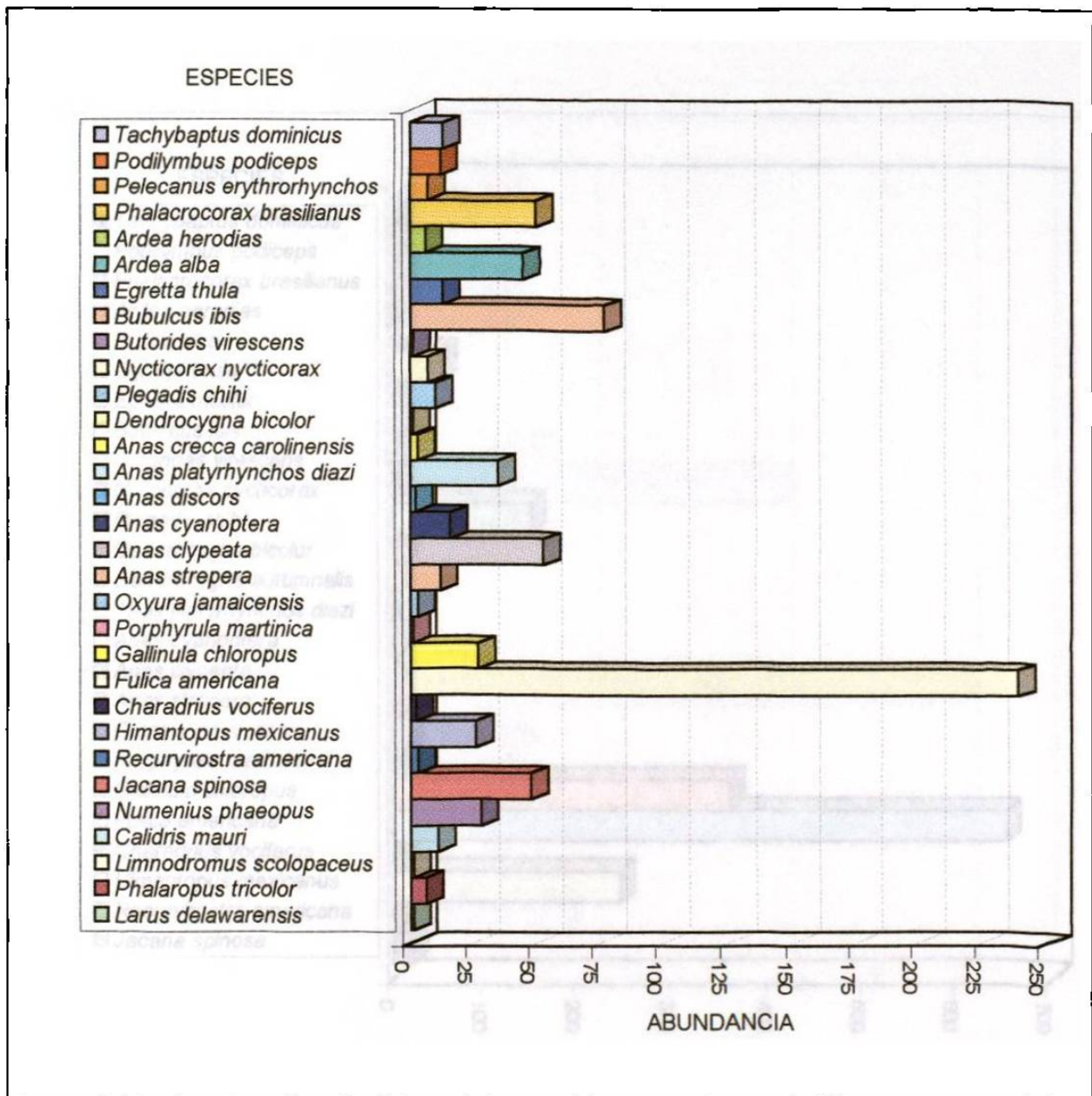
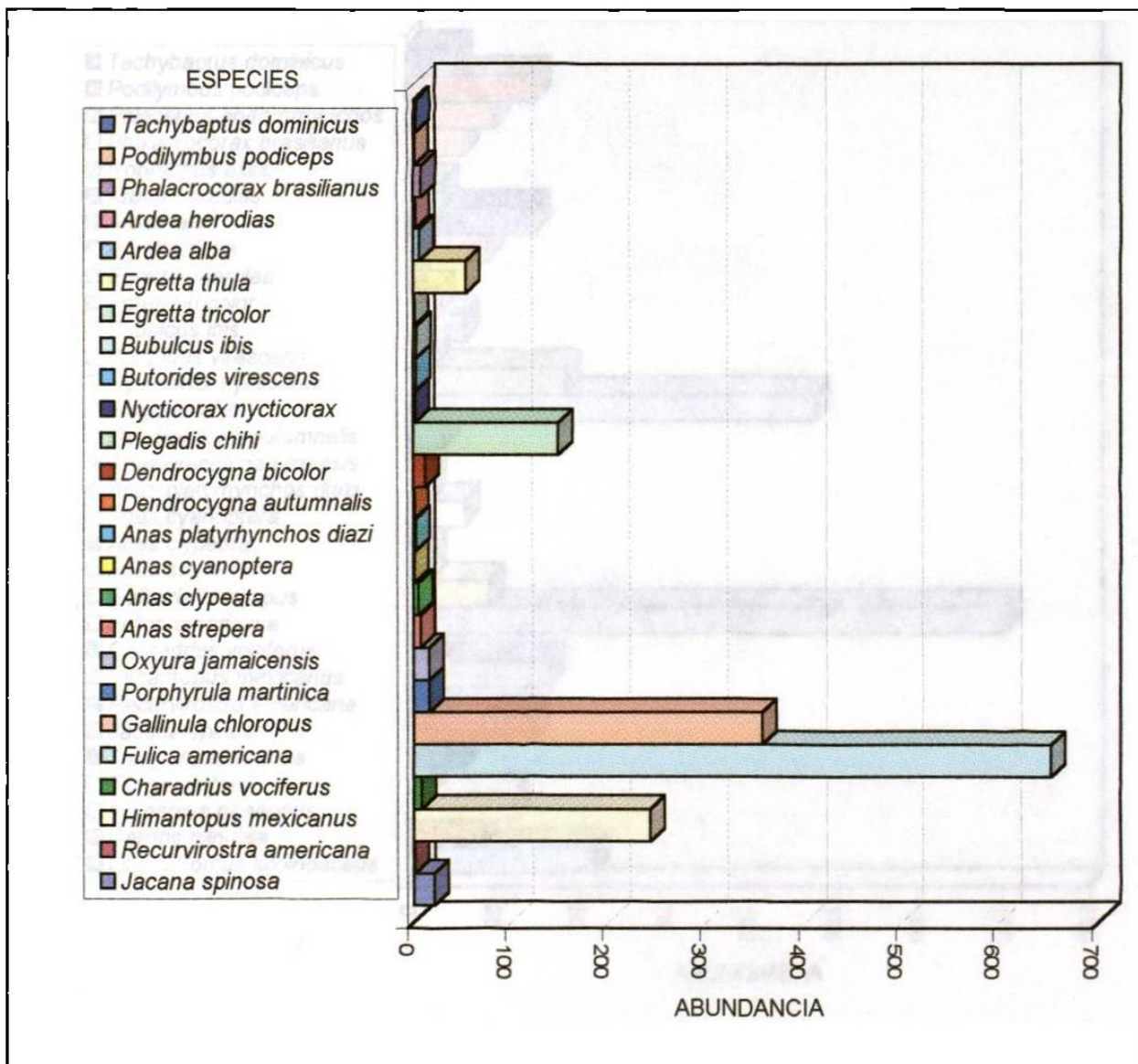


FIGURA 9. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 1 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

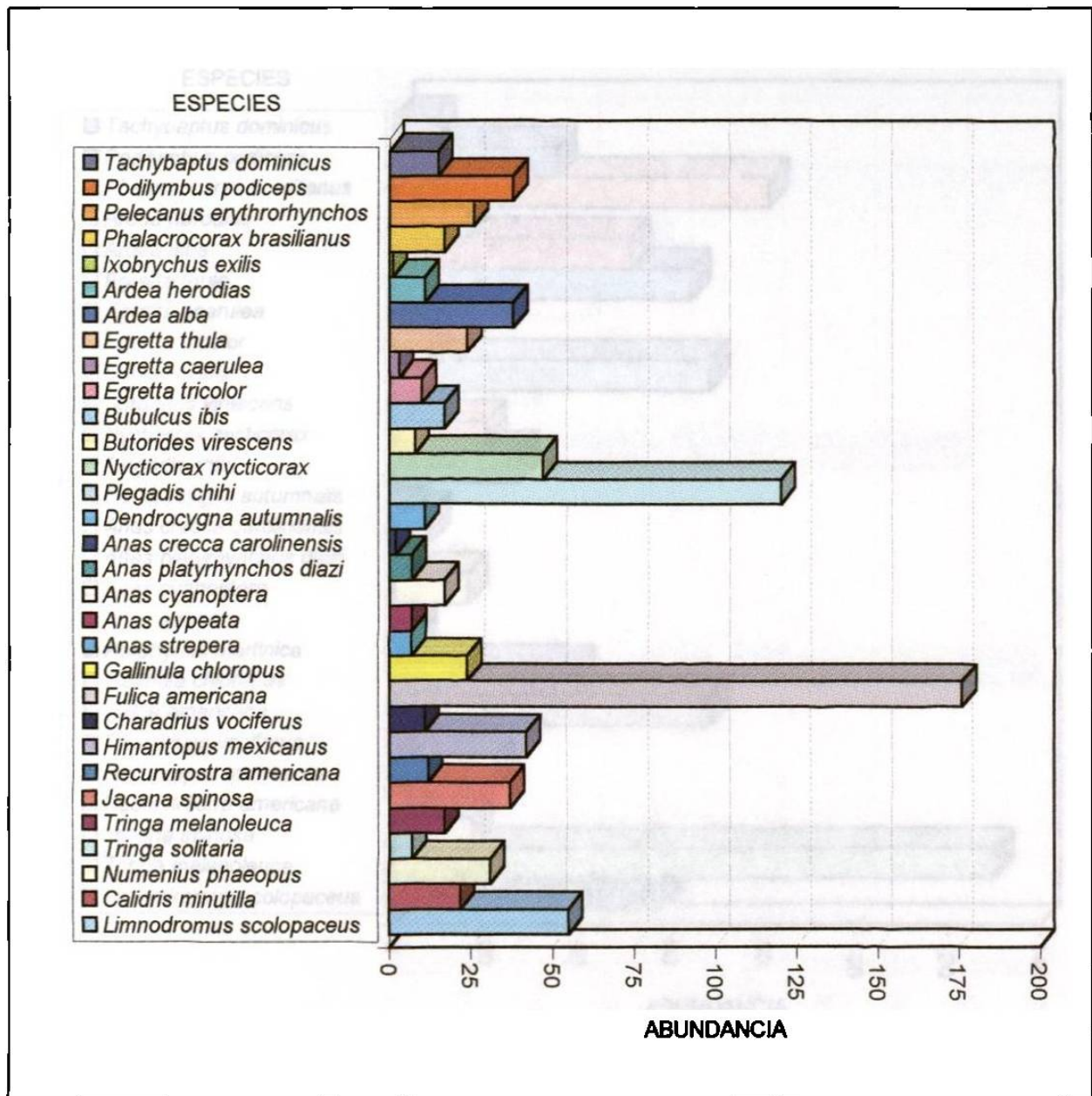


En la estación de muestreo 2, las mayores abundancias correspondieron a las gallaretas, con 651 individuos de *Fulica americana* (gallareta americana), 357 individuos de *Gallinula chloropus* (gallineta frente roja), en menor número se registro *Himantopus mexicanus* (candelerero americano) con 242 individuos 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 ).

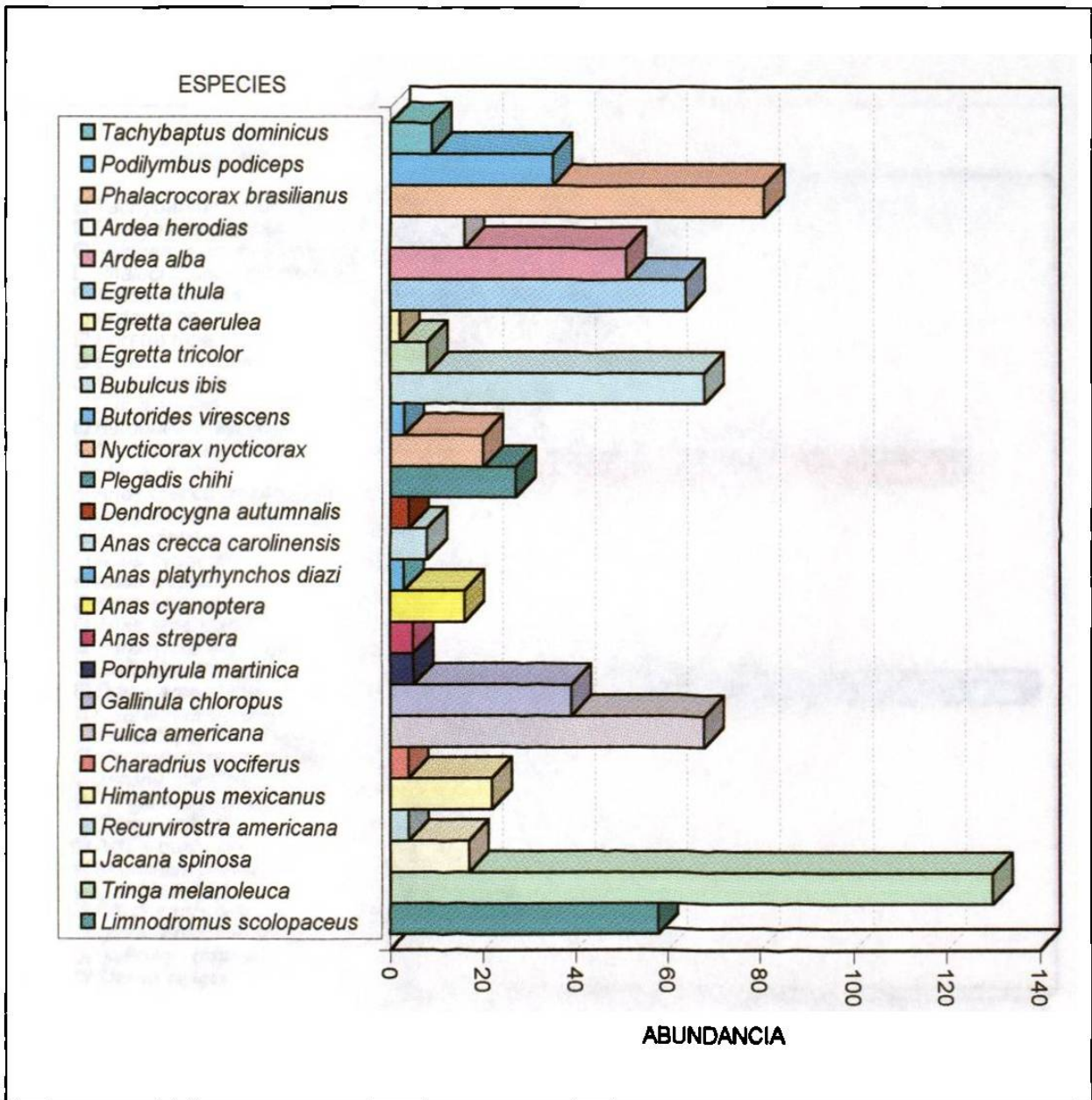
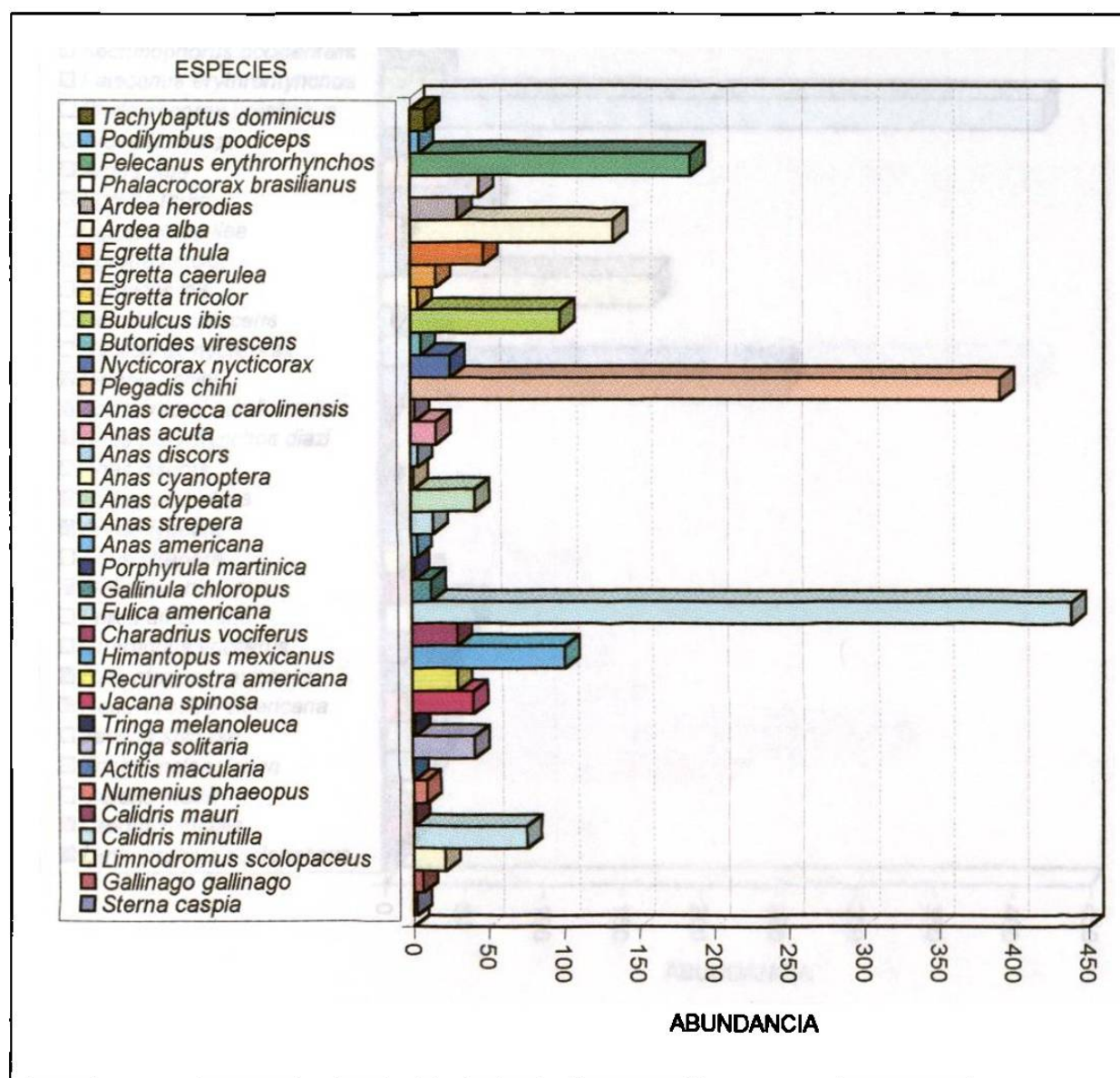


FIGURA 12. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 4 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

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 ).

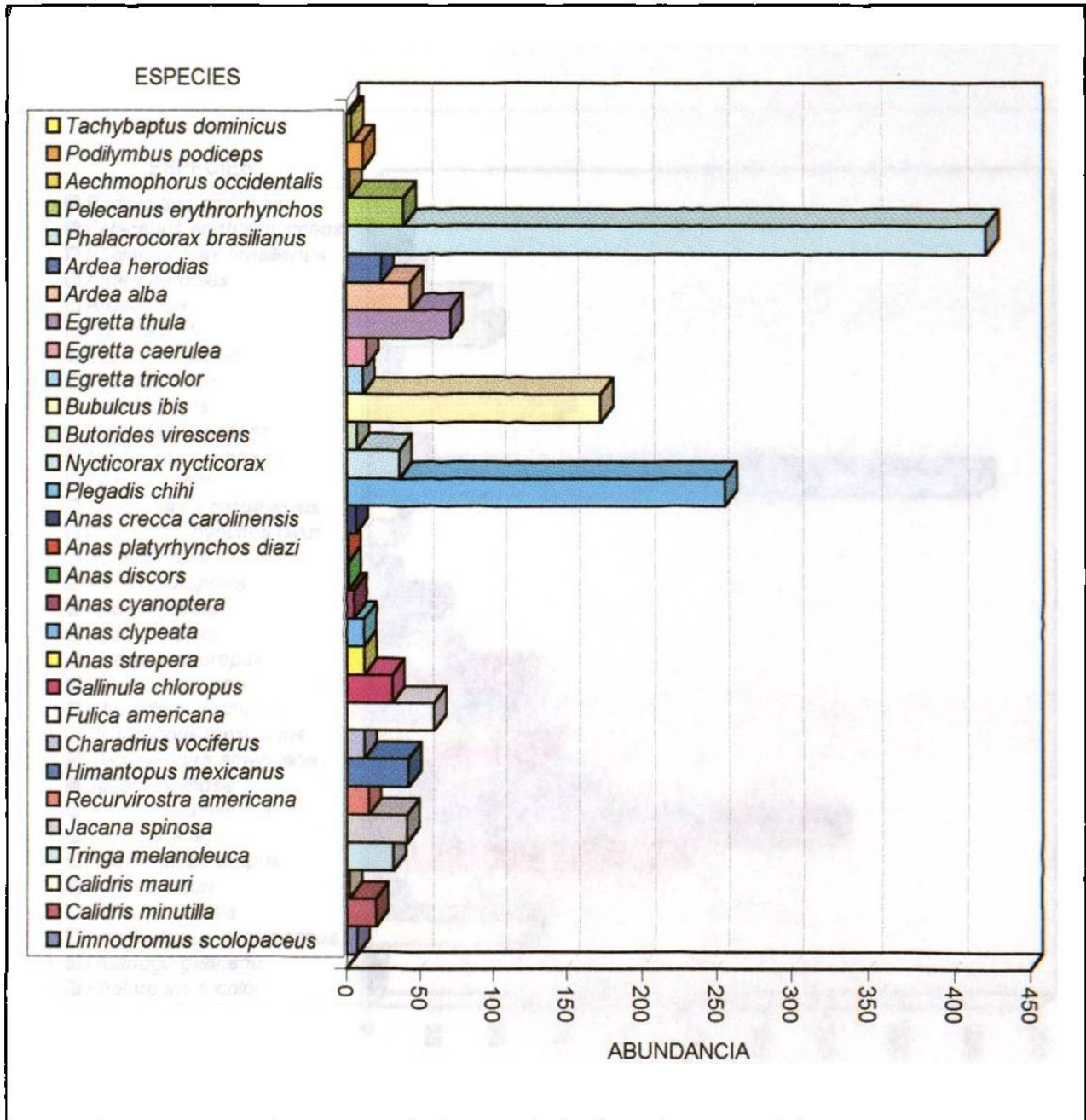


FIGURA 14. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 6 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.

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 ).

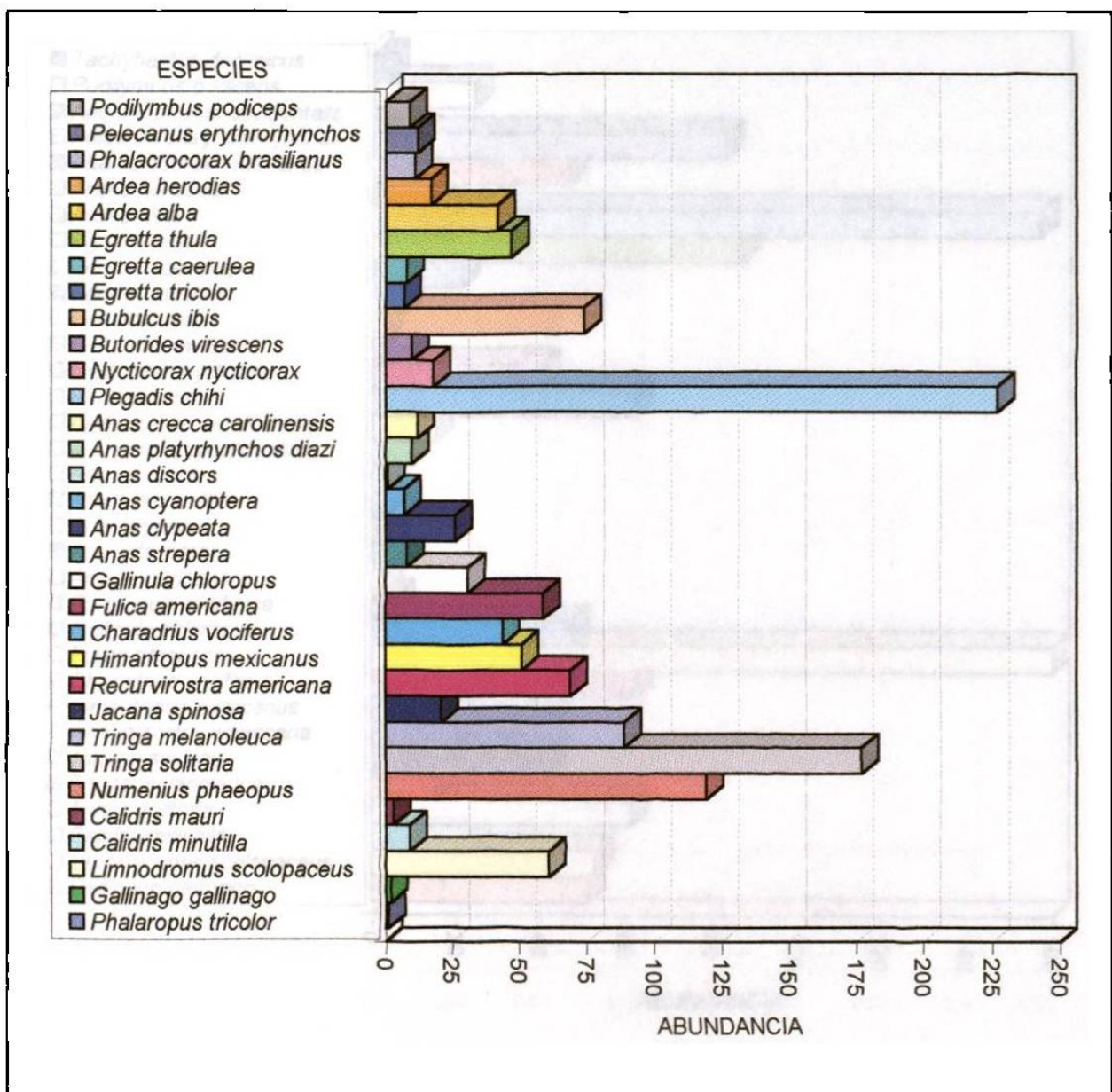


FIGURA 15. Abundancia por especie de la comunidad de aves acuáticas en la estación de muestreo 7 de la Laguna de Zapotlán, Jalisco.