



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Avifauna del Cerro Mesa Ahumada (Tequixquiac,  
Estado de México) y del Occidente de la Sierra de  
Tezontlalpan**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A:**

**IVÁN RESÉNDIZ CRUZ**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA  
2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Hoja de Datos del Jurado

### 1. Datos del alumno

Reséndiz

Cruz

Iván

5521838409

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

409072279

### 2. Datos del tutor

Dr.

Adolfo Gerardo

Navarro

Sigüenza

### 3. Datos del sinodal 1

Dra.

Kathleen Ann

Babb

Stanley

### 4. Datos del sinodal 2

Dra.

María del Coro

Arizmendi

Arriaga

### 5. Datos del sinodal 3

M. en C.

María Fanny

Rebón

Gallardo

### 6. Datos del sinodal 4

Dr.

Luis Antonio

Sánchez

González

### 7. Datos del trabajo escrito

Avifauna del Cerro Mesa Ahumada (Tequixquiac, Estado de México) y del Occidente de la Sierra de Tezontlalpan

63 pp.

2014

El presente trabajo se elaboró como parte del taller “Biodiversidad de los vertebrados terrestres de México” dirigido por el Dr. Adolfo Navarro Sigüenza e impartido por los integrantes del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

El trabajo de campo, el análisis de datos y la elaboración del escrito final fueron financiados por el proyecto PAPIIT IN217212 “Patrones geográficos de la diversidad de las aves de las zonas montañosas de Mesoamérica”.

*A mis padres, Artemio y Nico,*  
*A mis hermanitas, Claudia y Yoselin,*  
*Los amo*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a mi familia, por su apoyo constante e incondicional. A mi padre, que me brindó su ayuda durante todo este tiempo, desde la exploración de la zona, el trazo de transectos y por su compañía a pesar de la lluvia, el frío y el calor. Gracias pa, sin ti no hubiera sido posible. A mi madre, por su constante preocupación cuando salíamos al campo, por su hospitalidad y por deleitarnos con su deliciosa comida y su riquísimo café calentito. Gracias ma.

Al Dr. Adolfo Navarro Sigüenza, por aceptar ser mi tutor de tesis y por su valiosa ayuda que permitió terminar satisfactoriamente este proyecto. ¡Muchas gracias por todo *doc!*

A mis sinodales, Dra. Kathleen Ann Babb Stanley, Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga, M. en C. María Fanny Rebón Gallardo y Dr. Luis Antonio Sánchez González, por sus sugerencias y comentarios, que ayudaron a mejorar este trabajo.

Al Biól. Alejandro Gordillo por su apoyo en los trámites para la obtención de financiamiento y préstamo de material y equipo para el trabajo de campo.

A las autoridades municipales y civiles de los municipios donde se realizó el trabajo de campo, por las facilidades prestadas para ello. También a todas las personas, algunas anónimas, que me encontré en el camino y que me compartieron su conocimiento.

A todos los buenos amigos que conseguí a lo largo de este tiempo, con los que he compartido momentos gratos y pláticas interesantes, gracias a: Karla, Xóchilt, Carmen, Sebastian, Luis, Raúl, Diana, Noé, Alain y Jacky.

A todos los amigos que junto conmigo admiraron la belleza del Cerro Mesa Ahumada y de la Sierra de Tezontlalpan, especialmente a Karla, Xóchilt y Luis por ayudarme en la colecta de plantas y su posterior identificación, y a los ecopilianos Alain y Jacky por permitirme ser parte de su proyecto.

A la Dra. Susana Valencia Ávalos y al M. en C. Lucio Lozada Pérez por su ayuda en la identificación de algunas plantas, información muy útil para este trabajo.

Gracias a mi amigo Raúl Caballero, con quien tuve mi primer acercamiento con las aves y quien me acompañó en la mayor parte de los muestreos y colaboró con sus estupendas fotografías.

A Sahid Robles, por apoyarme en la jornada de colecta científica y en la preparación de ejemplares.

A la Dra. Margarita Villegas, quien me dio la primera oportunidad de acercarme a la ciencia. Es una persona a la que estimo mucho y de la que he aprendido muchas cosas sobre la vida.

Finalmente, a los excelentes profesores que durante la carrera me dejaron una enseñanza enorme y de los que admiro su entusiasmo por el conocimiento y la docencia: Alejandro Marché Cova, Norma Sánchez Torres, Lourdes Barbosa Saldaña, Laura Guadalupe Escobar de María y Campos, Itzel Ramírez López, Francisco Javier Vega Vera, María del Carmen Uribe Aranzábal, Zenón Cano Santana y Roxana Torres Acosta.

Muchas gracias a todos.

# CONTENIDO

<b>Resumen</b> .....	1
<b>1. Introducción</b> .....	2
<b>2. Objetivos</b> .....	6
<b>3. Método</b> .....	7
3.1. Área de estudio .....	7
3.2. Trabajo de campo .....	11
3.3. Trabajo de gabinete .....	13
<b>4. Resultados</b> .....	15
4.1. Descripción general de la avifauna .....	15
Riqueza específica .....	15
Estacionalidad .....	17
Endemismo y estado de conservación .....	18
Abundancia absoluta y relativa .....	19
4.2. Patrones de riqueza por tipos de vegetación .....	21
4.3. Patrones de riqueza por localidad .....	25
4.4. Comparación entre la avifauna del Cerro Mesa Ahumada y el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan .....	26
<b>5. Discusión</b> .....	28
5.1. Características generales de la avifauna .....	28
Riqueza específica .....	28
Estacionalidad .....	29
Endemismo y estado de conservación .....	31
Abundancia absoluta y relativa .....	32
5.2. Patrones de riqueza por tipos de vegetación .....	33
5.3. Patrones de riqueza por localidad .....	35
5.4. La importancia del Cerro Mesa Ahumada y del Occidente de la Sierra de Tezontlalpan en la conservación regional de la avifauna .....	36
<b>6. Conclusiones</b> .....	37
<b>Literatura citada</b> .....	38
<b>Anexos</b> .....	47
Anexo 1. Lista faunística de las aves registradas .....	47
Anexo 2. Nombres comunes de las aves registradas .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b> Ubicación del Cerro Mesa Ahumada y el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan .....	7
<b>Figura 3.2.</b> Tipos de vegetación presentes en el área de estudio .....	10
<b>Figura 4.1.</b> Curva de acumulación de especies general .....	15
<b>Figura 4.2.</b> Proporción de especies por categoría de estacionalidad .....	17
<b>Figura 4.3.</b> Fluctuación en el número de especies a lo largo del año .....	18
<b>Figura 4.4.</b> Proporción de especies por categoría de endemismo .....	18
<b>Figura 4.5.</b> Fluctuación en el número de individuos a lo largo del año .....	20
<b>Figura 4.6.</b> Proporción de especies por categoría de abundancia relativa .....	21
<b>Figura 4.7.</b> Riqueza específica por tipo de vegetación .....	21
<b>Figura 4.8.</b> Curvas de acumulación de especies por tipo de vegetación .....	22
<b>Figura 4.9.</b> Dendrograma de similitud entre tipos de vegetación .....	23
<b>Figura 4.10.</b> Número de tipos de vegetación utilizados por las especies .....	23
<b>Figura 4.11.</b> Riqueza específica por localidad .....	25
<b>Figura 4.12.</b> Dendrograma de similitud entre localidades .....	26
<b>Figura 4.13.</b> Comparación del número de especies entre el CMA y el OST .....	27

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 3.1.</b> Descripción de las localidades visitadas .....	11
<b>Cuadro 3.2.</b> Calendario de realización de muestreos .....	12
<b>Cuadro 4.1.</b> Riqueza específica por orden y familia .....	16
<b>Cuadro 4.2.</b> Especies clasificadas en alguna categoría de riesgo .....	19
<b>Cuadro 4.3.</b> Abundancia absoluta por orden y familia .....	20
<b>Cuadro 4.4.</b> Especies generalistas y exclusivas de un tipo de vegetación .....	24
<b>Cuadro 4.5.</b> Número de especies endémicas, exóticas y en riesgo por tipo de vegetación .....	25
<b>Cuadro 4.6.</b> Número de especies endémicas, exóticas y en riesgo en el CMA y el OST .....	27

## RESUMEN

Aunque México destaca a nivel mundial por su riqueza avifaunística, el conocimiento sobre las aves de muchas regiones de su territorio es escaso, como el caso de las zonas áridas del centro de México. En este trabajo se estudió la comunidad de aves presente en el Cerro Mesa Ahumada y el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan, formaciones montañosas ubicadas en el límite entre el Valle de México y el Valle del Mezquital y que están enclavadas en el Eje Neovolcánico. Para ello, se realizaron censos aplicando el método de puntos de conteo de radio fijo en transectos en seis tipos de vegetación y 11 localidades diferentes, además se efectuaron muestreos libres y la colecta científica de ejemplares. Se registraron 142 especies de aves, que equivalen al 12.3% de la avifauna de México y al 20.2% de la del Eje Neovolcánico. Los órdenes con mayor riqueza específica fueron Passeriformes con 92 especies (64.8%), Apodiformes con 11 (7.7%) y Pelecaniformes con ocho (5.6%). Las familias con mayor número de especies fueron Parulidae con 17 (12%), Icteridae con 13 (12%) y Tyrannidae y Emberizidae, ambas con 11 (15.5%). El 60.6% (86) de las especies registradas son residentes permanentes, el 30.3% (43) son visitantes de invierno, el 7% (10) son transitorias, el 1.4% (2) son residentes de verano y el 0.7% (1) son accidentales. Dentro de esta riqueza avifaunística existen seis especies endémicas de México, dos cuasiendémicas y 17 semiendémicas, así como 19 especies bajo alguna categoría de amenaza según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES. La mayoría de las especies fueron raras y exclusivas de un tipo de vegetación, mientras que un menor número fueron abundantes y generalistas. Los tipos de vegetación con mayor riqueza específica fueron el matorral espinoso-crasicaule (76 especies), el bosque de encino y el bosque de *Vauquelinia corymbosa* (ambos con 72). Estos dos últimos se encuentran en pequeños parches aislados y son importantes debido a su elevado número de especies exclusivas y en alguna categoría de endemismo y de riesgo, además porque son de los pocos sitios que contienen especies propias de bosques templados en una región eminentemente árida. Se destaca el papel que el Cerro Mesa Ahumada y el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan pueden tener al formar parte de un corredor biológico para las especies de esta región geográfica particular, y se recomienda considerarlos en el futuro dentro de los planes de conservación de las aves y de otros grupos biológicos de la región.

## 1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad o diversidad biológica se define como la variedad que existe dentro del mundo vivo y es un concepto que generalmente describe el número y la variedad de organismos vivos (UNEP 2013). Este concepto incluye la diversidad en diferentes niveles de organización, que va desde la existente dentro de las especies (diversidad genética), entre especies y de los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies (CBD 2013, UNEP 2013).

México es la cuarta nación con mayor riqueza de especies en el mundo, pues contiene entre el 10 y 12% de las descritas en la actualidad, lo que lo convierte en un país megadiverso (Sarukhán *et al.* 2009). La complejidad climática y topográfica que existe en el país ha creado un mosaico de condiciones ambientales y microambientales que han favorecido el desarrollo de su elevada biodiversidad (Flores y Gerez 1994). Aunado a lo anterior, en el territorio mexicano confluyen dos de las principales regiones biogeográficas del planeta (la neártica y la neotropical), dando lugar a una mezcla única de elementos faunísticos y florísticos tanto del norte como del sur de América (Mittermeier y Goettsch 1992). Desafortunadamente, la diversidad biológica de México se encuentra amenazada debido a causas como la transformación de los hábitats, la contaminación, la sobreexplotación de recursos y el comercio ilegal de especies (Toledo 1994), por lo que su estudio y conservación adquieren una enorme importancia.

Si bien el estudio de la biodiversidad tiene diferentes aproximaciones, la mayoría de los métodos para evaluarla se enfocan en el estudio de la riqueza de especies dentro de las comunidades (Williams y Gaston 1994, Moreno 2001). La riqueza específica puede obtenerse a través de inventarios biológicos, que son catálogos formales de la ocurrencia de elementos de la biodiversidad que están contenidos en un área geográfica definida (Dennis y Ruggiero 1996). La realización de inventarios florísticos y faunísticos es la primera prioridad en todo proyecto de conocimiento de la biodiversidad (Toledo 1994), ya que proveen información sobre la riqueza de especies, su abundancia y distribución espacio-temporal (Longino y Colwell 1997, Moreno 2001) que es útil para el desarrollo de proyectos de conservación y manejo (Bojórquez-Tapia *et al.* 1994), en particular de las especies endémicas y de interés comercial (Flores y Gerez 1994).

El grupo animal mejor conocido en el país es el de los vertebrados terrestres (Sarukhán *et al.* 2009). México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en diversidad de estas especies (cerca de 3,000) de las que un poco más de la tercera parte son endémicas (CONABIO 2006). Dentro de los vertebrados terrestres, las aves han sido elementos importantes para el desarrollo de las ciencias biológicas debido a su relevancia en la estructura de los ecosistemas, a su diversidad morfológica y conductual y a la facilidad con la que son observadas (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). Además, se han utilizado como indicadores del estado que guardan los ecosistemas (Navarro y Benítez 1993) y como “especies bandera” dentro de los inventarios de la biodiversidad (Lawton *et al.* 1998).

La avifauna de México se compone por 1,150 especies (*sensu* Navarro-Sigüenza *et al.* 2014) que representan cerca del 11% de las conocidas a nivel mundial, colocando al país en el onceavo lugar de acuerdo a su riqueza avifaunística dentro de los países megadiversos (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). La avifauna mexicana también es rica en endemismos (Escalante *et al.* 1998), posicionándose como el cuarto país con mayor proporción de especies endémicas (92 especies, 8%), sólo por debajo de Australia, Indonesia y Brasil (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). A pesar de su gran riqueza de aves y de la importancia económica y cultural de éstas, en México el interés por su conservación es reciente y se ha concentrado en pocas personas e instituciones (CONABIO 2012a).

Aunque las aves de México son un grupo bien conocido taxonómicamente y se considera que la mayor parte de las especies han sido descritas, el avance en áreas como la sistemática molecular y la bioacústica, y los nuevos enfoques en sistemática y biogeografía, han permitido el reciente descubrimiento de nuevas especies para el país (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014) como *Cypseloides storeri* (Navarro *et al.* 1992) y *Arremon kuehnerii* (Navarro-Sigüenza *et al.* 2013), todas ellas endémicas, lo que reitera la importancia de continuar los trabajos en este campo. En relación al conocimiento de la distribución espacial de las especies, en la actualidad se han incrementado los grupos de trabajo referentes a estudios faunísticos de las aves mexicanas (Navarro-Sigüenza *et al.* 2008), de tal manera que se cuenta con el listado avifaunístico relativamente completo de varios estados, entre ellos, Nayarit (Escalante 1988), Guerrero (Navarro 1998), Coahuila (Garza de León *et al.* 2007), Hidalgo (Martínez-Morales *et al.* 2007), Jalisco (Palomera-García *et al.* 2007) y San Luis Potosí (Sánchez-González y García-Trejo 2010), y de algunas regiones bien conocidas como Los Tuxtlas, en Veracruz (Coates-Estrada *et al.* 1985, Schaldach y Escalante-Pliego 1997) y Chamela, en Jalisco (Arizmendi *et al.* 2002).

A pesar de lo anterior, la información que existe en lo relativo a la distribución geográfica y a la situación de las poblaciones de muchas especies es insuficiente y no está actualizada, al igual que el conocimiento sobre la avifauna de muchas regiones del país (Gómez de Silva 1997, CONABIO 2012a). Tal es el caso de las zonas áridas del norte del Estado de México y del sur y oeste de Hidalgo, que no han despertado el interés de los ornitólogos y en las que existe una notable carencia de trabajos avifaunísticos (González y Rangel 1992, de la Barrera 2006). En estas entidades, sin embargo, hay regiones bien estudiadas como Temascaltepec (Ornelas *et al.* 1988, Gómez de Silva 1997), la Sierra de Nanchititla (Martínez 2012a, Urbina-Torres *et al.* 2012) y las Ciénegas del Lerma (Carrillo 1989, Vázquez 2004) en el Estado de México, y la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán (Ortiz-Pulido *et al.* 2010) y los bosques mesófilos de montaña en Hidalgo (Mancilla 1988, Howell y Webb 1992, Martínez-Morales 2004, 2007, Sánchez-González y López de Aquino 2006, Valencia-Herverth *et al.* 2008).

Los ecosistemas áridos y semiáridos cubren alrededor del 40% del territorio del país, siendo los más vastos de todos los tipos de vegetación en México (Rzedowski 2006). No obstante, las comunidades de aves de las zonas áridas se han considerado pobres en cuanto a riqueza específica y endemismo, por lo que su estudio ha recibido poca atención si se compara con el de otros tipos de vegetación (Serventy 1971, en Arizmendi y Espinosa de los Monteros 1996). Lo cierto es que estos ecosistemas son ricos en especies de vertebrados endémicos y de hábitat restringido (Flores y Gerez 1994) y contienen cerca del 35% de las especies de aves endémicas de México (Ornelas *et al.* 1987, Flores y Gerez 1994). En el país se ha estudiado la avifauna de varias regiones áridas y semiáridas, entre ellas, el Valle de Tehuacán, en Puebla (Arizmendi y Espinosa de los Monteros 1996), la Isla Tiburón, en Sonora (Rojas-Soto *et al.* 2002), el centro-norte de Tamaulipas (Ramírez-Albores *et al.* 2007) y el sur de la península de Baja California (Rodríguez-Estrella 2007).

La Sierra de Tezontlalpan y el Cerro Mesa Ahumada son formaciones montañosas, que se localizan en el extremo norte del Valle de México, justo en la confluencia con el Valle del Mezquital (EMDM 2010) y en el límite político entre el noreste del Estado de México y el sur de Hidalgo. Estas formaciones a su vez se ubican dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y corresponden al límite meridional de extensión de las regiones desérticas de Norteamérica (Rzedowski 2006). Los estudios biológicos en la Sierra de Tezontlalpan y en el Cerro Mesa Ahumada son escasos, teniendo referencia de únicamente dos de ellos: el de Equihua (1983), quien realizó un inventario florístico de la vertiente oriental de la Sierra de Tezontlalpan, y el de Sánchez (2012)

quien llevó a cabo un diagnóstico ambiental del Cerro Mesa Ahumada. Los trabajos relacionados con las aves de la región son ausentes, lo que confirma lo establecido por González y Rangel (1992) y de la Barreda (2006).

El Eje Neovolcánico forma parte de la Zona de Transición Mexicana, una región que abarca el conjunto de cordilleras continentales de México en la que convergen grupos biológicos de afinidad tanto neártica como neotropical (Ortega y Arita 1998, Ferrusquía-Villafranca 2007, Espinosa *et al.* 2008), siendo también una zona de transición biogeográfica para las aves (Navarro-Sigüenza *et al.* 2007). Su avifauna se compone por 705 especies, la mayoría asociadas con hábitats montanos y submontanos (Navarro-Sigüenza *et al.* 2007) y es una de las más ricas en especies endémicas, cuasiendémicas (Navarro y Benítez 1993, Escalante *et al.* 1998, Navarro-Sigüenza *et al.* 2014) y endémicas restringidas (González-García y Gómez de Silva 2002). Debido a que esta provincia fisiográfica es muy compleja en origen y medio físico, en ella se han desarrollado muchos tipos de vegetación, por ejemplo, pastizales, bosques mesófilos, vegetación de ribera, humedales, áreas de cultivo, matorrales xerófilos, bosques tropicales caducifolios, bosques de pino y de encino (Espinosa *et al.* 2008), que han permitido el establecimiento de aves típicas de cada uno de ellos y la evolución de especies particulares, lo que explica su elevada riqueza avifaunística.

A una escala local, el Valle de México es considerado una de las zonas del país mejor estudiadas a nivel científico (Calderón y Rzedowski 2005) y de las que mayor información se tiene sobre su avifauna (Navarro-Sigüenza *et al.* 2007). En lo referente al conocimiento de las aves de sus regiones montañosas, éste es diferencial puesto que las sierras que lo delimitan al sur y al este se han estudiado más a fondo que las localizadas en el oeste y norte del mismo. Es de esta forma que existen varios trabajos formales sobre la avifauna de la Sierra Nevada (Blanco 1981, Necedal 1984, Bojorges 2004, Granados *et al.* 2004, Ugalde-Lezama *et al.* 2012) y de la Sierra del Ajusco (Necedal 1984, Arenas 2004, Granados *et al.* 2004, Puebla *et al.* 2003), en tanto que son escasos los de la Sierra de Pachuca (Martínez-Morales 2013), la Sierra de las Cruces (Delgado 2011), la Sierra de Tepotzotlán (Martínez 2012b) y la Sierra de Guadalupe (Contreras 1999) e inexistentes para la sierras de Tezontlalpan, Monte Alto y Monte Bajo.

En los últimos años, ha aumentado el número de trabajos avifaunísticos de algunos lugares del norte de la zona metropolitana del Valle de México y que son de interés mencionar debido a su cercanía con el área de estudio. La mayoría de ellos se han enfocado en el conocimiento de la avifauna de los humedales que subsisten aun en la región, como los del noroeste de la Ciudad de México (Ramírez 2000), la presa La Piedad, en Nicolás Romero (López 2002), la Laguna de Zumpango (Saldaña 2002) y el Vaso Regulador Carretas, en Tlalnepantla (Aguilar 2009). En otros, se estudió la comunidad de aves de parques urbanos, como el Parque de las Esculturas (González 2004) y el Parque Ecológico Espejo de los Lirios (Sánchez 2010), ambos en el municipio de Cuautitlán Izcalli.

Por otro lado, el Valle del Mezquital es una región desértica que comprende gran parte del este y sur de Hidalgo, extendiéndose hasta pequeñas porciones del sureste de Querétaro y el norte del Estado de México (Gress 2008). A pesar que este valle es una de las regiones áridas más importantes del país y posee una gran riqueza biológica (Fernández-Vadillo y Goyenechea-Mayer 2010), durante mucho tiempo fue considerado biológicamente pobre y escaso en recursos naturales, lo que derivó en la escasez de estudios científicos en la zona. Este patrón se observa también en los estudios avifaunísticos, pues únicamente se tiene el reporte de tres trabajos sobre las aves del valle: dos de Martín del Campo (1936, 1937), quien publicó algunas notas acerca de las aves de algunos municipios hidalguenses como Actopan, Tula, Mixquiahuala, Ixmiquilpan y

Tasquillo, y el de Pichardo (1987), quien realizó un estudio ornitológico del municipio de Alfajayucan, también en Hidalgo.

Debido a que los estudios avifaunísticos locales contribuyen a entender los patrones de distribución espacial y temporal de las aves (Gómez de Silva 1997) y permiten establecer la importancia biológica de áreas pequeñas que generalmente pasan desapercibidas en trabajos a gran escala (Knopf 2010), el estudio de la comunidad de aves presentes en el Cerro Mesa Ahumada y en el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan contribuirá a incrementar el conocimiento de este grupo para los estados de México e Hidalgo, para los Valles de México y del Mezquital, para las regiones áridas del centro del país y para las regiones montañosas del centro del Eje Neovolcánico.

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Describir la comunidad de aves presentes en el Cerro Mesa Ahumada (Tequixquiac, Estado de México) y en el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan.

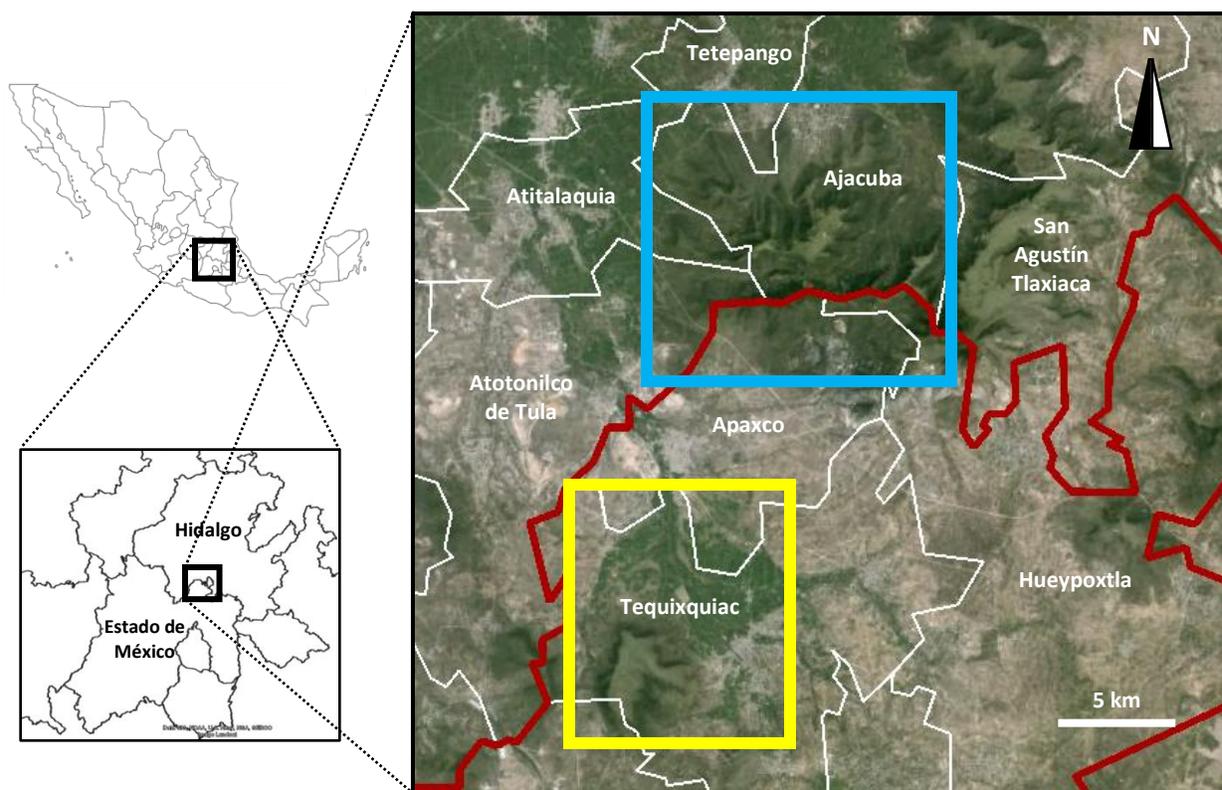
### **Objetivos particulares**

- Elaborar el listado faunístico de las aves de la región.
- Determinar la categoría de estacionalidad y endemismo, la abundancia relativa y el estado de conservación de las aves registradas.
- Describir los patrones de riqueza de aves por tipos de vegetación y por localidades.

### 3. MÉTODO

#### 3.1. Área de estudio

La Sierra de Tezontlalpan (ST), también conocida como Sierra de Tolcayuca, es el límite norponiente del Valle de México (Mooser 1975) y el límite meridional del Valle del Mezquital (EMDM 2010). Se localiza en la frontera entre el noreste del Estado de México y el sur de Hidalgo, abarcando parte de los municipios mexiquenses de Apaxco y Hueypoxtla, y de los municipios hidalguenses de Atotonilco de Tula, Atitalaquia, Tetepango, Ajacuba, San Agustín Tlaxiaca, Tolcayuca, Zapotlán de Juárez y Pachuca. El Cerro Mesa Ahumada (CMA) se ubica en el municipio de Tequixquiac, Estado de México. El área de estudio del presente trabajo incluye el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan (OST) y el Cerro Mesa Ahumada y las áreas de cultivos adyacentes a él (Fig. 3.1), que en total conforman una extensión aproximada de 100 km<sup>2</sup>. Ambas formaciones se encuentran separadas 15 km en línea recta, encontrándose relativamente cerca de la Laguna de Zumpango (10 km) y de otros sistemas montañosos como la Sierra de Tepetzotlán (20 km), la Sierra de Pachuca (30 km) y la Sierra de Guadalupe (35 km).



**Figura 3.1.** Ubicación del área de estudio. El cuadro azul indica el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan, el cuadro amarillo el Cerro Mesa Ahumada y cultivos adyacentes. Se muestra la división política estatal (línea roja) y municipal (líneas blancas). Modificado de CONABIO (2012b) y Google Earth (2013).

El área de estudio se ubica en la región fisiográfica del Eje Neovolcánico, en la subprovincia Valles y Volcanes del Anáhuac (INEGI 2011). Los puntos más elevados de la ST rara vez superan los 2,700 msnm (Mooser 1975), pero cuenta con elevaciones importantes como el Cerro del Picacho

(2,943 msnm), el Cerro del Estudiante (2,849 msnm), el Cerro Diminá (2,740 msnm) y el Cerro Grande (2,668 msnm). Por otra parte, el CMA es una formación alargada y de baja altura, caracterizada por su forma de meseta, que no excede los 2,550 msnm. El cerro está rodeado por planicies con una altitud casi constante de 2,200 m, que son utilizados como campos agrícolas.

Según Mooser (1975), la geología de la ST consiste en una porción de series volcánicas andesíticas-riolíticas, con algunos depósitos fluviales y conos volcánicos formados en el Plioceno Superior o Cuaternario Inferior. Por otro lado, el CMA está formado por rocas volcánicas del Cuaternario (SEDUR 2011a). En el OST, específicamente en la región de Apaxco y Hueypoxtla, se encuentran varios de los afloramientos de rocas sedimentarias más importantes del Valle de México, que han permitido el desarrollo de la industria de la cal y el cemento (Palma 2009), responsables del grave deterioro ambiental de la región derivado de la explotación minera y la contaminación que generan (Ángeles 2002).

El OST y el CMA se localizan en la Cuenca del Río Tula, que se integra en la Región Hidrológica No. 26 Alto Pánuco (INECC 2011). En la región no existen cuerpos de agua importantes, excepto algunos pequeños manantiales, presas artificiales (llamadas localmente “jagüeyes”) y ríos estacionales. Sólo pocos de estos cuerpos de agua están rodeados de vegetación asociada a humedales, dominada por *Thypha latifolia* y *Cyperus* sp.

El clima del área es semiseco con lluvias en verano, del tipo BS (García 1998), teniendo un régimen de precipitaciones muy marcado, que dura de cuatro a cinco meses (mayo-octubre), mientras que la temporada de secas suele tener una duración de siete o extenderse hasta nueve meses.

Equihua (1983) indica que los suelos dominantes en las partes altas de la ST son los litosoles poco desarrollados, en combinación con algunos vertisoles y feozem háplicos. En las laderas prevalece el feozem háplico acompañado de feozem calcárico y litosol. En las llanuras, los suelos son diversos, encontrándose feozem háplico, feozem calcárico, planosol y vertisol. El CMA presenta suelos de tipo vertisol (SEDUR 2011b).

En el área de estudio existen seis tipos de vegetación (Fig. 3.2), que fueron determinados por observaciones directas en campo y adaptados a partir de las clasificaciones propuestas por Equihua (1983) y SEDUR (2011c).

**Bosque de encino.** Se encuentra en cañadas pronunciadas del OST, en pequeños parches aislados rodeados de matorral espinoso-crasicaule. Cubre un área total de 5 km<sup>2</sup>. Las especies dominantes del estrato arbóreo son *Quercus rugosa* y *Q. deserticola*. En el sotobosque la especie dominante es *Solanum nigrescens* (hierba mora), pero contiene otras especies como *Salvia microphylla*, *Cosmos* sp., *Comelina coelestis* y *Begonia gracilis*. El suelo conserva mucha humedad, que permite el desarrollo de gran cantidad de briofitas, hierbas, arbustos y hongos macroscópicos. Es posible que estos parches sean relictos de los grandes bosques que cubrieron las montañas que rodean el Valle de México (Peterson y Navarro-Sigüenza 2006) y que a partir del siglo XVI redujeron su extensión en un 75% (Jiménez *et al.* 2005).

**Bosque de *Vauquelinia corymbosa*.** Se encuentra en un pequeño parche de 2 km<sup>2</sup> en el OST. La especie dominante en el estrato arbóreo es *Vauquelinia corymbosa* (palo prieto), una rosácea común en las regiones áridas de Norteamérica. El estrato arbustivo se compone principalmente por *Prunus serotina* (capulín), *Buddleja sessiflora* (tepozán), *Rhus standleyi*, *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce) y varias especies de lamiáceas. Las hierbas más comunes son las comelináceas y

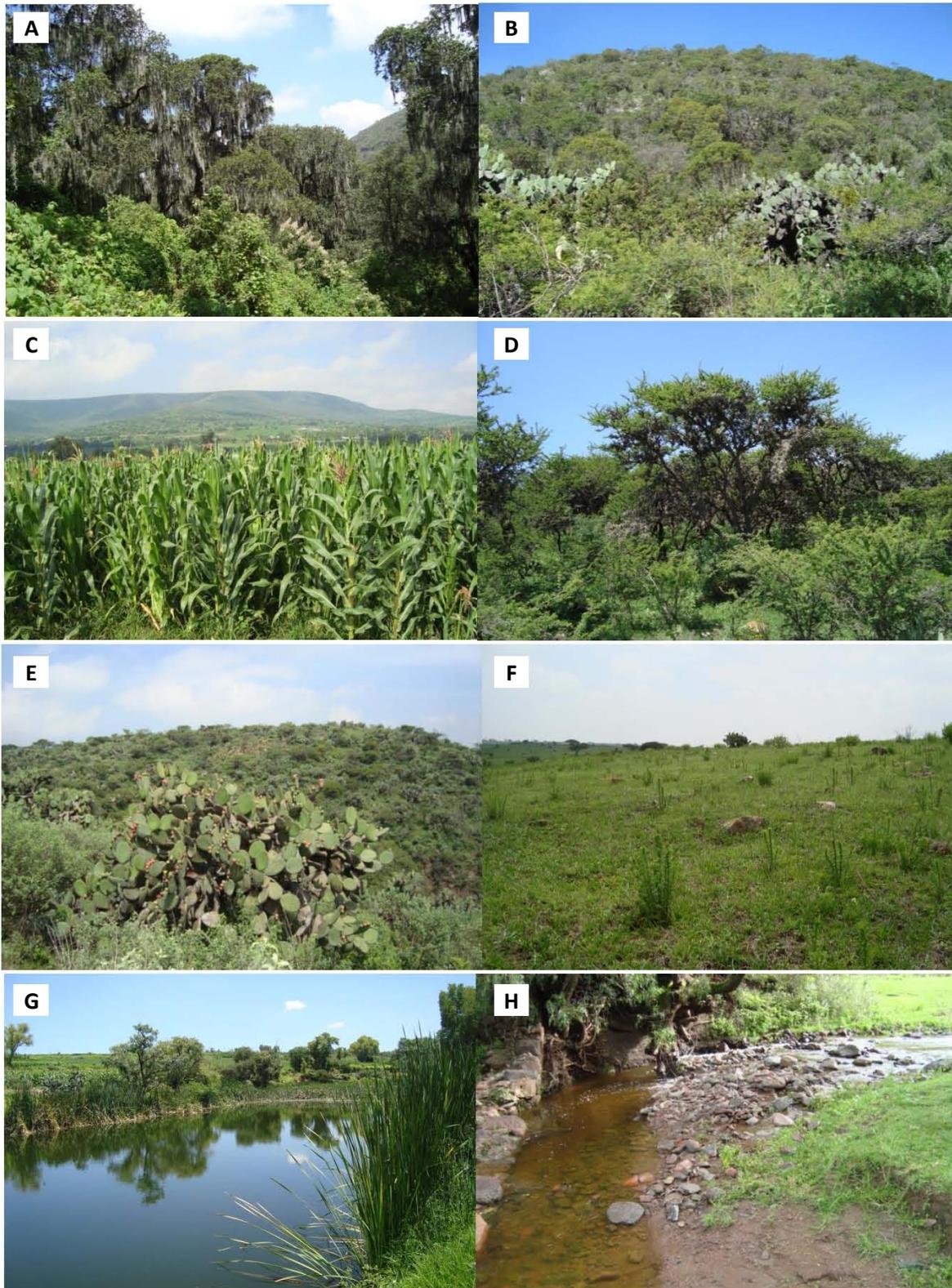
gramíneas. Este tipo de vegetación, al igual que el bosque de encino, conserva mucha humedad en el suelo, lo que propicia el desarrollo de una cobertura arbustiva y herbácea considerable. El pirúl (*Schinus molle*) también es un componente importante del estrato arbóreo.

**Cultivos.** Son los campos agrícolas que rodean el CMA, donde se cultiva principalmente alfalfa forrajera (*Medicago sativa*), maíz (*Zea mays*) y avena (*Avena* sp.). Su área total es de 25 km<sup>2</sup>. Estos cultivos son irrigados con aguas negras, pero también con el agua limpia que emana de algunos manantiales. Enclavados en estos campos agrícolas, se localiza la mayor parte de los cuerpos de agua presentes en el área de estudio. En los márgenes de las milpas y los caminos es común observar pirúles, pinos y eucaliptos.

**Matorral espinoso.** Se localiza en un pequeño parche de 3 km<sup>2</sup> en el OST. Se caracteriza por la dominancia en el estrato arbustivo de *Acacia schaffneri* (huizache) y en menor medida de *Mimosa biuncifera* (mezquite). El estrato arbóreo es casi inexistente, excepto por algunos pirúles dispersos. En el estrato arbustivo se encuentran además algunas cactáceas y agaváceas, aunque en números muy bajos. El estrato herbáceo se compone por especies como *Ipomoea stans* y varias asteráceas.

**Matorral espinoso-crasicaule.** Es el tipo de vegetación predominante y de mayor extensión tanto en el OST como en el CMA, abarcando un área total de 60 km<sup>2</sup>. Posee un estrato arbustivo conformado casi equitativamente por fabáceas (huizache y mezquite, principalmente) y por cactáceas. Son muy comunes diversas especies de nopal (*Opuntia* sp.), cardón (*Cylindropuntia* sp.), cactáceas columnares y candelabrifformes (*Myrtillocactus geometrizans*), que llegan a tener porte arbóreo. El estrato arbustivo bajo está dominado por *Zaluzania augusta* (cenicilla). El estrato herbáceo, que es muy escaso, posee especies como *Tagetes lunulata* y *Milla biflora*. Presenta algunos pirúles dispersos, que constituyen el estrato arbóreo.

**Pastizal inducido.** Se encuentra en la meseta del CMA, cubriendo un área de 6 km<sup>2</sup>. Se originó como consecuencia de la tala del matorral espinoso-crasicaule nativo para convertirlo en un pastizal ganadero. Domina el estrato herbáceo (gramíneas). El estrato arbustivo se compone por algunos elementos aislados del matorral nativo y el arbóreo es inexistente.



**Figura 3.2.** Tipos de vegetación presentes en el área de estudio (en temporada de lluvias), **A.** Bosque de encino, **B.** Bosque de *Vauquelinia corymbosa*, **C.** Cultivos, **D.** Matorral espinoso, **E.** Matorral espinoso-crasicaule, **F.** Pastizal inducido. Cuerpos de agua, **G.** Jagüeyes permanentes y estacionales, **H.** Ríos estacionales.

### 3.2. Trabajo de campo

El trabajo de campo comprendió el periodo de enero a diciembre de 2013, en el que se visitaron diferentes localidades del OST y del CMA y sus áreas de cultivo adyacentes (Cuadro 3.1). Durante este tiempo, se realizaron doce salidas mensuales en las que se visitaron, en promedio, cuatro localidades en cada una de ellas (Cuadro 3.2).

**Cuadro 3.1.** Descripción de las localidades visitadas durante el estudio. En las marcadas con un asterisco (\*) se efectuaron únicamente muestreos libres. Tipos de vegetación, A= cuerpo de agua, BE= bosque de encino, BV= bosque de *Vauquelinia corymbosa*, CU= cultivos, ME= Matorral espinoso, MEC= matorral espinoso-crasicaule, PI= pastizal inducido.

CERRO MESA AHUMADA Y ÁREAS DE CULTVO ADYACENTES				
No.	Localidad	Municipio(s)	Estado(s)	Tipos de vegetación
1	El Bermejo	Tequixquiac	Edo. de México	A, MEC
2	Santa María	Tequixquiac	Edo. de México	MEC, PI
3	Cultivos Tequixquiac	Tequixquiac	Edo. de México	A, CU
4	Río Salado	Tequixquiac	Edo. de México	CU
	La Tarjea *	Tequixquiac	Edo. de México	A, CU
OCCIDENTE DE LA SIERRA DE TEZONTLALPAN				
No.	Localidad	Municipio(s)	Estado(s)	Tipos de vegetación
5	Cantera San José Teña	Apaxco	Edo. de México	BV, ME
6	Hacienda San José Teña	Apaxco	Edo. de México	A, ME, MEC
7	Cerro Grande-Cerro Diminá	Apaxco Atotonilco de Tula	Edo. de México Hidalgo	BE, MEC
8	Atotonilco de Tula	Atotonilco de Tula	Hidalgo	A, MEC
9	Atitalaquia	Atitalaquia	Hidalgo	MEC
10	La Virgen	Tetepango Ajacuba	Hidalgo	BE, MEC
11	Ajacuba	Ajacuba	Hidalgo	BE, MEC
	Hacienda Vieja *	Apaxco	Edo. de México	MEC
	Cerro El Picacho *	Hueyoptla	Edo. de México	MEC
	La Presa *	Tetepango Ajacuba	Hidalgo	A, BE, MEC
	La Estancia *	Ajacuba	Hidalgo	MEC

**Cuadro 3.2.** Fechas de realización de muestreos, localidades y tipos de vegetación visitados. En las localidades marcadas con un asterisco (\*) se efectuaron únicamente muestreos libres.

Fecha	Localidades visitadas	Tipos de vegetación	Fecha	Localidades visitadas	Tipos de vegetación
22 al 25 de enero	Atotonilco de Tula Cerro El Picacho * Río Salado Santa María	A, BV, CU, ME, MEC, PI	24 al 27 de julio	Atitalaquia Cultivos Tequixquiac El Bermejo La Presa *	A, BE, CU, MEC
02 al 05 de febrero	Ajacuba Cantera San José Teña Cerro Grande-Diminá Hacienda Vieja *	A, BE, BV, ME, MEC	09 al 12 de agosto	Ajacuba Cerro Grande-Diminá Cantera San José Teña Río Salado	BE, BV, CU, ME, MEC
14 al 18 de marzo	Atotonilco de Tula Hac. San José Teña Río Salado Santa María	A, CU, ME, MEC, PI	20 al 23 de septiembre	Atotonilco de Tula Hac. San José Teña La Virgen Santa María	A, BE, ME, MEC, PI
25 al 29 de abril	Atitalaquia Cultivos Tequixquiac La Presa * La Tarjea * La Virgen	A, BE, CU, MEC	22 al 30 de octubre	Cantera San José Teña Cultivos Tequixquiac Hac. San José Teña La Estancia *	A, BV, CU, ME, MEC
27 al 31 de mayo	Ajacuba Cantera San José Teña Cerro Grande-Diminá El Bermejo Río Salado	A, BE, BV, CU, ME, MEC	05 al 10 de noviembre	Ajacuba Cerro Grande-Diminá El Bermejo La Tarjea * Río Salado Atitalaquia	A, BE, CU, MEC
12 al 16 de junio	Atotonilco de Tula Hac. San José Teña La Presa * La Virgen Santa María	A, BE, ME, MEC, PI	18 al 23 de diciembre	Atotonilco de Tula Cantera San José Teña Hac. San José Teña La Virgen Río Salado Santa María	BE, BV, CU, ME, MEC, PI

Se realizaron censos aplicando el método de conteo por puntos de radio fijo en transectos (Hutto *et al.* 1986, Ralph *et al.* 1996). Este método ofrece varias ventajas, pues permite poner mayor atención a la observación que al sitio por donde se camina, ofrece más tiempo para la identificación de especies, permite encontrar especies no conspicuas y facilita la asociación de las especies con su hábitat (Bibby *et al.* 1998).

En cada una de las 11 localidades muestreadas por este método, se trazó un transecto de 3 km de longitud con 12 puntos de conteo de 25 m de radio fijo, que estuvieron separados por 250 m con la finalidad de evitar el recuento de individuos (Ralph *et al.* 1996). Los muestreos se realizaron desde el amanecer (06:30 a 07:30 hrs., dependiendo de la estación y el horario vigente) y hasta las cuatro horas posteriores aproximadamente, el periodo de mayor actividad de las aves (Ralph *et al.* 1996). En cada punto se efectuó la observación de aves durante 10 minutos, registrándose todos los individuos observados con binoculares 7×35 dentro del radio fijo o que fueron identificados por vocalizaciones. Para cada punto se registró lo siguiente: fecha, hora de inicio y término del muestreo, coordenadas geográficas decimales, altitud, tipo de vegetación y estado del tiempo.

La identificación de las aves se realizó con la ayuda de varias guías de campo (Howell y Webb 1995, van Perlo 2006, National Geographic Society 2006, Peterson y Chalif 2008, Sibley 2011). Para cada individuo identificado se registraron los siguientes datos: especie, sexo y edad (cuando eran reconocibles), estrato donde se observó (suelo, herbáceo, arbustivo, arbóreo o aéreo) y conducta (e.g., perchando, cortejando, cantando, forrajeando, volando, caminando o anidando).

También se efectuaron muestreos libres en diferentes puntos dentro de la zona de estudio, pero fuera de los transectos trazados, con el objetivo de añadir nuevas especies a la lista avifaunística. Aunado a lo anterior, se realizaron recorridos nocturnos ocasionales en los que se utilizaron cantos y llamados para atraer a especies de los órdenes Strigiformes y Caprimulgiformes.

Del 24 al 29 de octubre de 2013 se llevó a cabo la colecta científica de ejemplares por medio de redes de niebla en las localidades Cantera San José Teña y Hacienda San José Teña, en tres tipos de vegetación diferentes: bosque de *Vauquelinia corymbosa*, matorral espinoso y matorral espinoso-crasicaule. Para esto se montaron seis redes de niebla de 6, 9 y 12 m de largo por 3 m de alto en sitios de vegetación relativamente conservada y con bajo grado de perturbación. Las redes permanecieron abiertas seis horas diarias aproximadamente, obteniendo un total de 130 horas-red de esfuerzo en la jornada de colecta. Además de su importancia en la colecta científica, el uso de redes de niebla permite la identificación de especies raras, poco conspicuas o que utilizan estratos bajos de la vegetación (Ralph *et al.* 1996).

Los ejemplares colectados fueron preparados siguiendo la técnica de taxidermia propuesta por Llorente *et al.* (1990). Para cada ejemplar se registró en un catálogo de campo (nombrado TEZ) la fecha de colecta, así como el tipo de vegetación y coordenadas geográficas del lugar de colecta, nombre del colector y preparador, además datos como peso, coloración de diversas partes del cuerpo, osificación del cráneo, cantidad y ubicación de grasa y muda y presencia de parche de cría o protuberancia cloacal. También se tomaron muestras de tejidos (hígado, corazón y músculo esquelético). Estos ejemplares fueron etiquetados y depositados en la colección de aves del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, UNAM.

### 3.3. Trabajo de gabinete

Se construyó la curva de acumulación de especies del área de estudio aplicando el modelo de Clench (Clench 1979, Jiménez-Valverde y Hortal 2003), el cual es adecuado cuando se trabaja en sitios heterogéneos o de gran área, y establece que la probabilidad de adición de nuevas especies al inventario incrementa cuanto mayor es el tiempo que se trabaja en el campo (Soberón y Llorente 1993). Se utilizó el programa EstimateS 9.0 para obtener el promedio estadístico de adición de especies de acuerdo al aumento del esfuerzo de muestreo (Colwell 2013). Estos datos se exportaron al programa STATISTICA 7 (StatSoft 2004) para la construcción de la curva ajustada, utilizando el algoritmo Simplex y Quasi Newton (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Este método se aplicó también para obtener las curvas de acumulación de los diferentes tipos de vegetación.

Con los datos de presencia-ausencia de especies se elaboraron dos matrices de similitud entre tipos de vegetación y localidades que se utilizaron para construir, en cada caso, un dendrograma de similitud con el programa NTSYS 2.0 (Rohlf 2008), utilizando el índice de similitud de Czekanovski-Dice-Sørensen (Moreno 2001) y el método de ligamiento promedio aritmético no ponderado (UPGMA).

Se elaboró el listado de aves de la región siguiendo el orden propuesto por la World Bird List ver. 4.1 del International Ornithological Committee (Gill y Donsker 2014). En este listado se incluyó la categoría de estacionalidad y endemismo de cada especie, su estado de conservación, la zona de registro (CMA, OST o ambos), los tipos de vegetación utilizados, el número de individuos observados, su abundancia relativa y su dieta.

La estacionalidad de las especies se determinó con base en los criterios propuestos por Navarro-Sigüenza *et al.* (2014): *residente permanente* es una especie que se reproduce y reside en el área durante todo el año; *visitante de invierno* aquella que llega a la zona durante el invierno, por lo general desde Canadá y Estados Unidos, y parte en primavera; *residente de verano* es una especie que se reproduce en la región durante la primavera y el verano, y se va en otoño; *transitoria* es una especie que se detiene temporalmente en el área durante su migración al sur en otoño y durante su migración al norte en primavera; y *accidental*, aquella especie que se registra sólo ocasionalmente en el área, resultado de que se desvían de su ruta o área de distribución nuclear.

Respecto al endemismo, se catalogó como especie *endémica* a aquella cuya distribución geográfica total se encuentra dentro de los límites políticos del país; *cuasiendémica* a la especie en la que parte de su distribución se extiende fuera de México en un área no mayor a 35,000 km<sup>2</sup>, debido a la continuidad de los hábitats o sistemas orográficos; y *semiendémica* a la especie endémica al país o una región durante una época del año (González-García y Gómez de Silva 2002). Las especies exóticas, que son aquellas que se encuentran fuera de su área de distribución original o nativa no acorde con su potencial de dispersión natural, fueron catalogadas según CONABIO (2013).

El estado de conservación se consultó en tres fuentes distintas: la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010), los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES 2013) y la Lista Roja de la International Union for Conservation of Nature (IUCN 2013).

Para asignar las categorías de abundancia relativa, se siguió una clasificación modificada a partir de la propuesta por Arizmendi y Espinosa de los Monteros (1996), considerando *abundante* a una especie observada en números grandes (más de 100 individuos a lo largo del año); *común*, cuando se observó en números bajos, grupos pequeños o en pocos grupos grandes (de 31 a 99 individuos en el año); y *rara*, si se registró en números muy bajos (menos de 30 individuos a lo largo del año). La dieta se determinó por lo observado en el trabajo de campo y lo publicado por Ehrlich *et al.* (1988) y Peterson y Chalif (1998), asignando las siguientes categorías: carnívora, carroñera, frugívora, granívora, insectívora, nectarívora, omnívora, piscívora y herbívora.

Finalmente, se elaboró un segundo listado que incluyó los nombres comunes de las especies en español (Escalante *et al.* 1996), en inglés (Gill y Donsker 2014) y locales. Estos últimos fueron obtenidos a través de la comunicación directa con los pobladores de la región.

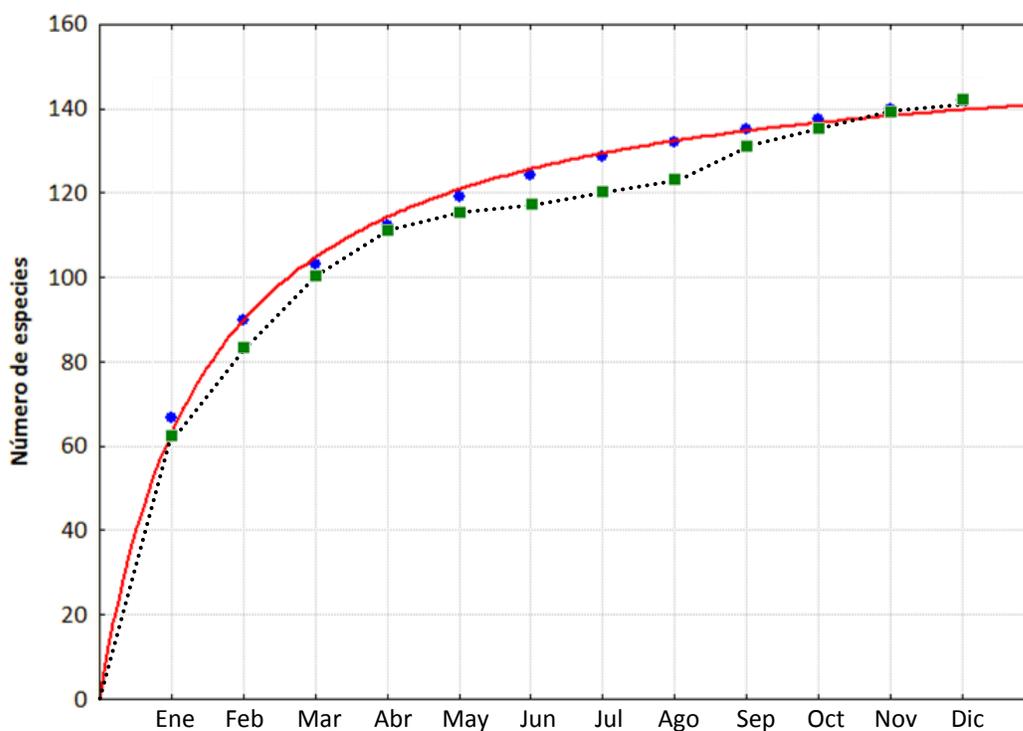
## 4. RESULTADOS

### 4.1. Descripción general de la avifauna

#### *Riqueza específica*

Durante el trabajo de campo se registraron 6,963 individuos pertenecientes a 142 especies, 107 géneros, 40 familias y 13 órdenes (Anexo 1).

La curva de acumulación de especies ajustada con el modelo de Clench (Fig. 4.1) arrojó los siguientes valores:  $a=104.846$ ,  $b=0.667$ ,  $a/b=157.2$ ,  $r^2=0.994$ . El valor del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) es muy cercano a uno, lo que indica que los datos obtenidos en el trabajo de campo están bien ajustados a la curva. El valor ( $a/b$ ), la asíntota de la curva, predijo un total de 157 especies, de las que se registró el 90.4%.



**Figura 4.1.** Curva de acumulación de especies. Se muestra el número acumulado de especies obtenido en el trabajo de campo (cuadros verdes) y el estimado por el modelo de Clench (círculos azules).

El orden con mayor riqueza fue Passeriformes, con 92 especies (64.8% del total), seguido por Apodiformes con 11 (7.7%), Pelecaniformes con ocho (5.6%), Accipitriformes y Columbiformes, ambos con seis especies (8.5%). Los ocho órdenes restantes estuvieron representados por menos de seis especies (13.4%). Respecto a las familias, la mejor representada fue Parulidae con 17 especies (12%), seguida por Icteridae con 13 (9.2%), Tyrannidae y Emberizidae, ambas con 11 (15.5%) y Trochilidae con nueve (6.3%). Las 35 familias restantes presentaron de una a seis especies (57%) (Cuadro 4.1). Destacaron los géneros *Icterus* y *Setophaga*, de los cuales se registraron seis y cinco especies, respectivamente.

Cuadro 4.1. Riqueza específica por orden y familia.

ORDEN	No.	ORDEN	No.
Familia	especies	Familia	Especies
<b>ANSERIFORMES</b>	<b>2</b>	<b>FALCONIFORMES</b>	<b>1</b>
Anatidae	2	Falconidae	1
<b>PELECANIFORMES</b>	<b>8</b>	<b>PASSERIFORMES</b>	<b>92</b>
Threskiornithidae	1	Tyrannidae	11
Ardeidae	6	Laniidae	1
Pelecanidae	1	Vireonidae	2
<b>ACCIPITRIFORMES</b>	<b>6</b>	Corvidae	2
Cathartidae	1	Ptiliogonidae	2
Accipitridae	5	Hirundinidae	3
<b>GRUIFORMES</b>	<b>2</b>	Aegithalidae	1
Rallidae	2	Regulidae	1
<b>CHARADRIIFORMES</b>	<b>4</b>	Troglodytidae	5
Charadriidae	1	Poliophtidae	1
Scolopacidae	3	Sittidae	1
<b>COLUMBIFORMES</b>	<b>6</b>	Mimidae	4
Columbidae	6	Sturnidae	1
<b>CUCULIFORMES</b>	<b>1</b>	Turdidae	4
Cuculidae	1	Passeridae	1
<b>STRIGIFORMES</b>	<b>3</b>	Motacillidae	1
Tytonidae	1	Fringillidae	3
Strigidae	2	Parulidae	17
<b>CAPRIMULGIFORMES</b>	<b>1</b>	Icteridae	13
Caprimulgidae	1	Emberizidae	11
<b>APODIFORMES</b>	<b>11</b>	Thraupidae	2
Apodidae	2	Cardinalidae	5
Trochilidae	9		
<b>PICIFORMES</b>	<b>5</b>		
Picidae	5		

Once especies se registraron únicamente durante los muestreos libres realizados dentro del área de estudio, pero fuera de los transectos: *Anas discors*, *Nycticorax nycticorax*, *Butorides virescens*, *Numenius americanus*, *Tyto alba*, *Megascops kennicottii*, *Bubo virginianus*, *Aeronautes saxatalis*, *Chaetura vauxi*, *Anthus rubescens* e *Icterus cucullatus*. La mayoría de estas especies se caracterizan por sus hábitos acuáticos (patos, garzas y escolopácidos), nocturnos (estrígidos) o aéreos que cubren grandes áreas (vencejos), lo que las hicieron difíciles de detectar durante los muestreos en los transectos.

Se colectaron 26 ejemplares pertenecientes a dos órdenes (Apodiformes y Passeriformes), 10 familias, 15 géneros y 15 especies, siendo estas: *Colibri thalassinus*, *Cyananthus latirostris*, *Empidonax occidentalis*, *Ptiliogonys cinereus*, *Regulus calendula*, *Troglodytes aedon*, *Melanotis caerulescens*, *Catharus guttatus*, *Leiosthlypis celata*, *Basileuterus rufifrons*, *Cardellina pusilla*, *Melospiza lincolni*, *Pipilo maculatus*, *Piranga ludoviciana* y *Pheucticus melanocephalus*. Los ejemplares ingresaron a la colección de aves del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, UNAM, con números de catálogo MZFC 26936 a MZFC 29961.

### Estacionalidad

Del total de especies registradas, 86 son residentes permanentes (60.6%), 43 son visitantes de invierno (30.3%), 10 son transitorias (7%), dos son residentes de verano (1.4%) y una es accidental (0.7%) (Fig. 4.2). *Elanus leucurus* se clasificó como accidental, ya que la zona de estudio no pertenece al área de distribución de la especie reportada por Howell y Webb (1995).

Entre las especies visitantes de invierno se encuentran las dos especies de anátidos, las tres especies de escolopácidos, la mayoría de los ardeidos y de los parúlidos, y algunas especies de las familias Emberizidae, Icteridae y Cardinalidae. Por otra parte, de las dos especies residentes de verano, una pertenece a la familia Trochilidae (*Calothorax lucifer*) y otra a Tyrannidae (*Contopus sordidulus*), en tanto que las familias Pelecanidae, Apodidae, Trochilidae, Tyrannidae, Hirundinidae, Parulidae e Icteridae tienen al menos una especie transitoria (Anexo 1).

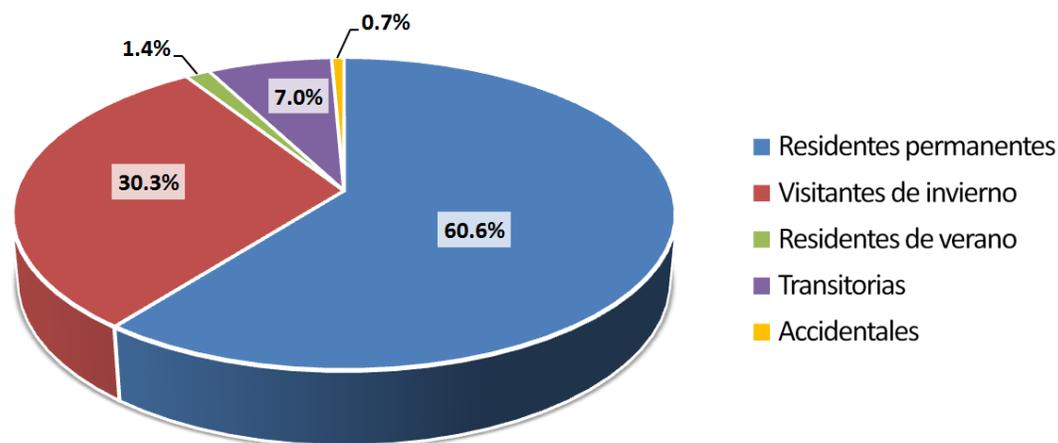
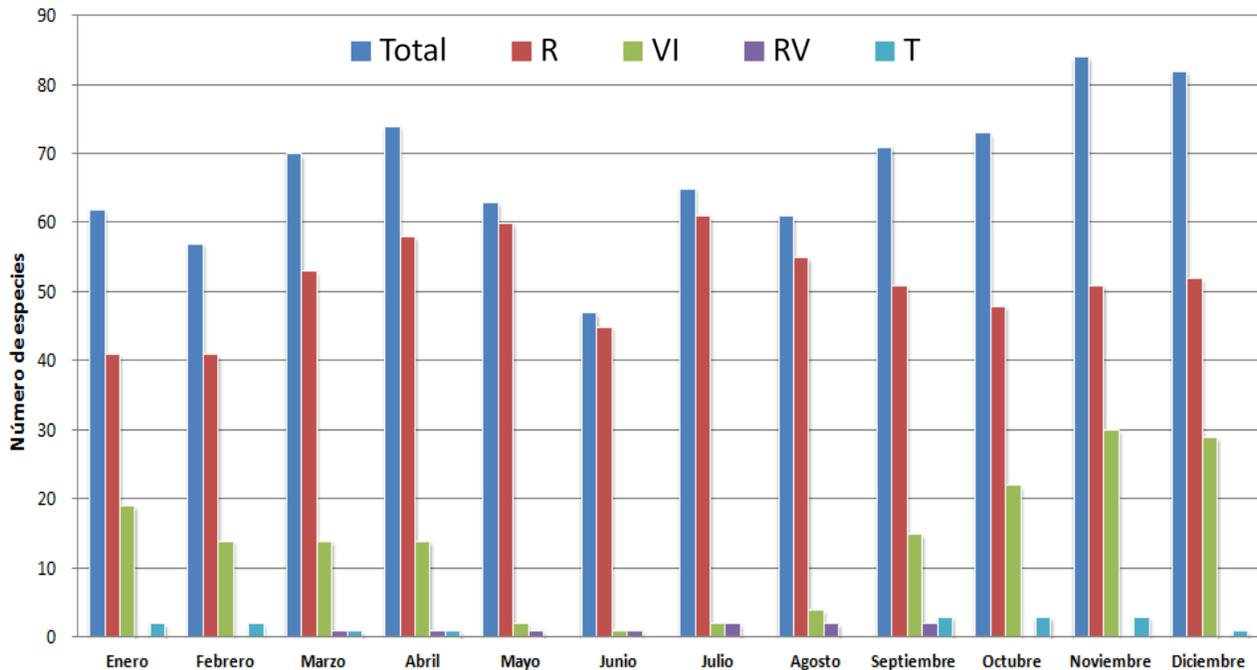


Figura 4.2. Proporción de especies por categoría de estacionalidad.

En la Figura 4.3 se observa el cambio en el número de especies a lo largo del año de muestreo. En los meses de noviembre y diciembre se registró el mayor número total de especies (84 y 82, respectivamente) y en junio el más bajo (47). Por otra parte, en julio se obtuvo el mayor número de especies residentes permanentes (61), mientras que en enero y febrero el menor (41 para ambos meses).

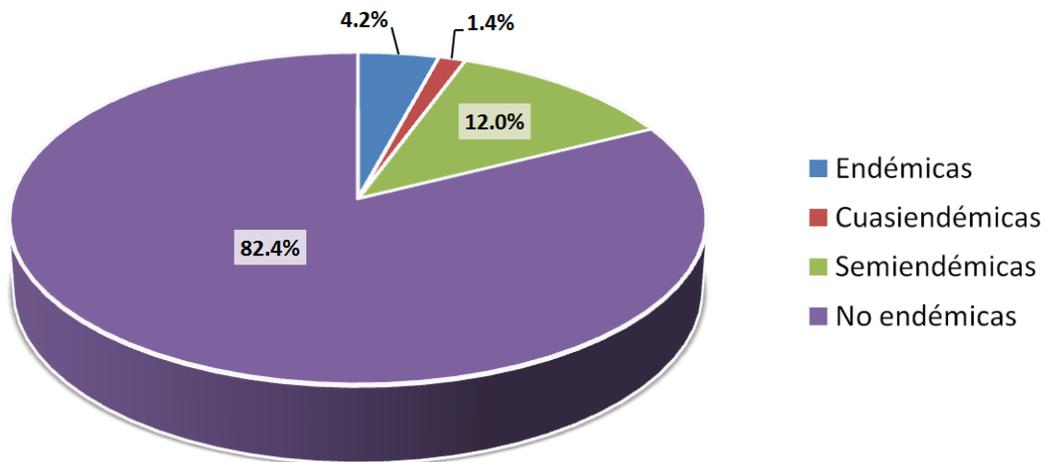
Las especies visitantes de invierno se registraron principalmente en ocho meses comprendidos en dos periodos: enero-abril y septiembre-diciembre. El mayor número de especies de esta categoría se registró en los meses de noviembre (30) y diciembre (29). Durante el periodo de mayo a agosto disminuyó drásticamente su número, al registrarse solo entre una y cuatro de estas especies por mes. Las especies residentes de verano se observaron en un periodo de siete meses, de marzo a septiembre, en el que se registraron una o máximo dos especies de esta categoría por mes. Las especies transitorias se observaron a lo largo del año, excepto en los meses de mayo a agosto. *Elanus leucurus*, la única especie accidental, se registró en marzo (no se indica en la gráfica).



**Figura 4.3.** Fluctuación en el número total de especies y por categoría de estacionalidad a lo largo del año. R= residentes permanentes, VI= visitantes de invierno, RV= residentes de verano, T= transitorias.

**Endemismo y estado de conservación**

Se registraron seis especies endémicas de México (*Toxostoma ocellatum*, *Melanotis caerulescens*, *Turdus rufopalliatu*s, *Geothlypis nelsoni*, *Icterus abeillei* y *Atlapetes pileatus*), que representan el 4.2% de la avifauna total del área. Dos especies (1.4%) son cuasiendémicas (*Ptiliogonys cinereus* y *Basileuterus rufifrons*) y 17 (12%) son semiendémicas (*Cyananthus latirostris*, *Amazilia violiceps*, *Lampornis clemenciae*, *Calothorax lucifer*, *Selasphorus sasin*, *Empidonax wrightii*, *Empidonax occidentalis*, *Tyrannus vociferans*, *Vireo cassinii*, *Leiothlypis virginiae*, *Setophaga nigrescens*, *Icterus cucullatus*, *Icterus parisorum*, *Icterus bullockii*, *Spizella pallida*, *Pheucticus melanocephalus* y *Passerina versicolor*). Las restantes 117 especies (82.4%) son no endémicas (Fig. 4.4).



**Figura 4.4.** Proporción de especies por categoría de endemismo.

También se registraron cinco especies exóticas: *Bubulcus ibis*, *Columba livia*, *Streptopelia decaocto*, *Sturnus vulgaris* y *Passer domesticus*.

Respecto al estado de conservación, según la NOM-059-SEMARNAT-2010 dos especies (*Accipiter cooperii* y *Buteo lineatus*) se encuentran sujetas a protección especial y una (*Geothlypis tolmiei*) está amenazada. Por otra parte, todas las especies registradas se encuentran catalogadas dentro de la categoría “Least Concern” (preocupación menor) de la Lista Roja de la IUCN. Para CITES, las especies de las familias Accipitridae, Falconidae, Tytonidae, Strigidae y Trochilidae se incluyen en el Apéndice II. De esta forma, 19 especies, el 13.3% de la avifauna total de la región, se encuentran bajo alguna categoría de amenaza (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2.** Especies clasificadas en alguna categoría de riesgo. NOM-059-SEMARNAT-2010, A= amenazada, Pr= sujeta a protección especial. CITES, II= apéndice II.

Especie	NOM	CITES	Especie	NOM	CITES
<i>Elanus leucurus</i>		II	<i>Amazilia violiceps</i>		II
<i>Accipiter cooperii</i>	Pr	II	<i>Lampornis clemenciae</i>		II
<i>Circus hudsonius</i>		II	<i>Basilinna leucotis</i>		II
<i>Buteo lineatus</i>	Pr	II	<i>Calothorax lucifer</i>		II
<i>Buteo jamaicensis</i>		II	<i>Archilochus colubris</i>		II
<i>Tyto alba</i>		II	<i>Selasphorus rufus</i>		II
<i>Megascops kennicottii</i>		II	<i>Selasphorus sasin</i>		II
<i>Bubo virginianus</i>		II	<i>Falco sparverius</i>		II
<i>Colibri thalassinus</i>		II	<i>Geothlypis tolmiei</i>	A	
<i>Cynanthus latirostris</i>		II			

### Abundancia absoluta y relativa

El número de individuos registrados en cada muestreo mensual fluctuó a lo largo del año (Fig. 4.5). Si bien el número de horas-hombre de esfuerzo no fue el mismo en cada muestreo, no existieron diferencias significativas entre ellos (ANOVA,  $F_{11,59}=1.21$ ,  $P=0.31$ ), además que no existió una correlación entre el número de horas-hombre de esfuerzo por muestreo mensual y el número de individuos registrados ( $r^2=0.033$ , g.l.= 10,  $P<0.05$ ). En los meses de enero, febrero y junio se registró el menor número de individuos (281, 385 y 370, respectivamente), mientras que los más elevados se registraron en marzo (816) y abril (1,020).

Los órdenes con mayor abundancia absoluta fueron Passeriformes (5,121 individuos), Pelecaniformes (482), Columbiformes (428) y Apodiformes (399), en tanto que Strigiformes (5), Caprimulgiformes (6), Falconiformes (22), Cuculiformes (25) y Gruiformes (26) obtuvieron los menores valores de abundancia. La familia con mayor número de individuos observados fue Emberizidae (1,244), seguida por Fringillidae (612), Icteridae (526), Parulidae (484) y Columbidae (428). Por otro lado, las familias con menos de 10 individuos registrados fueron Scolopacidae, Tytonidae, Strigidae, Caprimulgidae y Sittidae (Cuadro 4.3). Las especies con el mayor número de individuos registrados fueron *Haemorhous mexicanus* (325), *Melospiza fusca* (239), *Spizella atrogularis* (232), *Spinus psaltria* (210), *Psaltriparus minimus* (208), *Phainopepla nitens* (201) y *Zenaida asiatica* (200). En cambio, otras tuvieron un sólo registro (e.g., *Elanus leucurus*, *Tyto alba*, *Geothlypis nelsoni*, *Myioborus pictus* e *Icterus cucullatus*) o máximo dos (e.g., *Buteo lineatus*, *Megascops kennicottii*, *Setophaga aestiva* e *Icterus bullockii*) (Anexo 1).

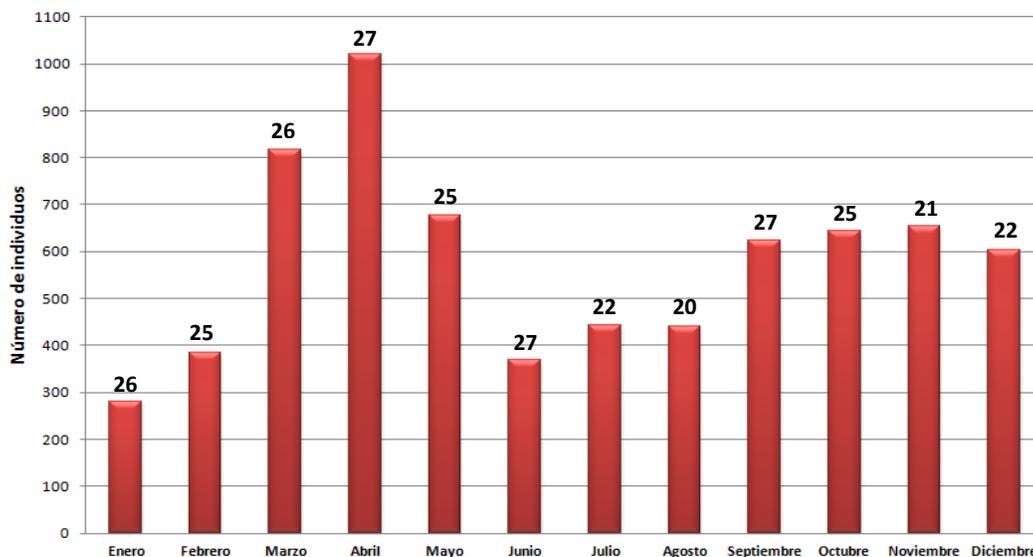


Figura 4.5. Fluctuación en el número de individuos registrados por mes a lo largo del año. Sobre las barras se muestra el número de horas-hombre de esfuerzo por muestreo.

Cuadro 4.3. Abundancia absoluta por orden y familia.

ORDEN	No.	ORDEN	No.
Familia	individuos	Familia	individuos
<b>ANSERIFORMES</b>	<b>31</b>	<b>FALCONIFORMES</b>	<b>22</b>
Anatidae	31	Falconidae	22
<b>PELECANIFORMES</b>	<b>482</b>	<b>PASSERIFORMES</b>	<b>5,121</b>
Threskiornithidae	167	Tyrannidae	314
Ardeidae	211	Laniidae	38
Pelecanidae	104	Vireonidae	12
<b>ACCIPITRIFORMES</b>	<b>212</b>	Corvidae	169
Cathartidae	108	Ptiliogonatidae	254
Accipitridae	104	Hirundinidae	216
<b>GRUIFORMES</b>	<b>26</b>	Aegithalidae	208
Rallidae	26	Regulidae	76
<b>CHARADRIIFORMES</b>	<b>101</b>	Troglodytidae	257
Charadriidae	95	Poliptilidae	58
Scolopacidae	6	Sittidae	5
<b>COLUMBIFORMES</b>	<b>428</b>	Mimidae	246
Columbidae	428	Sturnidae	18
<b>CUCULIFORMES</b>	<b>25</b>	Turdidae	94
Cuculidae	25	Passeridae	20
<b>STRIGIFORMES</b>	<b>5</b>	Motacillidae	38
Tytonidae	1	Fringillidae	612
Strigidae	4	Parulidae	484
<b>CAPRIMULGIFORMES</b>	<b>6</b>	Icteridae	526
Caprimulgidae	6	Emberizidae	1,244
<b>APODIFORMES</b>	<b>399</b>	Thraupidae	18
Apodidae	37	Cardinalidae	214
Trochilidae	362		
<b>PICIFORMES</b>	<b>105</b>		
Picidae	105		

En términos de abundancia relativa, 21 especies se catalogaron como abundantes (14.8%), 42 fueron comunes (29.6%) y 79 se consideraron raras (55.6%) (Fig. 4.6). Entre las especies abundantes están *Cathartes aura*, *Cyananthus latirostris*, *Aphelocoma woodhouseii*, *Phainopepla nitens*, *Thryomanes bewickii*, *Haemorhous mexicanus* y *Spizella atrogularis*. Algunas especies comunes fueron *Buteo jamaicensis*, *Charadrius vociferus*, *Columbina inca*, *Calothorax lucifer*, *Melanerpes aurifrons*, *Contopus pertinax*, *Corvus corax*, *Melanotis caerulescens*, *Leiothlypis ruficapilla* e *Icterus wagleri*. Algunas especies raras fueron *Accipiter cooperii*, *Streptopelia decaocto*, *Geococcyx californianus*, *Amazilia violiceps*, *Camptostoma imberbe*, *Toxostoma ocellatum*, *Icterus spurius*, *Aimophila ruficeps*, *Diglossa baritula* y *Passerina versicolor* (Anexo 1).

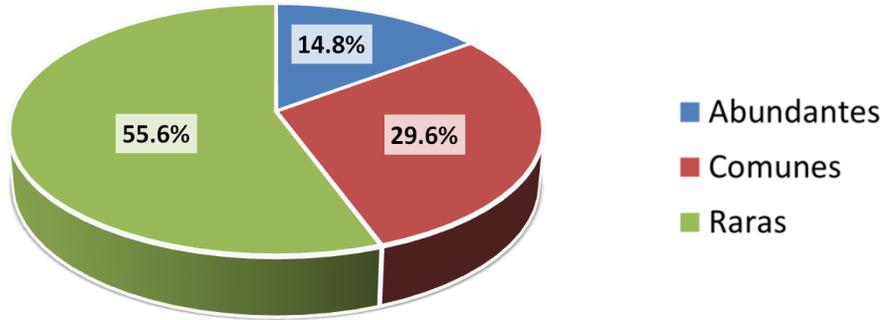


Figura 4.6. Proporción de especies por categoría de abundancia relativa.

#### 4.2. Patrones de riqueza por tipo de vegetación

El matorral espinoso-crasicaule (MEC) fue el tipo de vegetación con mayor riqueza específica, al contener 76 especies. El bosque de encino (BE) y el bosque de *Vauquelinia corymbosa* (BV) fueron el segundo tipo de vegetación más rico, ambos con 72 especies. En los cultivos se registraron 66 especies, ubicándose en el tercer lugar de riqueza. Los tipos de vegetación con menor riqueza fueron el matorral espinoso (ME) con 52 especies y el pastizal inducido (PI), con 33 (Fig. 4.7).

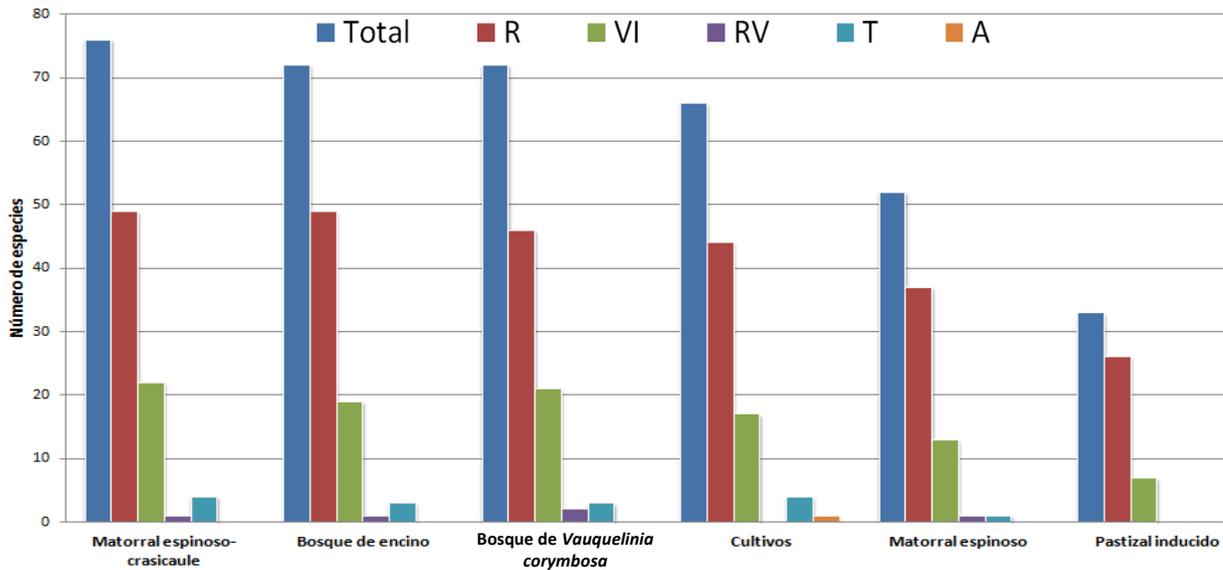
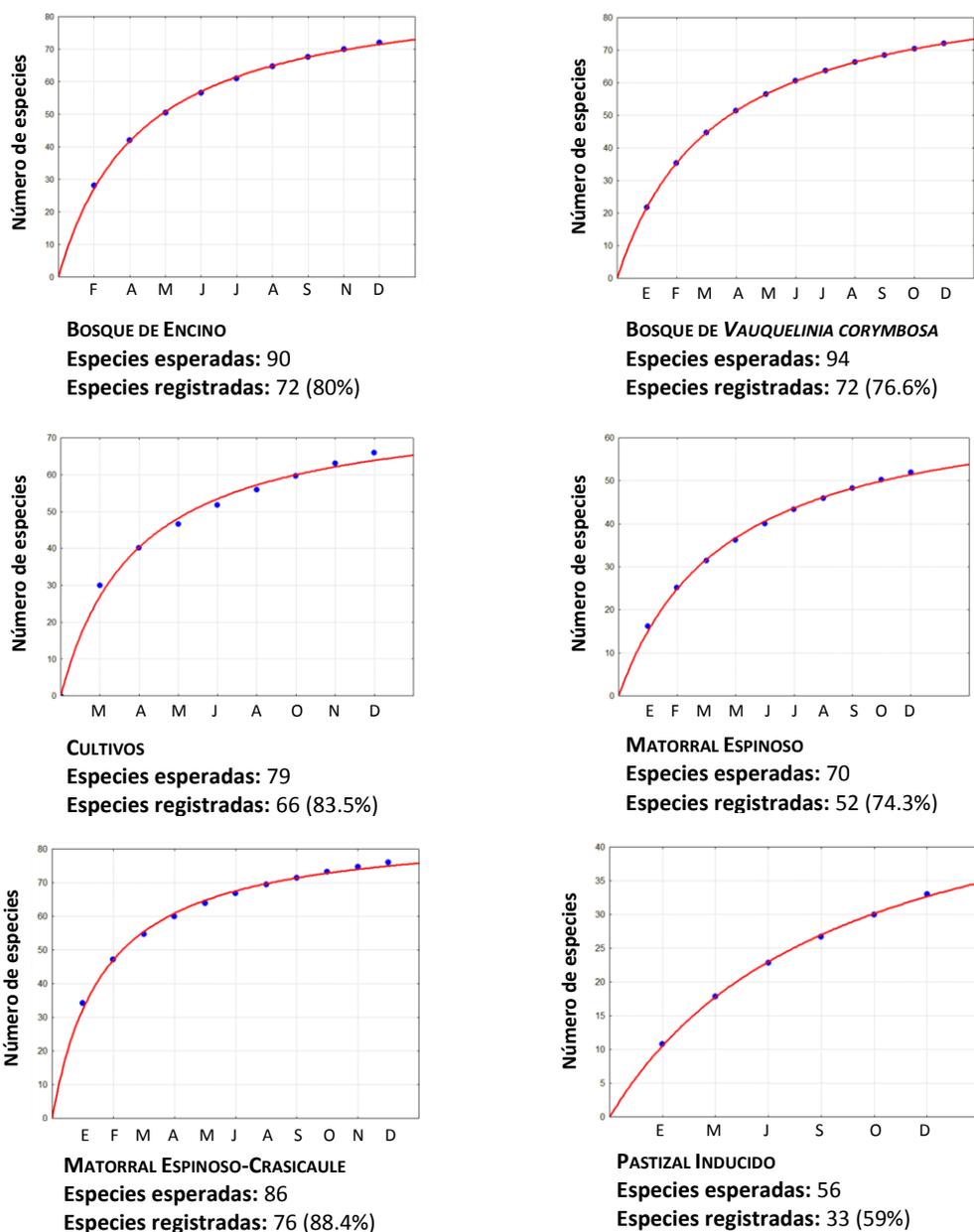


Figura 4.7. Número de especies total y por categoría de estacionalidad para cada tipo de vegetación. R= residentes permanentes, VI= visitantes de invierno, RV= residentes de verano, T= transitorias, A= accidentales.

Es en el MEC y el BE donde se obtuvo el mayor número de especies residentes permanentes (49). El mayor número de especies visitantes de invierno se registró en el MEC (22) y en el BV (21). Las residentes de verano se observaron en todos los tipos de vegetación, excepto en los cultivos y en el PI, y en éste último no se registraron especies transitorias. En los cultivos se observó la única especie accidental (Fig. 4.7).

Las curvas de acumulación de especies por tipo de vegetación (Fig. 4.8) muestran que en todos los inventarios se rebasó el registro del 70% de especies esperadas, excepto para el PI, que presenta el inventario avifaunístico menos completo, aunque debe considerarse que este tipo de vegetación se visitó en menos ocasiones que los demás.



**Figura 4.8.** Curvas de acumulación de especies por tipo de vegetación obtenidas con el modelo de Clench. Las letras en el eje horizontal indican la inicial del nombre del mes de muestreo, en orden enero-diciembre.

El dendrograma de similitud entre tipos de vegetación formó un grupo principal conformado por el BE, el ME, el MEC y el BV, en el que estos tres últimos formaron a su vez un subgrupo. El PI y los cultivos no formaron parte de un grupo evidente. Los cultivos fueron el tipo de vegetación con menor similitud con respecto a los demás (Fig. 4.9).

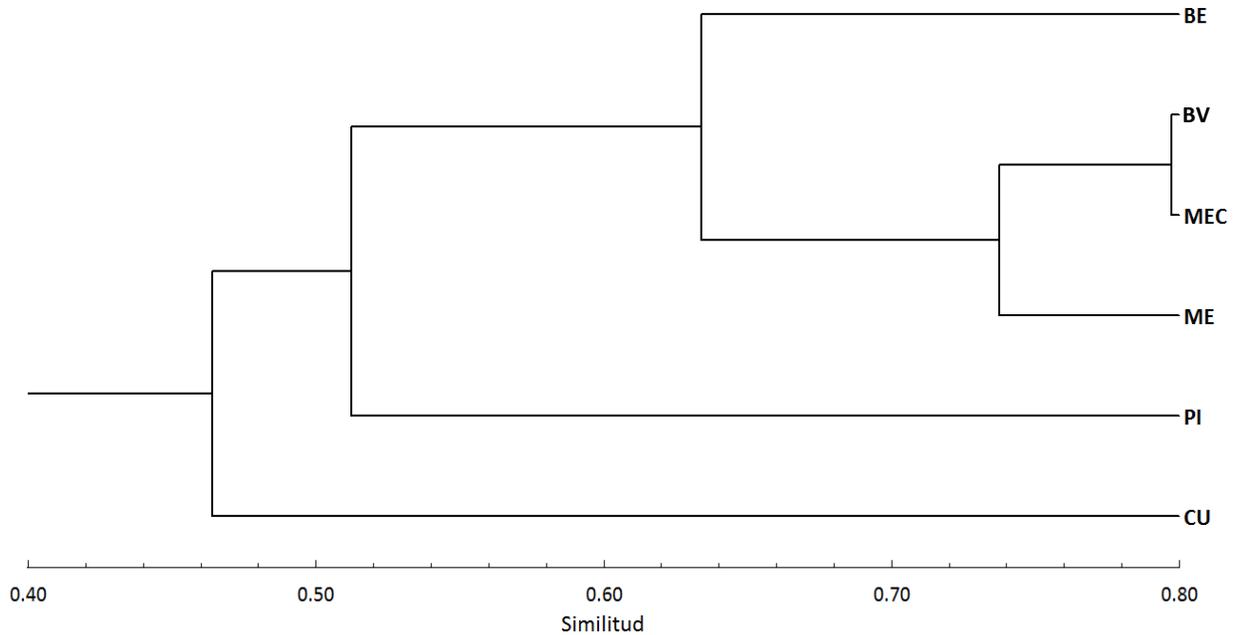


Figura 4.9. Dendrograma de similitud entre tipos de vegetación.

La mayoría de las especies (50) se registró únicamente en un tipo de vegetación, por lo que se les denominó especies exclusivas. Por otro lado, 13 especies, llamadas generalistas, se registraron en todos los tipos de vegetación (Cuadro 4.4). El resto de las especies (79) utilizaron entre dos y cinco tipos de vegetación (Fig. 4.10, Anexo 1).

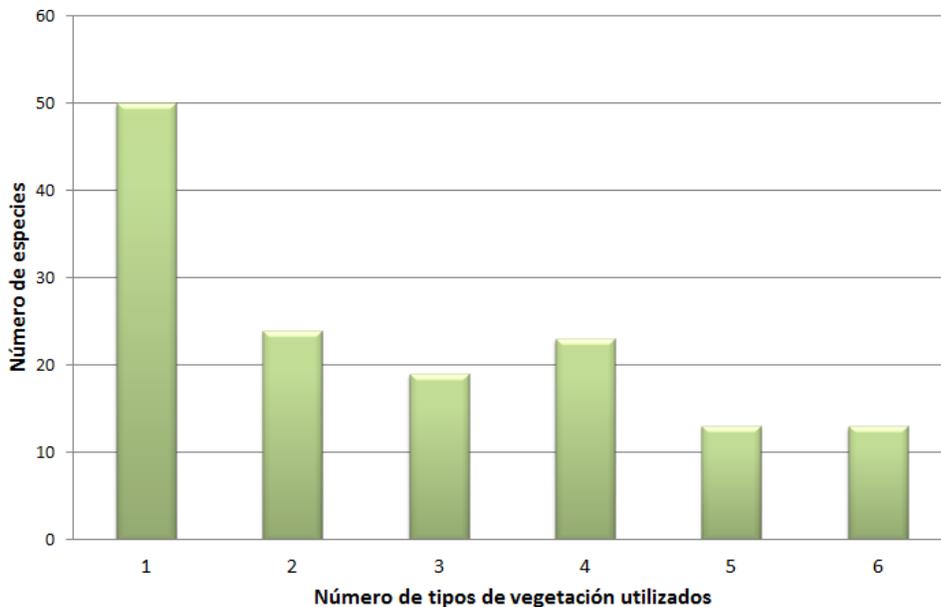


Figura 4.10. Relación entre el número de especies en función del número de tipos de vegetación utilizados.

En los cultivos se registró el mayor número de especies exclusivas (20), seguidos por el BE (13) y los cuerpos de agua (12), que no se consideraron propiamente un tipo de vegetación. En el BV, el MEC y el ME se observaron dos, tres y una especie exclusiva, respectivamente, mientras que ninguna especie fue exclusiva del PI.

**Cuadro 4.4.** Especies generalistas y exclusivas de un tipo de vegetación.

<b>ESPECIES GENERALISTAS</b>			
<i>Cathartes aura</i>	<i>Regulus calendula</i>	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	
<i>Cynanthus latirostris</i>	<i>Thryomanes bewickii</i>	<i>Spinus psaltria</i>	
<i>Tyrannus vociferans</i>	<i>Polioptila caerulea</i>	<i>Melospiza fusca</i>	
<i>Hirundo rustica</i>	<i>Toxostoma curvirostre</i>	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	
<i>Psaltriparus minimus</i>			
<b>ESPECIES EXCLUSIVAS</b>			
<b>Cuerpos de agua</b>			
<i>Anas strepera</i>	<i>Egretta thula</i>	<i>Numenius americanus</i>	
<i>Anas discors</i>	<i>Gallinula galeata</i>	<i>Actitis macularius</i>	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	<i>Fulica americana</i>	<i>Sayornis nigricans</i>	
<i>Butorides virescens</i>	<i>Gallinago delicata</i>	<i>Cistothorus palustris</i>	
<b>Bosque de encino</b>			
<i>Amazilia violiceps</i>	<i>Sitta carolinensis</i>	<i>Myioborus pictus</i>	
<i>Basilinna leucotis</i>	<i>Catharus aurantirostris</i>	<i>Icterus bullockii</i>	
<i>Melanerpes formicivorus</i>	<i>Leiothlypis virginiae</i>	<i>Atlapetes pileatus</i>	
<i>Colaptes auratus</i>	<i>Geothlypis nelsoni</i>	<i>Diglossa baritula</i>	
<i>Troglodytes aedon</i>			
<b>Cultivos</b>			
<i>Plegadis chihi</i>	<i>Columba livia</i>	<i>Passer domesticus</i>	<i>Agelaius phoeniceus</i>
<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Streptopelia decaocto</i>	<i>Anthus rubescens</i>	<i>Euphagus cyanocephalus</i>
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	<i>Tyto alba</i>	<i>Setophaga aestiva</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>
<i>Elanus leucurus</i>	<i>Sturnus vulgaris</i>	<i>Icterus spurius</i>	<i>X. xathocephalus</i>
<i>Buteo lineatus</i>	<i>Turdus rufopalliatu</i>	<i>Icterus abeillei</i>	<i>Passerculus sandwichensis</i>
<b>Bosque de V. corymbosa</b>	<b>Matorral espinoso-crasicaule</b>	<b>Matorral espinoso</b>	
<i>Megascops kennicottii</i>	<i>Chaetura vauxi</i>	<i>Camptostoma imberbe</i>	
<i>Bubo virginianus</i>	<i>Icterus cucullatus</i>		
	<i>Passerina versicolor</i>		

También se observó la dominancia numérica por parte de algunas especies no exclusivas, lo que provocó que fueran más abundantes en unos tipos de vegetación más que en otros. Por ejemplo, el BE presentó el mayor número de especies de colibríes y parúlidos, donde además fueron abundantes. En el BV, especies como *Melanotis caerulescens*, *Ptiliogonys cinereus*, *Euphonia elegantissima* y *Pheucticus melanocephalus* fueron comunes, mientras que en otros tipos de vegetación fueron raras o inexistentes. La única especie con una preferencia evidente hacia el ME fue *Aphelocoma woodhouseii*, donde es común. El MEC fue el hábitat preferido de especies como *Haemorrhous mexicanus*, *Spizella atrogularis*, *Melospiza fusca*, *Zenaida asiatica*, *Phainopepla nitens*, *Campylorhynchus brunneicapillus* e *Icterus parisorum*, donde fueron comunes o abundantes. Por otro lado, en los cultivos se registró la mayor cantidad de especies de ictéridos y las poblaciones más grandes de especies como *Pyrocephalus rubinus*, *Hirundo rustica*, *Spinus psaltria*, *Melospiza melodia* y *Passerina caerulea*. En cambio, ninguna especie tuvo una preferencia particular por el PI (Anexo 1).

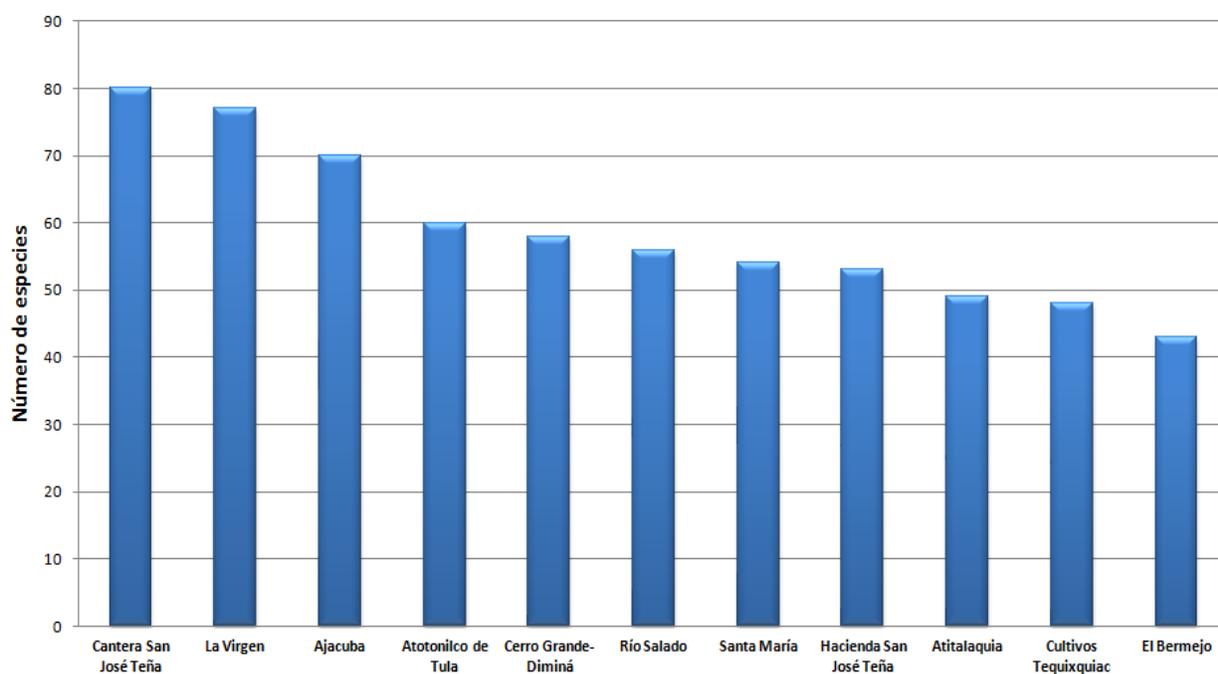
El BE fue el tipo de vegetación con mayor número de especies endémicas al registrar cuatro, dos de ellas exclusivas (*Geothlypis nelsoni* y *Atlapetes pileatus*). El BV y el MEC compartieron dos especies endémicas (*Melanotis caerulescens* y *Toxostoma ocellatum*), mientras que los cultivos tuvieron dos, que además fueron exclusivas (*Turdus rufopalliatus* e *Icterus abeillei*). El PI y el MEC no contaron con especies endémicas. Las especies semiendémicas fueron abundantes en el BE, MEC y BV. Todas las especies exóticas registradas se observaron en los cultivos. Por otra parte, todos los tipos de vegetación presentaron al menos una especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que el BV y el BE presentaron la mayor cantidad de especies en CITES (Cuadro 4.5).

**Cuadro 4.5.** Número de especies con algún grado de endemismo, exóticas y en alguna categoría de riesgo para cada tipo de vegetación.

	BE	BV	CU	ME	MEC	PI
Especies endémicas	4	2	2	0	2	0
Especies cuasiendémicas	2	2	0	0	1	1
Especies semiendémicas	12	11	4	9	12	4
Especies exóticas	0	0	5	0	0	0
Especies en NOM	2	2	1	1	1	1
Especies en CITES	9	11	7	6	8	3

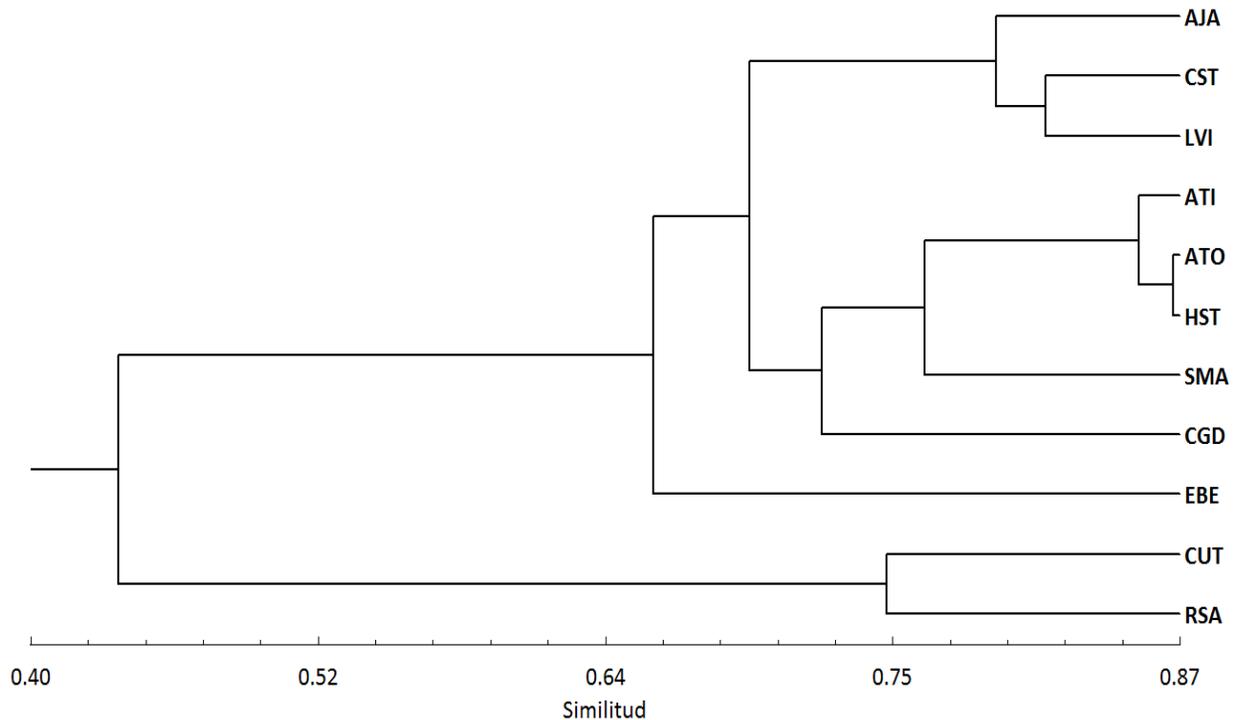
### 5.3. Patrones de riqueza por localidad

Las localidades con mayor riqueza fueron Cantera San José Teña (80 especies), La Virgen (77) y Ajacuba (70). Las localidades con menor número de especies fueron El Bermejo (43), Cultivos Tequixquiac (48) y Atitalaquia (49) (Fig. 4.11).



**Figura 4.11.** Riqueza específica por localidad.

El dendrograma de similitud entre localidades formó tres grupos principales: uno conformado por las tres localidades con mayor riqueza específica (Cantera San José Teña, La Virgen y Ajacuba), que poseen los únicos parches de BE y BV existentes en el área de estudio y una extensión importante de ME o MEC. Un segundo grupo estuvo conformado por las localidades agrícolas de Río Salado y Cultivos Tequixquiac, y el último grupo estuvo constituido por las localidades restantes, donde la vegetación dominante es el MEC (Fig. 4.12).

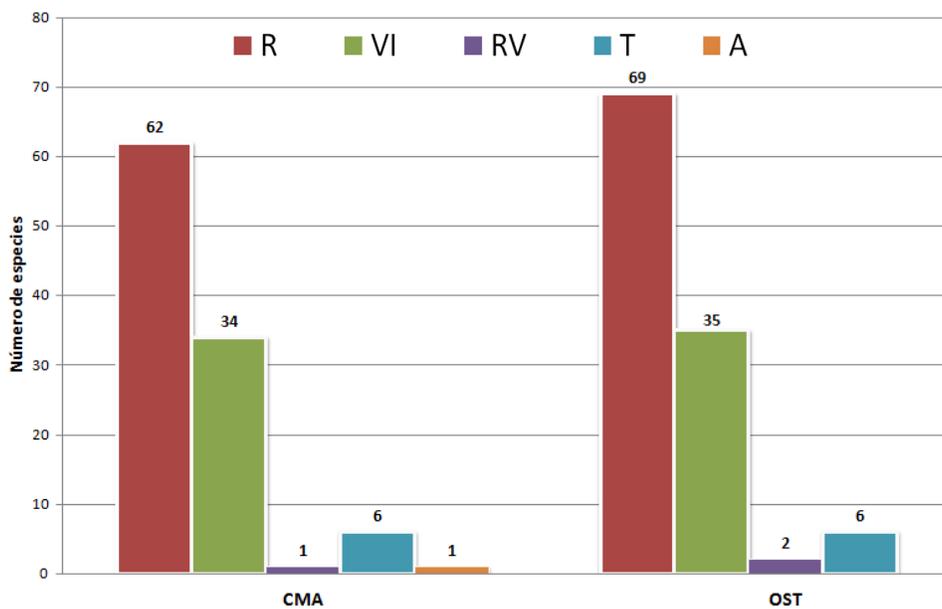


**Figura 4.12.** Dendrograma de similitud entre localidades. AJA= Ajacuba, ATI= Atitalaquia, ATO= Atotonilco de Tula, CST= Cantera San José Teña, CGD= Cerro Grande-Diminá, CUT= Cultivos Tequixquiac, EBE= El Bermejo, HST= Hacienda San José Teña, LVI= La Virgen, RSA= Río Salado, SMA= Santa María.

#### 5.4. Comparación entre la avifauna del Cerro Mesa Ahumada (CMA) y el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan (OST)

En los tres apartados anteriores se mostraron los resultados considerando el área de estudio en forma general. En este apartado se muestra una breve comparación de los patrones de riqueza avifaunística encontrados en las dos formaciones montañosas que integran el área de estudio.

El área total del CMA junto con sus áreas de cultivo es de 40 km<sup>2</sup> y presenta tres tipos de vegetación: MEC, PI y cultivos. En esta formación se registraron 104 especies, 30 de ellas exclusivas. Por otra parte, el OST cubre una extensión de 60 km<sup>2</sup> y presenta cuatro tipos de vegetación: MEC, ME, BE y BV. Su avifauna se conformó por 112 especies, 38 exclusivas. Esto indica que de las 142 especies registradas en total en el área de estudio, 68 están claramente regionalizadas y sólo 74 se comparten entre ambas formaciones (Anexo 1), principalmente las que habitan el MEC, el único tipo de vegetación común entre ellas. No obstante, el número de especies por categoría de estacionalidad presentes en cada una de las formaciones es muy parecido (Fig. 4.13).



**Figura 4.13.** Número de especies por categoría de estacionalidad para el CMA y el OST.

Por último, el OST presentó más especies endémicas, cuasiendémicas, semiendémicas y catalogadas en CITES comparado con el CMA. En este último, en cambio, se registraron cinco especies exóticas (debe recordarse que éstas se registraron en los cultivos que rodean el cerro) (Cuadro 4.6).

**Cuadro 4.6.** Número de especies con algún grado de endemismo, exóticas y en alguna categoría de riesgo para el CMA y el OST.

	CMA	OST
Especies endémicas	3	5
Especies cuasiendémicas	1	2
Especies semiendémicas	11	17
Especies exóticas	5	0
Especies en NOM	2	2
Especies en CITES	10	15

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Características generales de la avifauna

#### **Riqueza específica**

La riqueza específica ha sido una medida fundamental para describir la diversidad (Gotelli y Colwell 2001). En el caso particular de las aves, debido a que los problemas para su identificación y detección son relativamente escasos, se cree que la riqueza de especies puede ser obtenida de forma más rápida y eficiente que para otros grupos biológicos (Remsen 1994). Sin embargo, las estimaciones de la riqueza específica se ven afectadas por factores como el área, la intensidad y calidad de muestreo y la heterogeneidad ambiental (Remsen 1994, Fleishman *et al.* 2006). La comparación directa de las listas avifaunísticas entre sitios es una práctica común en los trabajos ornitológicos, aunque incorrecta si no se toman en cuenta los factores anteriores (Remsen 1994). Además, para propósitos de conservación, el número de especies como un valor aislado es de poca utilidad (Fleishman *et al.* 2006) y puede ser engañoso si no se da información adicional de lo completos que se encuentran los inventarios (Soberón y Llorente 1993).

A pesar que la mayoría de los inventarios biológicos están incompletos debido a la dificultad de registrar la totalidad de especies de una región (Gotelli y Colwell 2001), el uso de curvas de acumulación de especies les da rigor, evalúa su calidad y permite su comparación (Soberón y Llorente 1993). En la curva de acumulación de especies general obtenida con el modelo de Clench se observó que en los primeros muestreos ocurrió una rápida adición de especies, en su mayoría las comunes y abundantes. Conforme avanzaron los muestreos, en los últimos meses del año, la adición fue menor, registrándose principalmente especies raras, la mayoría de éstas visitantes de invierno.

Se registró el 90.4% de las especies predichas por la curva, un valor muy aceptable si se considera que para el modelo de Clench a partir de proporciones superiores al 70% las estimaciones de la riqueza asintótica se hacen estables (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Las especies que no se han registrado, pero que en teoría existen, son posiblemente especies localmente raras, transitorias o accidentales, de tal forma que el balance entre los costos (económico y temporal) para continuar el trabajo de campo y registrarlas se hace desfavorable (Jiménez-Valverde y Hortal 2003).

Gómez de Silva y Medellín (2001) proponen evaluar la calidad de las listas avifaunísticas por medio del registro de taxones omnipresentes en el país (21 familias, 17 géneros y siete especies). En este trabajo, se observaron todas las familias de aves omnipresentes en México (e.g., Accipitridae, Columbidae, Apodidae, Tyrannidae, Vireonidae, Cardinalidae e Icteridae) y la mayoría de géneros y especies de amplia distribución, con excepción de algunas especies de la familia Hirundinidae. Tomando esto en consideración, y que se ha registrado más del 90% de las especies predichas por la curva de acumulación, la lista avifaunística del área de estudio puede considerarse relativamente completa y confiable para futuras referencias.

Las 142 especies que se registraron en el Cerro Mesa Ahumada y en el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan representan el 12.3% de la avifauna de México (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014) y el 20.2% de las registradas en el Eje Neovolcánico (Navarro-Sigüenza *et al.* 2007). Esta riqueza avifaunística se compone de elementos variados: especies cosmopolitas como *Tyto alba* e *Hirundo rustica* (Howell y Webb 1995); especies de amplia distribución como *Cathartes aura*, *Buteo jamaicensis*, *Columbina inca*, *Corvus corax* y *Pheucticus melanocephalus* (Howell y Webb 1995);

especies típicas de los bosques templados de las zonas montañosas de México como *Melanerpes formicivorus*, *Turdus migratorius*, *Basileuterus rufifrons* y *Atlapetes pileatus* (Álvarez y Morrone 2004); y especies comunes de las regiones áridas y semiáridas de Norteamérica como *Geococcyx californianus*, *Megascops kennicottii*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Phainopepla nitens*, *Melospiza fusca* y *Spizella atrogularis* (Jaeger 1957) que alcanzan el límite meridional de su distribución en el área de estudio (Howell y Webb 1995). Esta composición avifaunística es el resultado de la mezcla de elementos neárticos y neotropicales, característica del Eje Neovolcánico (Navarro-Sigüenza *et al.* 2007) y de la Zona de Transición Mexicana en general.

En sus trabajos sobre las aves del Valle del Mezquital, Martín del Campo (1936, 1937) reportó, en localidades de vegetación desértica muy cercanas al área de estudio, nueve especies que no se observaron en el presente trabajo: *Callipepla squamata*, *Tyannus crassirostris*, *Myiarchus tuberculifer*, *Amphispiza bilineata*, *Athene cunicularia*, *Petrochelidon pyrrhonota*, *Bombycilla cedrorum*, *Icteria virens* y *Junco phaeonotus*. De ellas, *C. squamata*, *A. bilineata* y *A. cunicularia* son características de las regiones áridas norteamericanas, por lo que su presencia en el área de estudio es probable, aunque bien pueden ser especies muy raras, sobre todo la primera que se ve afectada por la caza. De hecho, se tiene referencia por parte de los pobladores de la existencia de codornices (podría tratarse de *Callipepla squamata*, *Cyrtonyx montezumae* o ambas) y de *Athene cunicularia*, pues se refieren a un “tecolotito que hace sus nidos bajo la tierra”.

Por otra parte, en varios sitios del norte del Valle de México cercanos al área de estudio y de características similares, también se han registrado especies que no se observaron en este estudio. En los pequeños encinares de la Sierra de Guadalupe, García (1999) reportó a *Eugenes fulgens* y a *Cardellina rubra*; en el Parque de las Esculturas, en Cuautitlán Izcalli, González (2004) registró a *Empidonax minimus* y a *Vireo bellii*, dos especies transitorias; y en el Parque Ecológico Xochitla, Tepetzotlán, *Amazilia beryllina*, *Empidonax hammondii* y *Passerina cyanea* son especies comunes (R. Caballero com. pers.). Es probable que todas estas especies existan en el área de estudio, aunque en números muy bajos o como aves de paso.

### **Estacionalidad**

El porcentaje de especies residentes permanentes fue elevado, representando más de la mitad de la avifauna registrada (60.6%). Este patrón se observa también a nivel nacional, donde la proporción de residentes permanentes es cercano al 70% (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). Entre las especies residentes observadas, destacan las que tienen poblaciones permanentes en el Eje Neovolcánico, como *Plegadis chihi*, *Cistothorus palustris*, *Geothlypis trichas* y *Passerculus sandwichensis*, pero que son visitantes de invierno en la mayor parte del país. *Melospiza melodia* incluso tiene una población aislada en esta provincia fisiográfica (Howell y Webb 1995). El aislamiento de dichas poblaciones ha sido promovido por la compleja historia geológica y la variedad climática presente en el Eje Neovolcánico (Navarro-Sigüenza *et al.* 2007).

*Turdus rufopalliatu*s y *Sporophila torqueola*, observadas en los cultivos que rodean el CMA, son dos especies que se catalogaron como residentes aun cuando el sitio de su registro no se encuentra dentro de su área de distribución propuesta en la literatura (Howell y Webb 1995), pero que fueron observadas constantemente a lo largo del año, lo que descartó la posibilidad de considerarlas accidentales. Estas especies han experimentado una reciente expansión, y ya para la década de 1950 se habían registrado en el Valle de México (Peterson y Navarro-Sigüenza 2006).

*Turdus rufopalliatus* se ha establecido en nuevos sitios con cierta similitud con la vegetación que habita de forma natural (bosques tropicales caducifolios) pero también cerca de asentamientos humanos, llegándose a registrar en estados muy distantes a su área de distribución original como Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Baja California Sur (Martínez-Morales *et al.* 2010). Por otra parte, la expansión de *Sporophila torqueola* se debe probablemente a que aprovecha los ambientes derivados de la deforestación y cambios en el uso de suelo, un fenómeno que ha sido observado en Costa Rica (INBIO 2013). Estos son importantes registros de ambas especies para las regiones áridas del noreste del Estado de México y pueden aportar información sobre los patrones de su expansión territorial.

Luego de las especies residentes permanentes, las visitantes de invierno, la mayoría de amplia distribución, fueron el elemento de mayor contribución en la riqueza avifaunística del área, ya que representaron el 30.3% del total de la avifauna. La drástica disminución en la temperatura y la escasez de alimento característicos del invierno de las altas latitudes son factores que promueven la migración de estas especies a latitudes más bajas (Cahn 1925). México es el área donde más de la mitad de las especies de Norteamérica pasan el invierno, permaneciendo cada año de seis a nueve meses en el país (McNeely *et al.* 1990). De esta forma, la conservación de estas especies, y de las residentes de verano y transitorias, depende en gran medida de las acciones de protección que se establezcan tanto en los países en los que se reproducen como en los que pasan cierta parte de su ciclo de vida.

*Elanus leucurus* es una especie que también ha ampliado su distribución en el norte y centro de América (Eisenmann 1971), aunque Howell y Webb (1995) no lo reportan para el centro de México. El registro de un sólo individuo (nuevamente en los cultivos próximos al CMA) justificó su clasificación como especie accidental, pero no debe descartarse que sea un indicio de una colonización incipiente en la región. Las especies accidentales son una fuente importante de sesgo en los inventarios ya que no pueden considerarse habitantes estrictos del área muestreada (Remsen 1994), sin embargo, son elementos importantes de la biodiversidad de un lugar puesto que son responsables de parte de la resiliencia de los ecosistemas frente a variaciones en las condiciones ambientales (Jiménez-Valverde y Hortal 2003).

La variación estacional en la composición de las comunidades de aves está estrechamente relacionada con la productividad de los ecosistemas (Hulbert y Haskell 2003) y con las características climáticas y estructurales de los hábitats (Craig 2011), así como con los movimientos locales y las migraciones altitudinales y latitudinales de grandes distancias efectuados por algunas especies (Herzog *et al.* 2003). En este sentido, las especies migratorias tienen un efecto notable en la fenología de las comunidades de aves. Durante los meses que comprenden el otoño (septiembre-noviembre) y el invierno (diciembre, enero y febrero) se observó un notable incremento en el número de especies visitantes de invierno, lo que a su vez provocó que el número total de especies incrementara durante estos periodos. Durante los meses de mayo a agosto, cuando estas especies fueron muy escasas y la mayoría se encontraban en sus áreas de reproducción, el número total de especies registradas también disminuyó.

Las especies residentes de verano se observaron en un periodo bien definido del año (marzo-septiembre), aunque no influyeron notablemente en la riqueza total en esos meses. Estas especies, que en su mayoría pasan el invierno en Centro y Sudamérica, aprovechan la abundancia de insectos del verano de altas latitudes para reproducirse (Gill 2007), aunque es una estrategia menos común que las migraciones invernales. Por otra parte, las especies transitorias, en sus constantes

recorridos migratorios entre Norte y Sudamérica, se registraron durante casi todo el año, pero en números muy bajos, por lo que tampoco afectaron en gran medida la riqueza específica durante los meses de su avistamiento.

### **Endemismo y estado de conservación**

Los hábitats desérticos y boscosos de las zonas montañosas del país son muy antiguos y complejos, por lo que son ricos en especies endémicas (Navarro y Benítez 1993). Particularmente, el Eje Neovolcánico es una de las áreas con mayor porcentaje de especies endémicas, llegando a representar hasta un 26% de su avifauna total (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). El hecho de que la zona de estudio se encuentre dentro de esta provincia fisiográfica y presente hábitats tanto desérticos como boscosos, explica que se hayan registrado seis especies endémicas, tres de ellas de distribución reducida (*Toxostoma ocellatum*, *Geothlypis nelsoni* e *Icterus abeillei*) y tres de amplia distribución (*Melanotis caerulescens*, *Turdus rufopalliatu*s y *Atlapetes pileatus*) (Howell y Webb 1995, Peterson y Chalif 2008), así como dos especies cuasiendémicas asociadas a los sistemas montañosos de México (*Ptiliogonys cinereus* y *Basileuterus rufifrons*).

El número de especies semiendémicas de México fue elevado, pues se registraron 17 de estas. Aunque la mayoría son residentes en la zona, algunas la ocupan como sitio temporal de descanso y forrajeo durante su migración (*Leiothlypis virginiae* e *Icterus cucullatus*), para reproducirse en verano (*Calothorax lucifer*) o pasar el invierno (e.g., *Empidonax wrightii*, *Vireo cassinii*, *Setophaga nigrescens* y *Passerina versicolor*). Dentro de estas últimas, el caso de *Selasphorus sasin* es particular, ya que únicamente pasa el invierno en una pequeña extensión del centro de México (Phillips 1975, Howell y Webb 1995). Debido a que las especies con algún grado de endemismo son muy vulnerables y el riesgo incrementa cuando su distribución es restringida (González-García y Gómez de Silva 2002), su protección debe ser prioritaria.

*Geothlypis tolmiei* es una especie que la NOM-059-SEMARNAT-2010 cataloga como amenazada, debido a que se encuentra en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo si siguen operando factores negativos que afecten directamente sus poblaciones (DOF 2013). Por otro lado, *Accipiter cooperii* y *Buteo lineatus* son especies sujetas a protección especial, que podrían encontrarse amenazadas, por lo que es necesario propiciar su recuperación y conservación (DOF 2013). Dado que estas tres especies son visitantes de invierno en la mayor parte del país, el esfuerzo para su conservación y protección debe ser multinacional. Por otro lado, las 18 especies incluidas en el apéndice II de CITES no están necesariamente amenazadas de extinción, pero podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio (CITES 2013).

El área de estudio no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP, CONANP 2013) o un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA, Arizmendi 2002). Las ANPs más cercanas y que comparten ciertas características de vegetación son los Parques Estatales Tepozotlán y Sierra de Guadalupe, en el Estado de México, y la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, en Hidalgo. Para comparar, en esta última Ortiz-Pulido *et al.* (2010) registraron ocho especies endémicas, cinco cuasiendémicas y 19 semiendémicas, valores similares a los obtenidos en el presente trabajo, pero considerando que es un área de mayor extensión y heterogeneidad.

Durante el trabajo de campo se observaron algunas amenazas para la avifauna de la región, entre las que se encuentran la quema intencional o accidental de árboles y arbustos en los matorrales, la tala de árboles en el bosque de encino, el uso de resorteras y la cacería. Aunque

nunca se observó la depredación de nidos o la captura de aves por parte de los pobladores, en los mercados locales se comercializan especies como *Zenaida asiatica*, *Pheucticus melanocephalus*, *Mimus polyglottos*, *Toxostoma curvirostre* y *Haemorhous mexicanus* que muy probablemente se extraen del CMA o del OST. En adición, la industria cementera es un factor de riesgo importante no sólo para las aves, sino para otros grupos biológicos, ya que ha provocado la destrucción de muchos cerros en el OST, lo que conlleva a la pérdida de hábitat y a la generación de contaminación, que produce un efecto negativo sobre las poblaciones de las especies.

### **Abundancia absoluta y relativa**

La fluctuación en el número de individuos es una característica de la mayoría de las comunidades de aves, que se debe a procesos poblacionales (nacimientos y muertes) y a los movimientos de los individuos dentro y entre los ecosistemas (Malizia 2001). Durante los meses de marzo y abril se registró el mayor número de individuos durante el año de muestreo, que se explica debido a la existencia de un aporte todavía importante de especies visitantes de invierno y a que algunas especies fueron más conspicuas en estos meses debido al inicio de la época de reproducción que genera, entre otras cosas, que aumenten las vocalizaciones de los machos para defender territorio o atraer pareja (Emlen 1971). En contraste, en los meses de junio a agosto se redujo el número de individuos observados, provocado probablemente por la partida de la mayoría de las especies visitantes de invierno. En enero y febrero se registraron los valores más bajos de abundancia. La temperatura al amanecer durante estos meses fue muy baja, y debido a que el frío intenso puede provocar la reducción en la actividad de las aves (Ralph *et al.* 1996), su detección fue menor, afectando los conteos.

Algunos de los órdenes y familias con mayor número de individuos registrados fueron aquellos que tuvieron un mayor número de especies, por ejemplo, el orden Passeriformes, con 92 especies, registró 5,121 individuos (el 74% del total), y la familia Emberizidae, con 11 especies, algunas de ellas de las más abundantes, registró 1,244 individuos. Es de esperar que los órdenes y familias con menor número de registros coincidieron con los que tuvieron menor riqueza específica (e.g., Cuculiformes y Sittidae), o con los que por sus hábitos son difíciles de detectar (Strigiformes y Caprimulgiformes) o porque su hábitat es escaso en la región (Gruiformes y Scolopacidae).

En lo que respecta a la abundancia relativa, el 55.6% de las especies fueron raras, seguidas por las comunes (29.6%) y las abundantes (14.8%). Estos resultados son congruentes con lo establecido por Tokeshi (1993), que indica que una distribución de abundancia de especies descrita generalmente en estudios de comunidades da como resultado que en una comunidad del 5 al 10% de las especies sean abundantes, del 15 al 30% comunes y del 60 al 75% raras.

Varias de las especies más abundantes fueron también generalistas, como *Haemorhous mexicanus*, *Melospiza fusca*, *Spinus psaltria* y *Psaltriparus minimus*. En cambio, todas las especies endémicas (con excepción de *Melanotis caerulescens*) y 10 semiendémicas fueron raras, al igual que la mayoría de las especies en riesgo, lo que enfatiza la importancia de su conservación.

## 5.2. Patrones de riqueza por tipo de vegetación

El matorral espinoso-crasicaule (MEC), que cuenta con la mayor extensión dentro de la zona de estudio (60 km<sup>2</sup>), fue el tipo de vegetación con la mayor riqueza (76 especies). Se ha encontrado una relación directa entre el área y la riqueza específica que se observa casi en cualquier grupo biológico (Brunet y Medellín 2001), pues generalmente las zonas de mayor extensión albergan un mayor número de especies. No obstante, no sólo el área determina la riqueza, la complejidad ambiental tiene un papel importante, ya que un ambiente heterogéneo provee una gran variedad de recursos que permiten la coexistencia de un número elevado de especies y se evita la exclusión competitiva debido al uso diferencial de tales recursos (Blake y Karr 1987, Balvanera y Aguirre 2006). Es por ello que el matorral espinoso (ME) y el pastizal inducido (PI), al ser tipos de vegetación estructuralmente poco complejos, albergaron menos especies respecto a los demás (52 y 33, respectivamente).

El bosque de encino (BE) y el bosque de *Vauquelinia corymbosa* (BV) se encuentran en pequeños y escasos parches aislados, de entre 0.2 y 2 km<sup>2</sup> de área. Ambos tuvieron la misma riqueza específica, 72 especies, un valor muy cercano al obtenido en el MEC, a pesar que el área de éste es varios órdenes mayor. La heterogeneidad que presentan estos tipos de vegetación es considerable, pues tienen un estrato arbóreo bien desarrollado que genera dentro de ellos temperaturas más bajas que en el ME o el MEC que los rodea, conservándose relativamente húmedos incluso en temporada de secas, permitiendo el desarrollo de una gran cobertura arbustiva y herbácea. Lo anterior provee a estos parches de una mayor cantidad de recursos, y por lo tanto pueden contener un número considerable de especies (Blake y Karr 1987, Balvanera y Aguirre 2006) a pesar de su escasa extensión.

Las comunidades de aves encontradas en pequeños parches de bosque no se ensamblan al azar, sino que forman un subconjunto de especies encontradas en bosques de mayor extensión (Blake y Karr 1987). Si bien muchos parches tienen un número similar de especies por unidad de área comparado con grandes bosques, la composición de la comunidad entre ellos es diferente (Austen *et al.* 2001), de tal forma que en pequeños parches pueden estar ausentes especies comunes en bosques conservados. Tal podría ser el caso de *Accipiter striatus*, *Myadestes occidentalis*, *Patagioenas fasciata*, *Cyanocitta stelleri* y *Sialia mexicana*, que no se observaron en los encinares del área de estudio, aunque se encuentran dentro de su distribución geográfica potencial (Howell y Webb 1995).

Los parches de bosque son importantes para las aves migratorias y transitorias (Keller y Yahner 2007) y permiten el establecimiento de especies que no se encuentran en otros tipos de vegetación próximos a ellos (Blake y Karr 1987), como lo encontrado en el presente trabajo, donde se registraron 13 especies exclusivas del BE, la mayoría asociadas a bosques templados. No obstante, estos parches contienen menos disponibilidad de alimento comparados con los grandes bosques, lo que podría tener consecuencias negativas en el éxito reproductivo de algunas especies (Buehler *et al.* 2002), además, ofrecen menos sitios disponibles para anidar y los nidos son más susceptibles a la depredación, sobre todo en los bordes con otros tipos de vegetación (Keyser 2002).

La persistencia de poblaciones en estos parches de bosque depende en gran medida de los movimientos que puedan realizar las especies entre parches, ya que las poblaciones de un parche extremadamente aislado son más propensas a extinguirse debido a procesos estocásticos (Austen *et al.* 2001). El aislamiento entre los parches de bosque es un factor importante que determina su riqueza específica, pues aquellos que se encuentran más próximos entre sí tendrán un mayor número de especies debido al intercambio constante de individuos (Blake y Karr 1987). Esto puede

explicar la elevada riqueza de los parches de BE y BV, que están separados por pocos kilómetros (0.5 a 6) lo que facilita la movilidad de los individuos. Estos parches, al encontrarse cerca o rodeados de otros tipos de vegetación, también permiten la expansión territorial de especies de otros hábitats (Howe 1984), como el caso de *Spizella atrogularis*, un emberízido muy abundante en el MEC, que se registró en números muy bajos dentro del BE y del BV, y *Colibri thalassinus*, común en el BE y BV, que se llegó a observar en los bordes con el MEC.

Es pertinente destacar la importancia de los parches de BE y BV que, además de su elevada riqueza, fueron los tipos de vegetación con el mayor número de especies con alguna categoría de endemismo y de riesgo. Son importantes también por el número considerable de especies exclusivas que los habitan y que los utilizan temporalmente durante la migración. Aunado a lo anterior, son de los pocos sitios que albergan especies típicas de los bosques templados de México en el norte árido del Valle de México y del sur del Valle del Mezquital, lo que justifica aún más su conservación.

Los cultivos contribuyeron notablemente al incremento de la lista avifaunística, pues fueron el hábitat de 20 especies exclusivas, casi la tercera parte del total de especies registrado en ellos. Debido a su particular composición de especies, en el dendrograma de similitud fue el tipo de vegetación menos parecido a los demás. Aunque menos del 1% de las especies de aves del mundo utilizan los cultivos como hábitat primario, se ha observado que cerca de la tercera parte de todas ellas utilizan ocasionalmente estos hábitats (Sekercioglu *et al.* 2007). En adición, los agroecosistemas que aplican la rotación de cultivos o se encuentran en el borde con otros tipos de vegetación proveen un hábitat adecuado para muchas especies (Johnson *et al.* 2011), incluyendo un número importante de migratorias (Villaseñor y Hutto 1995).

El desarrollo de asentamientos humanos y campos agrícolas en el Valle de México y en otras partes del país ha creado condiciones favorables para el establecimiento de especies exóticas (Jiménez *et al.* 2005). Durante este estudio, únicamente en los cultivos se registraron especies exóticas, todas ellas raras, excepto *Bubulcus ibis* que fue, de hecho, la especie más abundante en este tipo de vegetación. Las especies exóticas, junto con otras no exóticas como *Pyrocephalus rubinus*, *Quiscalus mexicanus* y *Molothrus aeneus*, también fueron comunes en las áreas urbanas cercanas al sitio de estudio (obs. pers.), lo que indica se estrecha relación con los ambientes perturbados por el ser humano.

El aumento de la actividad ganadera ha provocado que lo que anteriormente eran bosques o matorrales se talen para convertirlos en pastizales ganaderos. La degradación de los ecosistemas genera cambios en su estructura y función (Saunders *et al.* 2001) y la reducción en la disponibilidad de recursos requeridos por las especies, provocando efectos negativos sobre sus poblaciones. Es por ello que los pastizales inducidos se encuentran dentro de los tipos de vegetación con menor riqueza de aves (Flores y Gerez 1994, Navarro *et al.* 2013). La baja riqueza específica encontrada en el pastizal inducido presente en el CMA lo corrobora, ya que no sólo tuvo el menor número de especies de todos los tipos de vegetación y un número muy bajo de especies migratorias y endémicas, sino que las poblaciones presentes en él fueron muy pequeñas, incluso las de especies generalistas como *Haemorhous mexicanus* y *Melospiza fusca*. Además, a pesar de encontrarse rodeado de MEC, el PI fue evitado por muchas especies comunes en éste último, y algunas especies que fueron casi generalistas (aquellas que utilizaron cinco tipos de vegetación) evitaron justamente este tipo de vegetación (e.g., *Buteo jamaicensis*, *Zenaida asiatica*, *Melanerpes aurifrons*, *Catherpes mexicanus* y *Melospiza lincolni*).

La presencia de 20 especies asociadas a ambientes acuáticos (e.g., *Anas strepera*, *Nycticorax nycticorax*, *Fulica americana*, *Cistothorus palustris*, *Parkesia noveboracensis* y *Melospiza melodia*) indica que a pesar que en la zona de estudio no existen cuerpos de agua de gran extensión, son capaces de mantener pequeñas poblaciones de estas especies y contribuyen enormemente en la riqueza específica del área de estudio, por lo que su conservación es importante.

Por otra parte, en el ME y en el MEC se concentró una gran cantidad de individuos de especies granívoras (e.g., *Melozona fusca*, *Haemorhous mexicanus*, *Spizella atrogularis* y *Zenaida asiatica*) que son abundantes en ecosistemas áridos debido a la variedad y abundancia de semillas que éstos proveen (Morton 1985). Las aves asociadas a los cultivos son también predominantemente granívoras (Tscharntke *et al.* 2008), lo que pudo observarse en la elevada abundancia de especies como *Columbina inca*, *Zenaida macroura*, *Melospiza melodia*, *M. lincolni*, *Passerculus sandwichensis* y varias especies de ictéridos. Por otro lado, en hábitats boscosos son comunes las especies que prefieren alimentarse de frutos, néctar o insectos (Tscharntke *et al.* 2008), por lo que en los parches de BE y BV fueron particularmente abundantes los colibríes y parúlidos.

Por último, las curvas de acumulación de especies superaron el registro del 70% de las especies predichas y en su forma mostraron una tendencia asintótica, por lo tanto, pueden ser consideradas relativamente completas (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Un caso particular es el del PI, que mostró una curva en fase ascendente y registró apenas el 59% de las especies esperadas. Sin embargo, debido a que este tipo de vegetación se visitó menos ocasiones que los otros, la estimación de la asíntota pudo ser sobrevaluada. Además, es muy probable que la mayoría de las especies registradas en ese tipo de vegetación sean localmente transitorias, pues se observaron en números muy bajos (incluso las abundantes, como *Haemorhous mexicanus*), lo que pudo haber contribuido en la sobrevaloración de su riqueza (Remsen 1994).

### 5.3. Patrones de riqueza por localidad

Las tres localidades con mayor número de especies (Cantera San José Teña, La Virgen y Ajacuba) tuvieron la característica común de contar con dos tipos de vegetación, lo que incrementó su heterogeneidad ambiental y con ello su riqueza. Estas localidades, que formaron un grupo bien definido en el dendrograma de similitud, cuentan con parches de BE o BV, rodeados por MEC o ME. Debido a que el MEC, el BE y el BV fueron los tipos de vegetación más ricos, el aporte de dos de ellos en cada una de estas localidades explica el hecho de que posean más especies que otras con un tipo de vegetación (Blake y Karr 1987, Balvanera y Aguirre 2006). Además, fueron los sitios más aislados y de difícil acceso, por lo que su grado de perturbación fue menor comparado con otras localidades. Es de notar que las cinco localidades más ricas del área de estudio pertenecen al OST.

En contraste, las tres localidades menos ricas (El Bermejo, Cultivos Tequixquiac y Atitalaquia) poseen un sólo tipo de vegetación (MEC o CU), pero además presentan otros factores que explican su baja riqueza. Por ejemplo, El Bermejo y Atitalaquia, localidades dominadas por MEC, cuentan con un elevado grado de perturbación, ya que es común la tala y quema de arbustos y la presencia de ganado. Cultivos Tequixquiac se caracteriza porque en sus parcelas existe poca rotación de cultivos, siendo la mayoría de ellas monocultivos de alfalfa forrajera, en comparación con Río Salado, la segunda localidad agrícola y con mayor riqueza de especies, donde se cultiva maíz, avena y otros granos simultánea o alternadamente, a la vez que presenta más cuerpos de agua que Cultivos Tequixquiac.

El resto de las localidades presentaron una riqueza media, comprendida entre 54 y 60 especies. El tipo de vegetación predominante en éstas es el MEC y tienen un grado de perturbación bajo, por lo que compartieron muchas especies y una gran similitud que las hizo agruparse juntas en el dendrograma. En otras palabras, existió una estrecha correspondencia entre la forma en que se agruparon las localidades y la distribución espacial de los tipos de vegetación.

#### **5.4. La importancia del Cerro Mesa Ahumada (CMA) y del Occidente de la Sierra de Tezontlalpan (OST) en la conservación regional de la avifauna**

Aunque la riqueza avifaunística y la proporción de especies por categoría de estacionalidad del CMA y del OST fueron muy parecidas, su composición de especies fue diferente. Los cultivos fueron un elemento importante en la riqueza del CMA, pues de no considerarse en el presente estudio la riqueza de esta formación no hubiera rebasado las 90 especies. Algunas regiones del OST también se encuentran rodeadas de campos de cultivo; es probable que si se hubieran efectuado muestreos en estos campos agrícolas, la riqueza del OST hubiera alcanzado fácilmente las 140 especies, aunque es poco probable que se añadieran especies nuevas al inventario ya que la mayoría de ellas estarían compartidas con los cultivos del CMA. La presencia de BE y BV en el OST explica por qué ésta formación tuvo un mayor número de especies endémicas y en riesgo respecto al CMA. Por otra parte, la presencia de los cultivos y de una mayor cantidad de cuerpos de agua favorecieron que el CMA fuera rico en especies asociadas a estos ambientes, mientras que el OST fue más rico en especies asociadas a los bosques templados mexicanos, casi ausentes en el CMA.

La proximidad del área de estudio a la Ciudad de México y otras ciudades importantes como Tula y Pachuca, en Hidalgo, incrementa los riesgos derivados de la urbanización y el cambio en el uso de suelo sobre la avifauna presente en el CMA y el OST. Las áreas con cobertura vegetal cercanas o enclavadas en sitios urbanizados actúan como corredores biológicos, como sitios de paso durante la migración de algunas especies o como fuente temporal de recursos alimenticios para las aves (Ramírez-Albores 2008). En este sentido, Pineda-López *et al.* (2010) indican la importancia de conservar las áreas periurbanas para proteger la avifauna de una región. La corta distancia existente entre el CMA y el OST y su cercanía con otras formaciones montañosas como las sierras de Tepetzotlán, de Guadalupe y de Pachuca, puede favorecer el intercambio de especies entre ellas, actuando a manera de un corredor biológico para las regiones áridas del centro de México, garantizando la permanencia de sus poblaciones al menos en un corto y mediano plazo.

Debido a la importancia biológica de la región, se recomienda impulsar el desarrollo de proyectos para el conocimiento de otros grupos biológicos del área de estudio y extenderlos hacia las regiones central y oriental de la Sierra de Tezontlalpan, no consideradas en el presente estudio. Asimismo, se sugiere también que el conocimiento generado en este estudio sea aplicado en actividades de difusión y educación que involucren la participación activa de las comunidades para garantizar el éxito de las medidas de conservación implantadas.

## 6. CONCLUSIONES

- El presente trabajo es pionero en el estudio de la comunidad de aves de la región y puede servir como base para trabajos futuros.
- En el Cerro Mesa Ahumada y el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan se registraron 142 especies de aves. Esta avifauna se compone de especies cosmopolitas, de amplia distribución y de afinidad neártica y neotropical, una mezcla característica de la Zona de Transición Mexicana.
- Las especies residentes permanentes y visitantes de invierno fueron las que mayor aporte tuvieron en la avifauna del área de estudio (60.6 y 30.3%, respectivamente).
- El 18% de las especies registradas se incluye dentro de alguna categoría de endemismo y el 13.3% se encuentra bajo alguna categoría de amenaza.
- El tipo de vegetación con mayor riqueza es el matorral espinoso-crasicaule (76 especies), lo que indica la importancia de los ecosistemas áridos y semiáridos en la riqueza avifaunística de la región y del país.
- Se resalta la importancia de los parches de bosque de encino y bosque de *Vauquelinia corymbosa*, que poseen una alta riqueza específica (ambos con 72 especies) y un número elevado de especies exclusivas, endémicas y en alguna categoría de riesgo. Además, son de los pocos sitios del norte árido del Valle de México y del sur del Valle del Mezquital que albergan especies asociadas a bosques templados.
- Considerando la escasez de Áreas Naturales Protegidas y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en el norte del Valle de México y el sur del Valle del Mezquital, y la elevada riqueza específica del área de estudio, se propone que ésta sea considerada en un futuro dentro de los planes de conservación a nivel municipal, estatal o federal.

## LITERATURA CITADA

- AGUILAR, D. A. 2009. Avifauna del Vaso Regulador Carretas, Tlalnepantla, Estado de México. Importancia y difusión. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- ÁLVAREZ M., E. Y J. J. MORRONE. 2004. Propuesta de áreas para la conservación de aves de México, empleando herramientas panbiogeográficas e índices de complementariedad. *Interciencia*, **29(3)**:112-120.
- ÁNGELES, A. 2002. Impacto regional de la refinería Miguel Hidalgo en Tula de Allende, Hidalgo. Tesis de Maestría. CIIEMAD, Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.
- ARENAS C., S. 2004. Distribución y fenología de la avifauna del Ajusco medio y del Pedregal de San Ángel, Distrito Federal, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- ARIZMENDI, M. C. 2000. Estableciendo prioridades para la conservación de las aves. Pp. 133-149. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (eds.). *Conservación de Aves. Experiencias en México*. National Fish and Wildlife Federation-CIPAMEX. México.
- ARIZMENDI, M. C. Y A. ESPINOSA DE LOS MONTEROS. 1996. Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, **67**:25-46.
- ARIZMENDI, M. C., L. MÁRQUEZ-VALDELAMAR Y J. F. ORNELAS. 2002. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco. Pp. 297-329. En: F. A. Noguera, J. H. Rivera, A. N. García y M. Quesada (eds.). *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM. México.
- AUSTEN, M. J., C. M. FRANCIS, D. M. BURKE Y M. S. BRADSTREET. 2001. Landscape context and fragmentation effects on forest birds in southern Ontario. *The Condor*, **103(4)**:701-714.
- BALVANERA, P. Y E. AGUIRRE. 2006. Tree diversity, environmental heterogeneity, and productivity in mexican tropical dry forest. *Biotropica*, **38(4)**:479-491.
- BIBBY, C. J., M. JONES Y S. MARSDEN. 1998. *Expedition Field Techniques*. Bird Surveys, Expedition Advisory Centre. Royal Geographical Society. Londres, Reino Unido.
- BLAKE, J. G. Y J. R. KARR. 1987. Breeding birds of isolated woodlots: area and habitat relationships. *Ecology*, **68(6)**:1724-1734.
- BLANCO Z., S. 1981. *Ecología de la Estación Experimental Zoquiapan: descripción general, vegetación y fauna*. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, México.
- BOJORGES B., J. C. 2004. Riqueza de aves de la región noreste de la Sierra Nevada, Estado de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, **20(3)**:15-29.
- BOJÓRQUEZ-TAPIA, L. A., P. BALVANERA Y A. D. CUARÓN. 1994. Biological inventories and computer data bases: their role in environmental assessments. *Environmental Management*, **18(5)**:775-785.
- BRUNET, A. K. Y R. A. MEDELLÍN. 2001. The species–area relationship in bat assemblages of tropical caves. *Journal of Mammalogy*, **82(4)**:1114-1122.
- BUEHLER, D. M., D. R. NORRIS, B. J. STUTCHBURY Y N. C. KOPYSH. 2002. Food supply and parental feeding rates of Hooded Warblers in forest fragments. *Wilson Bulletin*, **114(1)**:122-127.
- CAHN, A. R. 1925. The migration of animals. *The American Naturalist*, **59(665)**:539-556.

- CALDERÓN, G Y J. RZEDOWSKI (EDS.). 2005. *La Flora Fanerogámica del Valle de México*. Segunda edición. Instituto de Ecología A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán.
- CARRILLO, M. G. B. 1989. Avifauna de la Laguna de San Mateo y alrededores, municipio de Texcalyacac, Estado de Mexico, Mexico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- CBD, CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. 2013. Article 2. Use of terms. <<http://www.cbd.int/convention/articles>> Acceso el 12 de mayo de 2013.
- CITES, CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES. 2012. < <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>> Acceso el 26 de noviembre de 2013.
- CLENCH, H. 1979. How to make a regional list of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterist' Society*, **33**:215-231.
- COATES-ESTRADA, R., A. ESTRADA, D. PASHLEY, D. Y W. BARROW. 1985. *Lista de las Aves de la Estación de Biología Los Tuxtlas*. Instituto de Biología, UNAM. México.
- COLWELL, R. K. 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>> Acceso el 10 de octubre de 2013.
- CONABIO, COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. 2006. *Capital Natural y Bienestar Social*. México.
- CONABIO, COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. 2012a. Las aves de México. <[http://www.conabio.gob.mx/otros/nabci/doctos/aves\\_mexico](http://www.conabio.gob.mx/otros/nabci/doctos/aves_mexico)> Acceso el 7 de octubre de 2013.
- CONABIO, COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. 2012b. Portal de geoinformación. < <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis>> Acceso el 8 de octubre de 2013.
- CONABIO, COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. 2013. Sistema de información sobre especies invasoras en México. <<http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Portada>> Acceso el 10 de diciembre de 2013.
- CONANP, COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 2013. <<http://www.conanp.gob.mx>> Acceso el 15 de marzo de 2013.
- CONTRERAS, Y. J. 1999. Estudio preliminar de la avifauna del Parque Natural Sierra de Guadalupe, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- CRAIG, R. 2011. Seasonal shifts in population distributions and habitat occupancy by permanent resident forest birds in eastern Connecticut. *Bird Conservation Research*, **17**:1-11.
- DE LA BARREDA, B. 2006. Patrones de distribución de la avifauna del estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- DELGADO R., C. I. 2011. Avifauna de la Cuenca Alta del Río Magdalena, Distrito Federal. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- DENNIS, J. G Y M. RUGGIERO. 1996. Biodiversity inventory: building an inventory at scales from local to global. Pp. 149-156. En: R. C. Szaro y D. W. Johnston (eds.). *Biodiversity in Managed Landscapes: Theory and Practice*. Oxford University Press. Nueva York.
- DOF, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 2010. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Pp. 1-76.

- EHRlich, P. R., D. S. DOBKIN y D. WHEYE. 1988. *The Birder's Handbook: a Field Guide to the Natural History of North American Birds*. Simon & Schuster Inc. Nueva York.
- EISENMANN, E. 1971. Range expansión and population increase in North and Middle America of the White-tailed kite (*Elanus leucurus*). *American Birds*, **25**:529-536.
- EMDM, ENCICLOPEDIA DE LOS MUNICIPIOS Y DELEGACIONES DE MÉXICO. 2010. Tequixquiac. <[http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_mexico](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico)> Acceso el 25 de noviembre de 2012.
- EMLÉN, J. 1971. Population densities of birds derived from transect counts. *The Auk*, **88**:323-342.
- EQUIHUA, M. E. 1983. Estudio florístico de la vertiente oriental de la Sierra de Tezontlalpan en el estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- ESCALANTE P., P., A. G. NAVARRO S. y A. T. PETERSON. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de las aves terrestres de México. Pp. 279-313. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (comps.). *Biodiversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*. Inst. de Biología, UNAM.
- ESCALANTE, P. 1988. *Aves de Nayarit*. Universidad Autónoma de Nayarit, Coordinación General de Enseñanza Superior. Nayarit, México.
- ESCALANTE, P., A. M. SADA y J. ROBLES. 1996. *Listado de los nombres comunes de las aves de México*. Agrupación Sierra Madre y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- ESPINOSA, D. S. OCEGUEDA, C. AGUILAR, O. FLORES, J. LLORENTE-BOUSQUETS. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. Pp. 33-65. En: J. Sarukhán, P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. de la Maza. *Capital Natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO. México
- FERNÁNDEZ-VADILLO, L. E I. GOYENECHEA-MAYER. 2010. Anfibios y reptiles del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **81**:705-712.
- FERRUSQUÍA-VILAFRANCA, I. 2007. Ensayo sobre la caracterización y significación biológica. En: I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Facultad de Ciencias, FES Zaragoza, Insitituo de Biología, UNAM-CONABIO. México.
- FLEISHMAN, E., R. F. NOSS y B. N. NOON. 2006. Utility and limitations of species richness metrics for conservation planning. *Ecological Indicators*, **6(3)**:543-553.
- FLORES, O. y P. GEREZ. 1994. *Biodiversidad y Conservación en México: Vertebrados, Vegetación y Uso de Suelo*. UNAM-CONABIO. México.
- GARCÍA, E. 1998. Climas, escala 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- GARZA DE LEÓN, A., I. MORÁN, F. VALDÉS y R. TINAJERO. 2007. Coahuila. Pp. 98-136. En: R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, O. Rojas-Soto y T. A. Peterson (eds.). *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México.
- GILL, F. B. 2007. *Ornithology*. W. H. Freeman and Company. Tercera edición. Nueva York.
- GILL, F. y D. DONSKER (EDS.). 2014. IOC World Bird List (ver. 4.1) <<http://www.worldbirdnames.org>> Acceso el 23 de enero de 2014.

- GÓMEZ DE SILVA G., H. 1997. Análisis faunístico de Temascaltepec, Estado de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, **68(1)**:137-152.
- GÓMEZ DE SILVA, H. Y R. A. MEDELLÍN. 2001. Evaluating completeness of species list for conservation and macroecology: a case study of Mexican land birds. *Conservation Biology*, **15(5)**:1384-1395.
- GONZÁLEZ, L. Y B. M. RANGEL. 1992. Las Aves del Estado de México: situación actual y perspectivas. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- GONZÁLEZ, Y. 2004. Avifauna presente en el Parque de las Esculturas, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- GONZÁLEZ-GARCÍA, F. Y H. GÓMEZ DE SILVA. 2002. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Pp. 150-165. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (eds.). *Conservación de Aves. Experiencias en México*. National Fish and Wildlife Federation-CIPAMEX. México.
- GOTELLI, N. J. Y R. K. COLWELL. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, **4**:379-391.
- GRANADOS, D., G. F. LÓPEZ, M. A. HERNÁNDEZ Y A. SÁNCHEZ. 2004. Ecología de la fauna silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, **10(2)**:111-117.
- GRESS, R. M. 2008. Voces de roca: el arte rupestre en el Valle del Mezquital como fuente histórica. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México, D. F.
- HERZOG, S. K., R. SORIA Y E. MATTHYSEN. 2003. Seasonal variation in avian community composition in a high-andean *Polylepis* (Rosaceae) forest fragment. *Wilson Bulletin*, **115(4)**:438-447.
- HOWE, R. W. 1984. Local dynamics of bird assemblages in small forest habitat islands in Australia and North America. *Ecology*, **65(5)**:1585-1601.
- HOWELL, S. N. G. Y S. WEBB. 1992. A little know cloud forest in Hidalgo, Mexico. *Euphonia*, **1**:7-11.
- HOWELL, S. N. G. Y S. WEBB. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. Nueva York.
- HULBERT, A. H. Y J. P. HASKELL. 2003. The effect of energy and seasonality on avian species richness and community composition. *The American Naturalist*, **161(1)**:83-97.
- HUTTO, R. L., S. M. PLETSCHET Y P. HENDRICKS. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk*, **103**:593-602.
- INBIO, INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD. 2013. *Sporophila torqueola*. <<http://www.darnis.inbio.ac.cr>> Acceso el 29 de diciembre de 2013.
- INECC, INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2011. Sistema de Consulta de las Cuencas Hidrológicas de México. <<http://cuencas.inec.gob.mx/cuenca/26F01.html>> Acceso el 27 de noviembre de 2012.
- INEGI, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. 2011. Provincias fisiográficas. <<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/atlas/pfisiog.cfm>> Acceso el 25 de noviembre de 2012.

- IUCN, INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2013. Red List. <<http://www.iucnredlist.org/amazing-species>> Acceso el 26 de diciembre de 2013.
- JAEGER, E. C. 1957. The North American Deserts. Stanford University Press. Stanford, California.
- JIMÉNEZ F., E. J., C. JUÁREZ L. Y L. ALONSO M. 2005. Ornitofauna y fauna acuática de la Laguna de Tecocomulco: aspectos de conservación y aprovechamiento. Pp. 179-181. En: R. Huizar A., E. J. Jiménez F. y C. Juárez L. *La Laguna de Tecocomulco, geoecología de un desastre*. Publicación Especial 3. Instituto de Geología, UNAM.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A. Y J. HORTAL. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, **8**:151-161.
- JOHNSON, R. J., J. A. JEDLICKA, J. E. QUINN Y J. R. BRANDLE. 2011. Global Perspectives on Birds in Agricultural Landscapes. Pp. 55-140. En: W. B. Campbell y S. López Ortíz (eds.). *Integrating Agriculture, Conservation and Ecotourism: Examples from the Field Issues in Agroecology*. Springer. Nueva York.
- KELLER, G. S. Y R. H. YAHNER. 2007. Seasonal forest-patch use by birds in fragmented landscapes of south-central Pennsylvania. *The Wilson Journal of Ornithology*, **119(3)**:410-418.
- KEYSER, A. J. 2002. Nest predation in fragmented forests: landscape matrix by distance from edge interactions. *Wilson Bulletin*, **114(2)**:186-191.
- KNOPE, F. L. 2010. Composition dynamics of a avian assemblaje. *The Wilson Journal of Ornithology*, **122(4)**:767-771.
- LAWTON, J. H., D. E. BIGNELL Y B. BOLTON. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa, and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, **391**:72-76.
- LLORENTE, J., A. GARCÉS, T. PULIDO E I. LUNA. 1990. *Manual de Recolección y Preparación de Animales*. Segunda edición. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- LONGINO, J. T. Y R. K. COLWELL. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications*, **7(4)**:1263-1277.
- LÓPEZ, E. G. 2002. Estudio avifaunístico de la Presa La Piedad, Nicolás Romero, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- MALIZIA, L. R. 2001. Seasonal fluctuations of birds, fruits, and flowers in a subtropical forest of Argentina. *The Condor*, **103(1)**:45-61.
- MANCILLA, M. M. 1988. Estudio preliminar de la avifauna en el transecto Zacualtipan-Zoquizoquiapan-San Juan Mexitlán en el este de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. México D.F.
- MARTÍN DEL CAMPO, R. 1936. Contribuciones al conocimiento de la fauna de Actopan, Hgo. Vertebrados observados en la época de secas. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*, **7**:271-286.
- MARTÍN DEL CAMPO, R. 1937. Nota acerca de las aves y los mamíferos del Valle del Mezquital, Hgo. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*, **8**:267-272.
- MARTÍNEZ, L. M. 2012a. Listado de las aves del Parque Natural Sierra de Nanchititla en el sur del Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.

- MARTÍNEZ, M. A. 2012b. Listado avifaunístico del parque estatal Sierra de Tepetzotlán, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- MARTÍNEZ-MORALES, M. A. 2004. Nuevos registros de aves en el bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. *Huitzil*, **5(2)**:12-19.
- MARTÍNEZ-MORALES, M. A. 2007. Avifauna del bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **78**:149-162.
- MARTÍNEZ-MORALES, M. A., I. ZURIA, L. CHAPA-VARGAS, I. MACGREGOR-FORS, R. ORTEGA-ÁLVAREZ, E. ROMERO-ÁGUILA Y P. CARBÓ. 2010. Current distribution and predicted geographic expansion of the Rufous-backed Robin in Mexico: a fading endemism? *Diversity and Distributions*, **16**:786-797.
- MARTÍNEZ-MORALES, M. A., R. ORTIZ-PULIDO, B. DE LA BARREDA, I. L. ZURIA, J. BRAVO-CADENA Y VALENCIA-HERVERTH. 2007. Hidalgo. Pp. 49-95. En: R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, O. Rojas-Soto y T. A. Peterson (eds.). *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México.
- MARTÍNEZ-MORALES, M. A., V. MENDIOLA, I. ZURIA, M. C. CHÁVEZ Y R. G. CAMPUZANO. 2013. La conservación de las aves más allá de las áreas naturales protegidas: el caso de la avifauna del Rancho Santa Elena, Hidalgo. *Huitzil*, **14(2)**:87-100.
- MCNEELY, J. A., K. R. MILLER., W. V. REID, R. A. MITTERMEIER Y T. B. WERNER. 1990. *Conserving the World's Biological Diversity*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, World Resources Institute, Conservation International, World Wildlife Fund y World Bank. Washington, D. C.
- MITTERMEIER, R. A. Y C. GOETTSCH DE M. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: J. Sarukhán y R. Dirzo (comps.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. México.
- MOOSER, F. 1975. Historia geológica de la Cuenca de México. En: *Memorias de las Obras del Sistema de Drenaje del Distrito Federal*. Departamento del Distrito Federal. México.
- MORENO, C. E. 2001. *Métodos para medir la Biodiversidad*. M&T—Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España.
- MORTON, S. R. 1985. Granivory in arid regions: comparison of Australia with North and South America. *Ecology*, **66(6)**:1859-1866.
- NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. 2006. *Field Guide to the Birds of North America*. Washington.
- NAVARRO, A. G. 1998. Distribución geográfica y ecológica de las aves de Guerrero. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- NAVARRO, A. G. Y H. BENÍTEZ. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Ciencias*, **7**:45-54.
- NAVARRO, A. G., A. T. PETERSON, B. P. ESCALANTE Y H. BENÍTEZ. 1992. *Cypseloides storeri*, a new species of swift from Mexico. *Wilson Bulletin*, **104(1)**:55-64.
- NAVARRO-SIGÜENZA, A. G., A. LIRA-NORIEGA, A. T. PETERSON, A. OLIVARES DE ITA Y A. GORDILLO-MARTÍNEZ. 2007. Diversidad, endemismo y conservación de las aves. Pp. 461-477. En: I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Facultad de Ciencias, FES Zaragoza, Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. México.
- NAVARRO-SIGÜENZA, A. G., M. F. REBÓN-GALLARDO, A. GORDILLO-MARTÍNEZ, A. T. PETERSON, H. BERLANGA-GARCÍA Y L. A. SÁNCHEZ-GONZÁLEZ. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **84**, versión electrónica.

- NAVARRO-SIGÜENZA, A. G., M. A. GARCÍA-HERNÁNDEZ Y A. T. PETERSON. 2013. A new species of brush-finch (*Arremon*; Emberizidae) from Western Mexico. *The Wilson Journal of Ornithology*, **125(3)**:443-453.
- NAVARRO-SIGÜENZA, A. G., R. ORTIZ-PULIDO Y A. T. PETERSON. 2008. Un panorama breve de la historia de la ornitología mexicana. *Ornitología Neotropical*, **19**:367-379.
- NOCEDAL, J. 1984. Estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, **6**:1-45.
- ORNELAS, F., L. NAVARIJO Y M. C. ARIZMENDI. 1987. Las aves mexicanas: endemismo y extinción. Memorias IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tabasco, México.
- ORNELAS, F., L. NAVARIJO Y N. CHÁVEZ. 1988. Análisis avifaunístico de la localidad de Temascaltepec, Estado de México, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, **58(1)**:373-388.
- ORTEGA, J. Y H. T. ARITA. 1998. Neotropical-nearctic limits in Middle America as determined by distributions of bats. *Journal of Mammalogy*, **79(3)**:772-783.
- ORTIZ-PULIDO, R., J. BRAVO-CADENA, V. MARTÍNEZ-GARCÍA, D. REYES, M. E. MENDIOLA GONZÁLEZ, G. SÁNCHEZ Y M. SÁNCHEZ. 2010. Avifauna de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **81**:373-391.
- PALMA L., V. 2009. Historia de la producción de cal en el norte de la Cuenca de México. *Ciencia Ergo Sum*, **3**:227-234.
- PALOMERA-GARCÍA, C., E. SANTANA, S. CONTRERAS-MARTÍNEZ Y R. AMPARÁN. 2007. Jalisco. En: R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, O. Rojas-Soto y T. A. Peterson (eds.). *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México.
- PETERSON, A. T. Y A. G. NAVARRO-SIGÜENZA. 2006. Hundred-year changes in the avifauna of the Valley of Mexico, Distrito Federal, Mexico. *Huitzil*, **7(1)**:4-14.
- PETERSON, R. T. Y E. CHALIF. 2008. *Aves de México. Guía de campo*. Editorial Diana. México.
- PHILLIPS, A. 1975. The Migrations of Allen's and Other Hummingbirds. *The Condor*, **77(2)**:196-205.
- PICHARDO, J. 1987. Estudio ornitológico en el municipio de Alfajayucan y áreas adyacentes, estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- PINEDA-LÓPEZ, R., N. FEBVRE Y M. MARTÍNEZ. 2010. Importancia de proteger pequeñas áreas periurbanas por su riqueza avifaunística: el caso de Mompaní, Querétaro, México. *Huitzil*, **11(2)**:69-80.
- PUEBLA O., F., S. ARENAS C. Y M. A. PINEDA. 2003. Guía de Aves del Ajusco Medio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- RALPH, C. J., G. GEUPEL, P. PYLE, T. E. MARTIN, D. F. DESANTE Y B. MILÁ. 1996. *Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres*. United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- RAMÍREZ, P. 2000. Aves de humedales de zonas urbanas del noroeste de la Ciudad de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- RAMÍREZ-ALBORES, J. E. 2008 Comunidad de aves de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza campus II, UNAM, Ciudad de México. *Huitzil*, **9(2)**:12-19.

- RAMÍREZ-ALBORES, J. E., F. MARTÍNEZ Y J. C. VÁZQUEZ. 2007. Listado avifaunístico de un matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Huitzil*, **8(1)**:1-10.
- REMSEN, J. V. JR. 1994. Use and misuse of bird list in community ecology and conservation. *The Auk*, **111(1)**:225-227.
- RODRÍGUEZ-ESTRELLA, R. 2007. Land use changes affect distributional patterns of desert birds in the Baja California peninsula, Mexico. *Diversity and Distributions*, **13**:877-889.
- ROHLF, F. J. 2008. NTSYS: Numerical Taxonomy System, ver. 2.0. Exeter Publishing. Nueva York.
- ROJAS-SOTO, O., F. PUEBLA, E. M. FIGUEROA, Y. J. NAKAZAWA, C. A. RÍOS Y A. G. NAVARRO. 2002. Avifauna de Isla Tiburón, Sonora, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, **73(1)**:73-89.
- RZEDOWSKI, J. 2006. *Vegetación de México*. Primera edición digital. CONABIO. México.
- SALDAÑA, S. M. 2002. Estudio avifaunístico de la laguna de Zumpango, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- SÁNCHEZ, C. A. 2010. Uso de hábitat y comportamiento de las aves en el humedal del Parque Ecológico Espejo de los Lirios, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- SÁNCHEZ, J. A. 2012. Diagnóstico ambiental del cerro La Ahumada, en el Municipio de Tequixquiac, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L. A. Y E. A. GARCÍA-TREJO. 2010. San Luis Potosí. Pp. 199-242. En: R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva y T. A. Peterson (eds.). *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México.
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L. A. Y S. LÓPEZ DE AQUINO. 2006. El gavián cabeza gris (*Leptodon cayanensis*) y registros adicionales del mosquero de anteojos (*Rhynchocyclus brevirostris*) en Hidalgo, México. *Huitzil*, **7(1)**:27-29.
- SARUKHÁN, J., P. KOLEFF, J. CARABIAS, J. SOBERÓN, R. DIRZO, J. LLORENTE-BOUSQUETS, G. HALFFTER, R. GONZÁLEZ, I. MARCH, A. MOHAR, S. ANTA Y J. DE LA MAZA. 2009. *Capital Natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO. México.
- SAUNDERS, D. A., R. J. HOBBS Y C. R. MARGULES. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, **5(1)**:18-32.
- SCHALDACH JR., W. J. Y B. P. ESCALANTE-PLIEGO. 1997. Lista de Aves. Pp. 571-588. En: E. González, R. Dirzo y R. C. Vogt. (eds.). *Historia Natural de Los Tuxtlas*. Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM, CONABIO. México.
- SEDUR, SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO. 2011a. Geología del Estado de México. <sedur.edomexico.gob.mx/dgau/pdf/plan\_estatal/D-03.pdf> Acceso el 25 de noviembre de 2012.
- SEDUR, SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO. 2011b. Unidades edafológicas del Estado de México. <sedur.edomexico.gob.mx/dgau/pdf/plan\_estatal/D-04.pdf> Acceso el 25 de noviembre de 2012.
- SEDUR, SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO. 2011c. Vegetación del Estado de México. <sedur.edomexico.gob.mx/dgau/pdf/plan\_estatal/D-09.pdf> Acceso el 25 de noviembre de 2012.

- SEKERCIOGLU C., S. LOARIE, F. OVIEDO, P. EHRLICH Y G. C. DAILY. 2007. Persistence of forest birds in the Costa Rican agricultural countryside. *Conservation Biology*, **21(2)**:482–494
- SIBLEY, D. A. 2011. *The Sibley Guide to Birds*. Andrew Stewart Publishing Inc. China.
- SOBERÓN, J. Y J. LLORENTE. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, **3**:480-488.
- STATSOFT. 2004. STATISTICA 7. <<http://www.statsoft.com>> Acceso el 12 de marzo de 2013.
- TOKESHI, M. 1993. Species abundance patterns and community structure. *Advances in Ecological Research*, **24**:112-186.
- TOLEDO, V. M. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias*, **34**:43-58.
- TSCHARNTKE, T., C. H. SEKERCIOGLU, T. V. DIETSCH, N. S. SODHI, P. HOEHN Y J. M. TYLIANAKIS. 2008. Landscape constraints on functional diversity of birds and insects in tropical agroecosystems. *Ecology*, **89(4)**:944-951.
- UGALDE-LEZAMA, S., J. L. ALCÁNTARA-CARBAJAL, L. A. TARANGO-ARÁMBULA, G. RAMÍREZ-VALVERDE Y G. D. MENDOZA-MARTÍNEZ. 2012. Fisonomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **83**:133-143.
- UNEP, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. 2013. What is biodiversity? <[http://www.unep-wcmc.org/what-is-biodiversity\\_50.html](http://www.unep-wcmc.org/what-is-biodiversity_50.html)> Acceso el 12 de mayo de 2013.
- URBINA-TORRES, F., O. MONROY-VILCHIS, A. GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. L. AMADOR-SOLÍS Y A. CELIS-MURILLO. 2012. Nuevos registros de aves para el Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **83(4)**:1241-1243.
- VALENCIA-HERVERTH, J., R. VALENCIA-HERVERTH Y F. MENDOZA-QUIJANO. 2008. Registros adicionales de aves para Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, **24(2)**:115-123.
- VAN PERLO, B. 2006. *Birds of Mexico and Central America*. Princeton University Press. Hong Kong.
- VÁZQUEZ, H. 2004. Preferencias de hábitat por la avifauna presente en la Laguna Chimaliapan, Ciénagas de Lerma, Lerma, Estado de México. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México.
- VILLASEÑOR, J. F. Y R. L. HUTTO. 1995. The importance of agricultural areas for the conservation of neotropical migratory landbirds in western Mexico. Pp. 59-80. En: M. H. Wilson y S. A. Sader (eds.). *Conservation of Neotropical Migratory Birds in Mexico*. Maine Agricultural and Forest Experiment Station, Misc. Publ. 727
- WILLIAMS, P. H. Y K. J. GASTON. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation*, **67**:211-217.

**Anexo 1.** Lista faunística de las aves registradas en el Cerro Mesa Ahumada y en el Occidente de la Sierra de Tezontlalpan, ordenada según la World Bird List ver. 4.1 del International Ornithological Committee (Gill y Donsker 2014). **Est (Estacionalidad)**, R= residente permanente, VI= visitante de invierno, RV= residente de verano, T= transitoria, A= accidental. **End (Endemismo)**, E= endémica, CE= cuasiendémica, SE= semiendémica. Las especies marcadas con un asterisco (\*) son **exóticas**. **Estado de conservación. NOM-059-SEMARNAT-2010**, A= amenazada, Pr= sujeta a protección especial. **IUCN**, LC= preocupación menor. **CITES**, II= apéndice II. **Zona** de registro, CMA= Cerro Mesa Ahumada y cultivos adyacentes, OST= Occidente de la Sierra de Tezontlalpan. **Tipos de vegetación** (en orden decreciente de abundancia absoluta), A= cuerpo de agua, BE= bosque de encino, BV= bosque de *Vauquelinia corymbosa*, CU= cultivos, ME= Matorral espinoso, MEC= matorral espinoso-crasicaule, PI= pastizal inducido. **No. ind.**, número de individuos registrados. **Ab. rel. (Abundancia relativa)**, A= abundante, C= común, R= rara. **Dieta**, Ca= carne (pequeños vertebrados terrestres), Cñ= carroña, Fr= frutos, Gr= granos, In= insectos, Iv= otros invertebrados, Ne= néctar, Om= dieta omnívora, Pe= peces, Pl= plantas. Las especies con individuos colectados están marcadas con el símbolo (°).

ORDEN	Familia	Est	End	Estado de conservación			Zona		Tipos de vegetación	No. ind.	Ab. rel.	Dieta
				NOM	IUCN	CITES	CMA	OST				
<b>ORDEN ANSERIFORMES</b>												
<b>Familia Anatidae</b>												
	<i>Anas strepera</i>	VI			LC			•	A	9	R	Gr, In, Iv, Pl
	<i>Anas discors</i>	VI			LC			•	A	22	R	Gr, Iv, Pl
<b>ORDEN PELECANIFORMES</b>												
<b>Familia Threskiornithidae</b>												
	<i>Plegadis chihi</i>	R			LC			•	CU	167	A	Ca, In, Iv, Pl
<b>Familia Ardeidae</b>												
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	VI			LC			•	A	11	R	Iv, Pe
	<i>Butorides virescens</i>	VI			LC			•	A	4	R	In, Iv, Pe
	<i>Bubulcus ibis</i> *	R			LC			•	CU	178	A	Ca, In, Iv
	<i>Ardea herodias</i>	VI			LC			•	• A, CU	6	R	Ca, Iv, Pe
	<i>Ardea alba</i>	VI			LC			•	• A, CU	6	R	Ca, Iv, Pe
	<i>Egretta thula</i>	VI			LC			•	• A	6	R	In, Iv, Pe
<b>Familia Pelecanidae</b>												
	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	T			LC			•	CU	104	A	Iv, Pe
<b>ORDEN ACCIPITRIFORMES</b>												
<b>Familia Cathartidae</b>												
	<i>Cathartes aura</i>	R			LC			•	• MEC, BE, BV, CU, ME, PI	108	A	Cñ
<b>Familia Accipitridae</b>												
	<i>Elanus leucurus</i>	A			LC	II		•	CU	1	R	Ca, In
	<i>Accipiter cooperii</i>	VI		Pr	LC	II		•	• MEC, BV, BE, ME, PI	17	R	Ca
	<i>Circus hudsonius</i>	VI			LC	II		•	• CU, MEC, PI	25	R	Ca
	<i>Buteo lineatus</i>	VI		Pr	LC	II		•	CU	2	R	Ca
	<i>Buteo jamaicensis</i>	R			LC	II		•	• MEC, BE, BV, ME, CU	59	C	Ca, In

## Anexo 1. (Continuación).

ORDEN	Familia	Est	End	Estado de conservación			Zona		Tipos de vegetación	No. ind.	Ab. rel.	Dieta
				NOM	IUCN	CITES	CMA	OST				
<b>ORDEN GRUIFORMES</b>												
<b>Familia Rallidae</b>												
	<i>Gallinula galeata</i>	R			LC		•		A	13	R	Gr, In, Iv, Pl
	<i>Fulica americana</i>	R			LC		•		A	13	R	Om
<b>ORDEN CHARADRIIFORMES</b>												
<b>Familia Charadriidae</b>												
	<i>Charadrius vociferus</i>	R			LC		•	•	CU, MEC, PI, A	95	C	Gr, In, Iv
<b>Familia Scolopacidae</b>												
	<i>Gallinago delicata</i>	VI			LC		•		A	2	R	In, Iv
	<i>Numenius americanus</i>	VI			LC			•	A	1	R	In, Iv
	<i>Actitis macularius</i>	VI			LC		•	•	A	3	R	In, Iv
<b>ORDEN COLUMBIFORMES</b>												
<b>Familia Columbidae</b>												
	<i>Columba livia</i> *	R			LC		•		CU	1	R	Fr, Gr, In
	<i>Streptopelia decaocto</i> *	R			LC		•		CU	9	R	Fr, Gr, In
	<i>Zenaida macroura</i>	R			LC		•	•	CU, MEC, ME, BV, PI	132	A	Fr, Gr, In
	<i>Zenaida asiatica</i>	R			LC		•	•	MEC, ME, BE, BV, CU	200	A	Fr, Gr, In
	<i>Columbina inca</i>	R			LC		•	•	CU, MEC, ME	58	C	Fr, Gr, In
	<i>Columbina passerina</i>	R			LC			•	MEC, ME	28	R	Fr, Gr, In
<b>ORDEN CUCULIFORMES</b>												
<b>Familia Cuculidae</b>												
	<i>Geococcyx californianus</i>	R			LC		•	•	MEC, BV, ME	25	R	Ca, In
<b>ORDEN STRIGIFORMES</b>												
<b>Familia Tytonidae</b>												
	<i>Tyto alba</i>	R			LC	II	•		CU	1	R	Ca
<b>Familia Strigidae</b>												
	<i>Megascops kennicottii</i>	R			LC	II		•	BV	2	R	Ca, In
	<i>Bubo virginianus</i>	R			LC	II		•	BV	2	R	Ca, In
<b>ORDEN CAPRIMULGIFORMES</b>												
<b>Familia Caprimulgidae</b>												
	<i>Antrostomus arizonae</i>	R			LC		•	•	BE, BV, MEC, ME	6	R	In

## Anexo 1. (Continuación).

ORDEN	Familia	Est	End	Estado de conservación			Zona		Tipos de vegetación	No. ind.	Ab. rel.	Dieta
				NOM	IUCN	CITES	CMA	OST				
<b>ORDEN APODIFORMES</b>												
<b>Familia Apodidae</b>												
	<i>Chaetura vauxi</i>	T			LC		•		MEC	20	R	In
	<i>Aeronautes saxatalis</i>	R			LC			•	MEC, BV	17	R	In
<b>Familia Trochilidae</b>												
	<i>Colibri thalassinus</i> °	R			LC	II		•	BE, BV, MEC	61	C	In, Ne
	<i>Cyananthus latirostris</i> °	R	SE		LC	II		•	MEC, BV, BE, ME, CU, PI	159	A	In, Ne
	<i>Amazilia violiceps</i>	R	SE		LC	II		•	BE	3	R	In, Ne
	<i>Lampornis clemenciae</i>	R	SE		LC	II		•	BE, BV	5	R	In, Ne
	<i>Basilinna leucotis</i>	R			LC	II		•	BE	19	R	In, Ne
	<i>Calothorax lucifer</i>	RV	SE		LC	II		•	MEC, BV, ME	47	C	In, Ne
	<i>Archilochus colubris</i>	T			LC	II		•	BE, BV	42	C	In, Ne
	<i>Selasphorus rufus</i>	T			LC	II		•	BV, BE	5	R	In, Ne
	<i>Selasphorus sasin</i>	VI	SE		LC	II		•	BV, MEC, ME	21	R	In, Ne
<b>ORDEN PICIFORMES</b>												
<b>Familia Picidae</b>												
	<i>Melanerpes formicivorus</i>	R			LC			•	BE	22	R	Om
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	R			LC			•	MEC, CU, ME, BE, BV	33	C	Fr, Gr, In
	<i>Sphyrapicus varius</i>	VI			LC			•	MEC, BV	8	R	Gr, In
	<i>Picooides scalaris</i>	R			LC			•	MEC, BV, BE, ME, CU	33	C	Fr, In
	<i>Colaptes auratus</i>	R			LC			•	BE	9	R	In
<b>ORDEN FALCONIFORMES</b>												
<b>Familia Falconidae</b>												
	<i>Falco sparverius</i>	VI			LC	II		•	CU, MEC, ME	22	R	Ca, In
<b>ORDEN PASSERIFORMES</b>												
<b>Familia Tyrannidae</b>												
	<i>Camptostoma imberbe</i>	R			LC			•	ME	3	R	In
	<i>Sayornis nigricans</i>	R			LC			•	A	6	R	In
	<i>Sayornis saya</i>	VI			LC			•	CU, MEC, PI, ME	17	R	Fr, In
	<i>Contopus pertinax</i>	R			LC			•	BE, MEC, BV, ME	40	C	In
	<i>Contopus sordidulus</i>	RV			LC			•	BE, BV	7	R	In
	<i>Empidonax wrightii</i>	VI	SE		LC			•	MEC, BE, ME	11	R	In
	<i>Empidonax occidentalis</i> °	R	SE		LC			•	BE, BV, MEC, PI	14	R	In

## Anexo 1. (Continuación).

ORDEN	Familia	Est	End	Estado de conservación			Zona		Tipos de vegetación	No. ind.	Ab. rel.	Dieta
				NOM	IUCN	CITES	CMA	OST				
<b>ORDEN PASSERIFORMES</b>												
<b>Familia Tyrannidae</b>												
	<i>Empidonax fulvifrons</i>	R			LC			•	BV, BE, MEC	12	R	In
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R			LC			•	CU, MEC, PI, ME	121	A	In
	<i>Tyrannus vociferans</i>	R	SE		LC			•	BE, BV, CU, ME, MEC, PI	75	C	Fr, In
	<i>Myiarchus cinerascens</i>	T			LC			•	BV, MEC, ME	8	R	Fr, In
<b>Familia Laniidae</b>												
	<i>Lanius ludovicianus</i>	R			LC			•	CU, MEC, PI, ME, BV	38	C	Ca, Cñ, In
<b>Familia Vireonidae</b>												
	<i>Vireo cassinii</i>	VI	SE		LC			•	BE, BV	4	R	In
	<i>Vireo huttoni</i>	R			LC			•	BE, BV	8	R	Fr, In
<b>Familia Corvidae</b>												
	<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	R			LC			•	ME, MEC, BV, BE	123	A	Om
	<i>Corvus corax</i>	R			LC			•	MEC, BE, BV, PI	46	C	Om
<b>Familia Ptiliogonatidae</b>												
	<i>Ptiliogonys cinereus</i> °	R	CE		LC			•	BV, MEC, BE, PI	53	C	Fr, In
	<i>Phainopepla nitens</i>	R			LC			•	MEC, BV, ME, PI	201	A	Fr, In
<b>Familia Hirundinidae</b>												
	<i>Tachycineta thalassina</i>	R			LC			•	CU, MEC, BE	41	C	In
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	T			LC			•	MEC, CU	19	R	In
	<i>Hirundo rustica</i>	R			LC			•	CU, MEC, ME, BV, PI, BE	156	A	In
<b>Familia Aegithalidae</b>												
	<i>Psaltriparus minimus</i>	R			LC			•	BV, MEC, BE, ME, CU, PI	208	A	Fr, Gr, In
<b>Familia Regulidae</b>												
	<i>Regulus calendula</i> °	VI			LC			•	BE, BV, MEC, ME, CU, PI	76	C	Fr, In
<b>Familia Troglodytidae</b>												
	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	R			LC			•	MEC, ME, PI	87	C	Ca, Fr, Gr, In
	<i>Catherpes mexicanus</i>	R			LC			•	BE, BV, MEC, ME, CU	32	C	In
	<i>Cistothorus palustris</i>	R			LC			•	A	15	R	In, Iv
	<i>Thryomanes bewickii</i>	R			LC			•	MEC, BV, ME, BE, CU, PI	118	A	In
	<i>Troglodytes aedon</i> °	VI			LC			•	BE	5	R	In, Iv
<b>Familia Polioptilidae</b>												
	<i>Polioptila caerulea</i>	VI			LC			•	MEC, ME, BE, PI, CU, BV	58	C	In

## Anexo 1. (Continuación).

ORDEN	Familia	Est	End	Estado de conservación			Zona		Tipos de vegetación	No. ind.	Ab. rel.	Dieta
				NOM	IUCN	CITES	CMA	OST				
<b>ORDEN PASSERIFORMES</b>												
<b>Familia Sittidae</b>												
	<i>Sitta carolinensis</i>	R			LC			• BE		5	R	In
<b>Familia Mimidae</b>												
	<i>Mimus polyglottos</i>	R			LC		•	• MEC, BV, ME, PI		46	C	Fr, In
	<i>Toxostoma ocellatum</i>	R	E		LC			• BV, BE, MEC		9	R	Fr, In
	<i>Toxostoma curvirostre</i>	R			LC		•	• MEC, ME, PI, BV, CU, BE		95	C	Fr, In, Iv
	<i>Melanotis caerulescens</i> °	R	E		LC		•	• BV, BE, CU, MEC		96	C	Fr, In
<b>Familia Sturnidae</b>												
	<i>Sturnus vulgaris</i> *	R			LC		•	CU		18	R	Fr, Gr, In
<b>Familia Turdidae</b>												
	<i>Catharus aurantiirostris</i>	R			LC			• BE		16	R	Fr, In
	<i>Catharus guttatus</i> °	VI			LC			• BV, BE, MEC		13	R	Fr, In
	<i>Turdus rufopalliatus</i>	R	CE		LC		•	CU		8	R	Fr, In
	<i>Turdus migratorius</i>	R			LC		•	• MEC, BV, BE, CU, PI		57	C	Fr, In
<b>Familia Passeridae</b>												
	<i>Passer domesticus</i> *	R			LC		•	CU		20	R	Fr, Gr, In
<b>Familia Motacillidae</b>												
	<i>Anthus rubescens</i>	VI			LC		•	CU		38	C	Gr, In
<b>Familia Fringillidae</b>												
	<i>Haemorhous mexicanus</i>	R			LC		•	• MEC, BV, BE, CU, ME, PI		325	A	Fr, Gr
	<i>Spinus psaltria</i>	R			LC		•	• CU, MEC, ME, BE, BV, PI		210	A	Gr, In
	<i>Euphonia elegantissima</i>	R			LC		•	• BV, MEC, BE, ME		77	C	Fr, Gr, In
<b>Familia Parulidae</b>												
	<i>Parkesia noveboracensis</i>	VI			LC		•	• BE, A		3	R	In
	<i>Mniotilta varia</i>	VI			LC			• BE, BV, MEC		4	R	In
	<i>Leiothlypis celata</i> °	VI			LC		•	• BE, BV, MEC		35	C	In
	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	VI			LC		•	• BE, BV, MEC		54	C	In
	<i>Leiothlypis virginiae</i>	T	SE		LC			• BE		6	R	In
	<i>Geothlypis tolmiei</i>	VI		A	LC			• BE, BV		9	R	In
	<i>Geothlypis trichas</i>	R			LC		•	CU, A		25	R	In
	<i>Geothlypis nelsoni</i>	R	E		LC			• BE		1	R	In
	<i>Setophaga aestiva</i>	T			LC		•	CU		2	R	In

## Anexo 1. (Continuación).

ORDEN	Familia	Est	End	Estado de conservación			Zona		Tipos de vegetación	No. ind.	Ab. rel.	Dieta
				NOM	IUCN	CITES	CMA	OST				
<b>ORDEN PASSERIFORMES</b>												
<b>Familia Parulidae</b>												
	<i>Setophaga auduboni</i>	VI			LC		•	•	MEC, CU, ME, BV	85	C	In
	<i>Setophaga nigrescens</i>	VI	SE		LC		•	•	MEC, BE, BV, ME	22	R	In
	<i>Setophaga townsendi</i>	VI			LC		•	•	BE, BV, MEC, PI	85	C	In
	<i>Setophaga occidentalis</i>	VI			LC			•	BE, BV, ME	39	C	In
	<i>Basileuterus rufifrons</i> °	R	CE		LC			•	BE, BV	35	C	In
	<i>Cardellina pusilla</i> °	VI			LC		•	•	BE, BV, CU, MEC	63	C	In
	<i>Myioborus pictus</i>	R			LC			•	BE	1	R	In
	<i>Myioborus miniatus</i>	R			LC			•	BE, BV	15	R	In
<b>Familia Icteridae</b>												
	<i>Icterus spurius</i>	T			LC		•		CU	8	R	Fr, In
	<i>Icterus cucullatus</i>	T	SE		LC			•	MEC	1	R	Fr, In, Ne
	<i>Icterus wagleri</i>	R			LC		•	•	MEC, BE, ME, BV	35	C	Fr, In, Ne
	<i>Icterus parisorum</i>	R	SE		LC		•	•	MEC, BE, ME, BV	56	C	Fr, In, Ne
	<i>Icterus abeillei</i>	R	E		LC		•	•	CU	3	R	Fr, In, Ne
	<i>Icterus bullockii</i>	VI	SE		LC			•	BE	2	R	Fr, In, Ne
	<i>Molothrus aeneus</i>	R			LC		•	•	CU, MEC	141	A	Gr, In
	<i>Molothrus ater</i>	R			LC		•	•	CU, BE	26	R	Gr, In
	<i>Agelaius phoeniceus</i>	R			LC		•		CU	98	C	Gr, In
	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	VI			LC		•		CU	5	R	Gr, In
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	R			LC		•		CU	83	C	Om
	<i>Sturnella magna</i>	R			LC		•		CU, PI	42	C	Gr, In
	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	VI			LC		•		CU	26	R	Gr, In
<b>Familia Emberizidae</b>												
	<i>Melospiza melodia</i>	R			LC		•	•	CU, A	106	A	Gr, In
	<i>Melospiza lincolni</i> °	VI			LC		•	•	CU, MEC, BV, BE, ME	43	C	Gr, In
	<i>Passerculus sandwichensis</i>	R			LC		•		CU	66	C	Gr, In, Iv
	<i>Spizella passerina</i>	R			LC		•	•	MEC, BV, CU, ME, PI	87	C	Gr, In
	<i>Spizella atrogularis</i>	R			LC		•	•	MEC, ME, BE, BV, PI	232	A	Gr, In
	<i>Spizella pallida</i>	VI	SE		LC		•	•	MEC, ME, BV, CU	65	C	Gr, In
	<i>Chondestes grammacus</i>	VI			LC		•	•	MEC, PI, ME, BV, ME	192	A	Gr, In
	<i>Aimophila ruficeps</i>	R			LC			•	BE, BV, MEC, ME	10	R	Gr, In

## Anexo 1. (Continuación).

ORDEN	Familia	Est	End	Estado de conservación			Zona		Tipos de vegetación	No. ind.	Ab. rel.	Dieta
				NOM	IUCN	CITES	CMA	OST				
<b>ORDEN PASSERIFORMES</b>												
<b>Familia Emberizidae</b>												
	<i>Pipilo maculatus</i> °	R			LC		•	•	BE, BV, MEC, ME	177	A	Fr, Gr, In
	<i>Melospiza fusca</i>	R			LC		•	•	MEC, ME, CU, PI, BE, BV	239	A	Fr, Gr, In
	<i>Atlapetes pileatus</i>	R	E		LC			•	BE	27	R	Fr, Gr, In
<b>Familia Thraupidae</b>												
	<i>Diglossa baritula</i>	R			LC			•	BE	7	R	Fr, In, Ne
	<i>Sporophila torqueola</i>	R			LC		•		CU, MEC	11	R	Gr, In
<b>Familia Cardinalidae</b>												
	<i>Piranga rubra</i>	VI			LC		•	•	BV, BE, CU	7	R	Fr, In
	<i>Piranga ludoviciana</i> °	VI			LC		•	•	BV, MEC	13	R	Fr, In
	<i>Pheucticus melanocephalus</i> °	R	SE		LC		•	•	BV, MEC, CU, BE, ME, PI	96	C	Fr, Gr, In
	<i>Passerina caerulea</i>	R			LC		•	•	CU, MEC, ME, PI	87	C	Gr, In
	<i>Passerina versicolor</i>	VI	SE		LC		•	•	MEC	11	R	Gr, In

**Anexo 2.** Nombres comunes de las aves del Cerro Mesa Ahumada y del Occidente de la Sierra de Tezontlalpan. Los nombres comunes en español fueron tomados de Escalante *et al.* (1996), los nombres comunes en inglés de Gill y Donsker (2013) y los nombres comunes locales por medio de comunicación directa con los pobladores.

Especie	Nombre común en español	Nombre común en inglés	Nombre local
<i>Anas strepera</i>	Pato friso	Gadwall	Pato
<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	Blue-winged Teal	Pato
<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca	White-faced ibis	Garza negra
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	Black-crowned Night Heron	
<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	Green Heron	
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Western Cattle Egret	Garza
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Great Blue Heron	Garza
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Great Egret	Garza
<i>Egretta thula</i>	Garceta pie dorado	Snowy Egret	Garza
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco	American White Pelican	Pelícano
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Turkey Vulture	Zopilote
<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	White-tailed Kite	
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Cooper's Hawk	Gavilán
<i>Circus hudsonius</i>	Gavilán rastrero	Northern Harrier	Águila
<i>Buteo lineatus</i>	Aguililla pecho rojo	Red-shouldered Hawk	Águila
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Red-tailed Hawk	Águila
<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta frente roja	Common Gallinule	
<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	American Coot	
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	Killdeer	
<i>Gallinago delicata</i>	Agachona	Wilson's Snipe	
<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo	Long-billed Curlew	
<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	Spotted Sandpiper	
<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	Rock Dove	Pichón
<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar	Eurasian Collared Dove	Paloma
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Mourning Dove	Paloma
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	White-winged Dove	Paloma
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	Inca Dove	Jonguita
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita coquita	Common Ground Dove	Jonguita
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	Greater Roadrunner	Correcaminos
<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	Western Barn Owl	Lechuza
<i>Megascops kennicottii</i>	Tecolote occidental	Western Screech Owl	Tecolote
<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	Great Horned Owl	Búho
<i>Antrostomus arizonae</i>	Tapacamino cuerporruín sureño	Mexican Whip-poor-will	Pan de agua
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	Vaux's Swift	
<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo pecho blanco	White-throated Swift	
<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí oreja violeta	Green Violetear	Chuparrosa
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Broad-billed Hummingbird	Chuparrosa
<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí corona violeta	Violet-crowned Hummingbird	Chuparrosa
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	Blue-throated Mountaingem	Chuparrosa
<i>Basilinna leucotis</i>	Zafiro oreja blanca	White-eared Hummingbird	Chuparrosa
<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer	Lucifer Sheartail	Chuparrosa
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Ruby-throated Hummingbird	Chuparrosa
<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador rufo	Rufous Hummingbird	Chuparrosa
<i>Selasphorus sasin</i>	Zumbador de Allen	Allen's Hummingbird	Chuparrosa
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	Acorn Woodpecker	Carpintero
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Golden-fronted Woodpecker	Carpintero
<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia maculado	Yellow-bellied Sapsucker	Carpintero
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	Ladder-backed Woodpecker	Carpintero
<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera	Northern Flicker	Carpintero

## Anexo 2. (Continuación).

Especie	Nombre común en español	Nombre común en inglés	Nombre local
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	American Kestrel	Halcón
<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	Northern Beardless Tyrannulet	
<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	Black Phoebe	
<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	Say's Phoebe	
<i>Contopus pertinax</i>	Pibí tengo frío	Greater Pewee	
<i>Contopus sordidulus</i>	Pibí occidental	Western Wood Pewee	
<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero gris	American Grey Flycatcher	
<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero barranqueño	Cordilleran Flycatcher	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero pecho leonado	Buff-breasted Flycatcher	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	Vermilion Flycatcher	Petirrojo
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	Cassin's Kingbird	
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	Ash-throated Flycatcher	
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	Loggerhead Shrike	Verdugo
<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de Cassin	Cassin's Vireo	
<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo	Hutton's Vireo	
<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	Chara pecho rayado	Woodhouse's Scrub Jay	Urraca
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Northern Raven	Cuervo
<i>Ptiliogonys cinereus</i>	Capulinerio gris	Grey Silky-flycatcher	Capulinerio
<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerio negro	Phainopepla	Capulinerio
<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	Violet-green Swallow	Golondrina
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aliaserrada	Northern Rough-winged Swallow	Golondrina
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Barn Swallow	Golondrina
<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	American Bushtit	
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	Ruby-crowned Kinglet	
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	Cactus Wren	Pispirria, Xithiá
<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño	Canyon Wren	
<i>Cistothorus palustris</i>	Chivirín pantanero	Marsh Wren	
<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura	Bewick's Wren	
<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	House Wren	
<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azul-gris	Blue-grey Gnatcatcher	
<i>Sitta carolinensis</i>	Sita pecho blanco	White-breasted Nuthatch	
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	Northern Mockingbird	Centzontle
<i>Toxostoma ocellatum</i>	Cuitlacoche manchado	Ocellated Thrasher	Cuitlacoche habado
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	Curve-billed Thrasher	Cuitlacoche
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	Blue Mockingbird	
<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto	Common Starling	Alondra
<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal pico anaranjado	Orange-billed Nightingale-Thrush	
<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	Hermit Thrush	
<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso rufo	Rufous-backed Thrush	Primavera
<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	American Robin	Primavera
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	House Sparrow	Chillón
<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita americana	Buff-bellied Pipit	
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano	House Finch	Gorrión
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	Lesser Goldfinch	Dominico
<i>Euphonia elegantissima</i>	Eufonia capucha azul	Elegant Euphonia	
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	Northern Waterthrush	
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	Black-and-white Warbler	
<i>Leiostylypis celata</i>	Chipe corona anaranjada	Orange-crowned Warbler	
<i>Leiostylypis ruficapilla</i>	Chipe de coronilla	Nashville Warbler	
<i>Leiostylypis virginiae</i>	Chipe de Virginia	Virginia's Warbler	
<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe de Tolmie	MacGillivray's Warbler	
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	Common Yellowthroat	

## Anexo 2. (Continuación).

Especie	Nombre común en español	Nombre común en inglés	Nombre local
<i>Geothlypis nelsoni</i>	Mascarita matorralera	Hooded Yellowthroat	
<i>Setophaga aestiva</i>	Chipe amarillo	American Yellow Warbler	
<i>Setophaga auduboni</i>	Chipe coronado	Audubon's Warbler	
<i>Setophaga nigrescens</i>	Chipe negro gris	Black-throated Grey Warbler	
<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe negro amarillo	Townsend's Warbler	
<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	Hermit Warbler	
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra rufa	Rufous-capped Warbler	
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	Wilson's Warbler	
<i>Myioborus pictus</i>	Chipe ala blanca	Painted Whitestart	
<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de montaña	Slate-throated Whitestart	
<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	Orchard Oriole	Calandria
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	Hooded Oriole	Calandria
<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de Wagler	Black-vented Oriole	Calandria
<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	Scott's Oriole	Calandria
<i>Icterus abeillei</i>	Bolsero dorsioscuro	Black-backed Oriole	Calandria
<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero calandria	Bullock's Oriole	Calandria
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	Bronzed Cowbird	Tordo
<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	Brown-headed Cowbird	Tordo
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	Red-winged Blackbird	Chaqueta
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojo amarillo	Brewer's Blackbird	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Great-tailed Grackle	Zanate
<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortilla-con-chile	Eastern Meadowlark	Tortilla con chile
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla	Yellow-headed Blackbird	
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	Song Sparrow	Gorrión
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	Lincoln's Sparrow	Gorrión
<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	Savannah Sparrow	Gorrión
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	Chipping Sparrow	Gorrión
<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión barba negra	Black-chinned Sparrow	Gorrión
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	Clay-colored Sparrow	Gorrión
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	Lark Sparrow	Gorrión
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa	Rufous-crowned Sparrow	Gorrión
<i>Pipilo maculatus</i>	Toquí pinto	Spotted Towhee	
<i>Melospiza fusca</i>	Toquí pardo	Canyon Towhee	Pájara vieja
<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes gorra rufa	Rufous-capped Brush Finch	
<i>Diglossa baritula</i>	Picaflor canelo	Cinnamon-bellied Flowerpiercer	
<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	White-collared Seedeater	
<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	Summer Tanager	
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	Western Tanager	
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	Black-headed Grosbeak	Tigrillo, tiguerrillo
<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	Blue Grosbeak	Azulejo
<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado	Varied Bunting	