

Avifauna del cerro Ehecatl, municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México. México.

Roberto Salazar Aragón,
Tizoc Adrián Altamirano
Álvarez y Marisela Soriano
Sarabia

Museo de las Ciencias Biológicas de la FES Iztacala,
U.N.A.M. Facultad de Estudios Superiores Iztacala,
Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM), Av. de los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala,
54090 Tlalnepantla, Estado de México, México;
tizocaaa@yahoo.com.

RESUMEN

En este trabajo se estudió la diversidad avifaunística del cerro Ehecatl del Parque Estatal Sierra de Guadalupe (PESG). Con el fin de conocer el posible flujo de energía dentro de la comunidad, se dividió al cerro en 5 zonas para determinar la diversidad entre ellas. Se registraron 43 especies, pertenecientes a 21 familias y 8 órdenes. Las especies *Haemorhous mexicanus* y *Melospiza fusca* fueron las especies con mayor abundancia y frecuencia relativas. La parte baja del cerro tuvo un mayor número de especies, así como mayor abundancia, que la parte alta. La diversidad ($D=0.79$) refleja la dominancia de dos especies, contra una heterogeneidad de 41 especies. Solo 2 especies (*Buteo albicaudatus* y *B. platypterus*) se hallan bajo protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. 3 especies (*Cyananthus latirostris*, *Tyrannus vociferans* y *Spizella pallida*) son semiendémicas de México, mientras que 2 son cuasiendémicas (*Turdus rufopalliatus* y *Junco phaeonotus*). La diversidad refleja un flujo de energía mayormente representado por las 2 especies de mayor importancia biológica. La curva de acumulación de especies sugiere que no se han registrado todas las especies del área de estudio por lo que se sugiere dar continuidad a los estudios de diversidad avifaunística en el PESG.

Palabras clave: avifauna, diversidad, diversidad, abundancia relativa, frecuencia relativa, endemismo, estacionalidad, estado de conservación.

ABSTRACT

In this work the avifaunistic diversity of the Ehecatl hill of the Sierra de Guadalupe State Park (PESG) was studied. In order to know the possible flow of energy within the community, the hill was divided into 5 zones to determine the diversity between them. There were 43 species registered, belonging to 21 families and 8 orders. The species *Haemorhous mexicanus* and *Melospiza fusca* were the species with greater abundance and relative frequency. The lower part of the hill had a greater number of species, as well as greater abundance, than the upper part. The diversity ($D = 0.79$) reflects the dominance of two species, against a heterogeneity of 41 species. Only 2 species (*Buteo albicaudatus* and *B. platypterus*) are under special protection according to NOM-059-SEMARNAT-2010. 3 species (*Cyananthus latirostris*, *Tyrannus vociferans* and *Spizella pallida*) are semi-endemic to Mexico, while 2 are quasi-endemic (*Turdus rufopalliatus* and *Junco phaeonotus*). The diversity reflects a flow of energy mainly represented by the 2 species of greater biological importance. The species accumulation curve suggests that not all the species in the study area have been recorded, so it is suggested that studies of avifauna diversity in the PESG be continued.

Key words: avifauna, diversity, diversity, relative abundance, relative frequency, endemism, seasonality, state of conservation.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento actual de la avifauna mexicana es resultado de muchos años de exploraciones y reconocimientos faunísticos, cuyos inicios datan desde épocas precortesianas (Navarro, 1989). Sin embargo, el conocimiento de las aves de México aún se encuentra en proceso, pues constantemente se hacen aportes al conocimiento de la distribución de especies, ya sea reportando nuevos puntos de distribución dentro del país, o reportando especies que se creía no existían en México (Dirección de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, 2001; Martínez, 2004; Almazán-Núñez *et. al.*, 2006-a; Valencia *et. al.*, 2008; López, 2009). Resultan pues de suma importancia para la preservación de la fauna los estudios que contribuyan al conocimiento de su distribución, pues son la base para la creación de áreas naturales protegidas.

Un área natural protegida de gran importancia para la Zona Metropolitana del Valle de México es el Parque Estatal Sierra de Guadalupe (PESG), o Sierra de Guadalupe, la cual se ubica al norte del Distrito Federal, y su territorio lo comparten los municipios de Ecatepec de Morelos, Coacalco de Berriozábal, Tultitlan, Tlalnepantla de Baz y la delegación Gustavo A. Madero. A pesar de que las aves son uno de los grupos de animales mejor estudiados, en México han sido pocos los intentos por sintetizar y comprender sus patrones de diversidad. Escalante *et. al.* (1998) realizaron un primer intento por resumir los patrones biogeográficos de las aves que se reproducen en México, en donde destaca la provincia del Eje Neovolcánico

Transversal, o Faja Volcánica Transmexicana, como una de las provincias de mayor índice de endemismos, y al matorral xerófilo como uno de los hábitats de mayor riqueza e índice de endemismos. En el caso de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), los estudios abordan temas como diversidad, biogeografía, uso de hábitats y nuevos registros. Entre estos se encuentran: Gómez de Silva (1997); Contreras (1999); García-Trejo & Navarro (2004); Bojorges (2004); Canales *et. al.* (2004); Barbero (2004); Almazán-Núñez *et. al.* (2006-b); Chávez (2007); Medina *et. al.* (2007); Cedillo *et. al.* (2007); Ramírez-Albores (2007); Navarro-Sigüenza *et. al.* (2007); Pineda *et. al.* (2010); Almazán-Núñez *et. al.* (2010); Rodríguez *et. al.* (2007); Ceballos *et. al.* (2009), entre otros. Es evidente que el conocimiento sobre la riqueza y distribución de las aves de México es aún incompleto; periódicamente aparecen nuevos registros en lugares donde no se tenía reportada su distribución, o se registran especies no reportadas para el territorio mexicano. Los estudios, en general de la Sierra de Guadalupe ha sufrido una reducción de su biodiversidad por los procesos de urbanización creciente que el Estado de México ha tenido en los últimos años. El cerro Ehecatl forma parte de dicho parque y se eligió como área de estudio porque los puntos más críticos de dicho desarrollo urbano se ubican en el perímetro norte y oriente del PESG, que colinda con el municipio de Ecatepec de Morelos, al que pertenece el área de estudio (Gobierno Constitucional del Estado de México, 1999). Es por ello que en el presente estudio avifaunístico se

plantea ampliar el conocimiento de la avifauna en dicho cerro.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza del lado este del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, entre los 19° 35' 50" y 19° 35' 18" de latitud N, y los 99° 3' 28" y 99° 4' 34" de longitud W (figura 1), en la porción del parque que corresponde al municipio de Ecatepec de Morelos. Se incluyó al cerro Ehecatl y a una pequeña zona localizada al oeste de dicho cerro que es frecuentada por las personas. Con el fin de conocer el posible recambio de especies a lo largo del área de estudio, se le dividió en las siguientes tres zonas (figura 2):

- *Zona 1*: parte sur del cerro.
- *Zona 2*: parte norte del cerro.
- *Zona 3*: área adyacente al cerro.

Para analizar el recambio de especies en relación a la altitud, se dividió al área de estudio en otras dos zonas (figura 3):

- *Zona 4*: parte baja, aproximadamente de los 2400 a los 2500 msnm (datos obtenidos en campo por el autor). Incluye la parte baja de las zonas 1 y 2, y la zona 3.
- *Zona 5*: parte alta, aproximadamente de los 2500 a los 2597 msnm (datos obtenidos en campo por los autores).

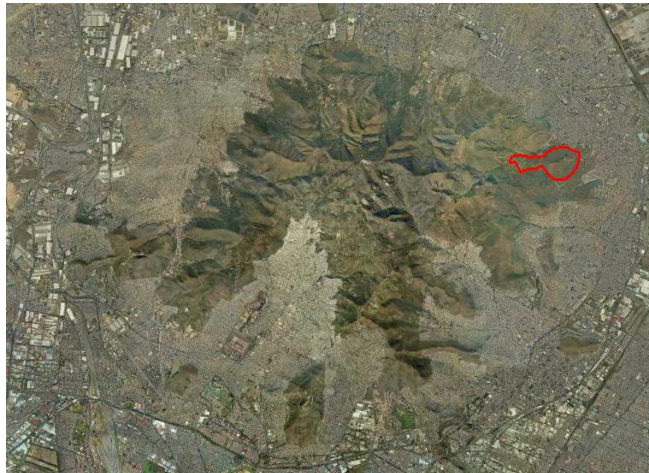


Figura 1. Imagen satelital de la Sierra de Guadalupe. Se muestra en rojo el área de estudio. Tomado y editado de Google Earth.

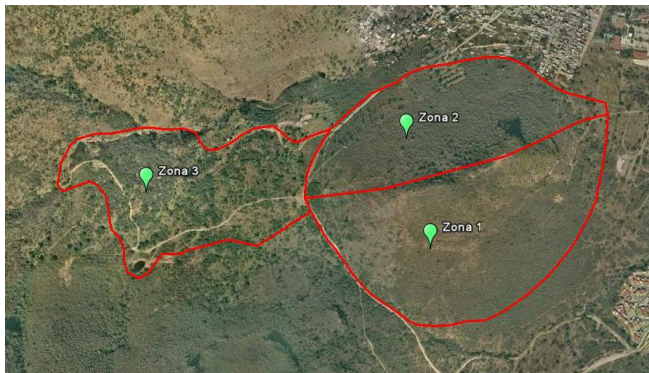


Figura 2. Área abarcada en el estudio y zonificación. Tomado y editado de Google Earth.

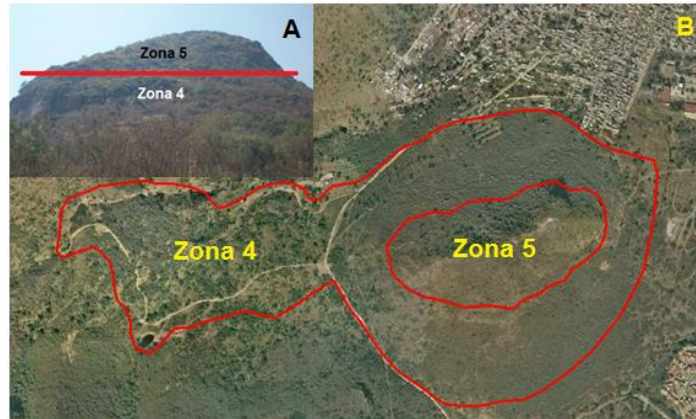


Figura 3. Zonificación altitudinal del cerro. 5B: Vista frontal de la división altitudinal del cerro Ehecatl. Fotografía: Roberto Salazar Aragón. 5B: Vista aérea de las zonas 4 y 5, tomada y editada de Google Earth.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante Octubre de 2010 a Septiembre de 2011, se realizaron dos salidas al mes con duración de un día cada una. Durante los muestreos se empleó el censo de búsqueda intensiva, pues al ser zonas de

difícil acceso, era probable encontrar una mayor riqueza de especies que en las zonas perturbadas (Ugalde-Lezama, 2010). Se establecieron 12 transectos (fig. 4) de distancia variable aprovechando los senderos antes mencionados.

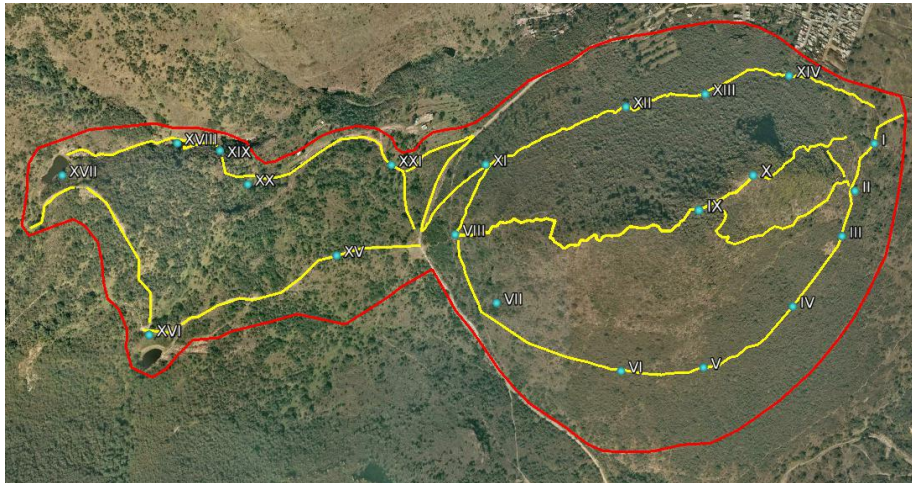


Figura 4. Área de estudio (en rojo) determinada para este estudio. En amarillo se muestran los transectos recorridos, mientras que los puntos azules representan los puntos de conteo fijos. Tomado y editado de Google Earth.

La determinación de especies se realizó con ayuda de unos binoculares Konusvue (8x40) y con el empleo de las guías de campo Howell y Webb (1995), Peterson y Chalif (2008) y National Geographic (2008). Todos los registros fueron georeferenciados con un GPS Garmin 60scx. La información obtenida en campo

incluyó: especie, número de individuos, número de machos y de hembras (cuando fue posible diferenciarlos), sustrato donde se observó al ave, actividad que ésta realizaba, hora, latitud y longitud. La nomenclatura taxonómica de las especies se apega a la propuesta por la AOU (1998, 2011). En algunos casos no fue posible

determinar la subfamilia de los organismos, pues no se encontraba en la base de datos de la AOU. Con el fin de conocer si la mayoría de las aves ha sido registrada al final del estudio, se graficó el número de especies nuevas que se registraron en cada uno de los muestreos. Para evaluar si el listado de especies es o no completo, se tomaron en cuenta las características propuestas por Gómez de Silva & Medellín (2001).

Para abundancia relativa las especies fueron agrupadas en categorías de abundancia en relación a todos los muestreos en que ésta se presentó, para ello, se utilizaron las categorías empleadas por Villafranco (2000): Abundancia extrema (AE): cuando se presentan de 100 a más organismos. Muy abundante (MA): cuando se presentan de 41 a 99 organismos. Abundante (A): cuando se presentan de 16 a 40 organismos. Común (C): cuando se presentan de 6 a 15 organismos. Rara (R): cuando se presentan de 3 a 5 organismos. Muy rara (MR): cuando se presentan de 1 a 2 organismos.

La frecuencia relativa (F. R.) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$F. R. = \frac{\text{No. de muestreos en que se registra}}{\text{No. de muestreos totales}}$$

Se designó la frecuencia relativa en base a la siguiente escala: Muy frecuente (MF) 0.76-1.00; Frecuente (F) 0.51-0.75; Poco frecuente (PF) 0.26-0.50; Esporádico (E) 0-0.25.

Para calcular la diversidad se empleó el índice de diversidad de Simpson (Brower & Zar, 1998). La diversidad fue calculada

para cada zona y para el área de estudio en conjunto. Así, tenemos que:

$$D = 1 - \frac{\sum ni(ni-1)}{N(N-1)}$$

Donde:

D = índice de diversidad.

N = número total de individuos.

ni = número de individuos por especie.

El recambio de especies se analizó empleando del coeficiente de similitud de Jaccard, obteniéndolo un valor cualitativo (Moreno, 2001):

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

I_j = Índice de diversidad de Jaccard, o coeficiente de similitud de Jaccard.

a = número de especies presentes en el sitio A.

b = número de especies presentes en el sitio B.

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

La estacionalidad de las especies se apega a la propuesta por Howell & Webb (2007), y está dada por los meses en que fueron observadas las aves. Así, se tienen las siguientes clasificaciones:

- Residente (Rd): se reproduce y reside dentro de su rango a lo largo de todo el año.
- Residente de verano (RV): se reproduce en la región, pero está presente solo por un periodo durante el verano del norte.
- Reproductor (Rp): un residente local de verano, que es una especie que no deja la región en invierno, con diferentes rangos de reproducción y no reproducción.
- Visitante de invierno (Vi): visitante no reproductor presente durante el invierno del norte.
- Transitoria (T): visitante no reproductor presente solamente durante la migración

de primavera y/u otoño.

- Visitante (V): visitante no reproductor presente en periodos variados, o hasta todo el año.
- Vagabundo (Va): ave fuera de su rango normal.

El estado de conservación de las especies se señaló en base a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010):

Orden: Pelecaniformes

Familia: Ardeidae

Bubulcus ibis (Linnaeus) 1758

Orden: Accipitriformes

Familia: Accipitridae

Buteo magnirostris (Gmelin) 1788

Buteo platypterus (Vieillot) 1823

Buteo albicaudatus (Vieillot) 1816

Buteo jamaicensis (Gmelin) 1788

Orden: Falconiformes

Familia: Falconidae

Subfamilia: Falconinae

Falco sparverius Linnaeus 1758

Orden: Columbiformes

Familia: Columbidae

Zenaida macroura (Linnaeus) 1758

Columbina inca (Lesson) 1847

Orden: Cuculiformes

Familia: Cuculidae

Subfamilia: Neomorphae

Geococcyx californianus (Lesson) 1829

Orden: Apodiformes

Familia: Trochilidae

Subfamilia: Trochilinae

Cyananthus latirostris Swainson 1827

Orden: Piciformes

Familia: Picidae

Subfamilia: Picinae

Picoides scalaris (Wagler) 1829

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Subfamilia: Fluvicolinae

Contopus pertinax Canabis and Heine 1859

Sayornis nigricans (Swainson) 1827

Pyrocephalus rubinus (Boddaert) 1783

Subfamilia: Tyranninae

Tyrannus vociferans Swainson 1826

RESULTADOS

Se registraron 43 especies, pertenecientes a 21 familias y 8 órdenes. La nomenclatura y el arreglo taxonómico están sujetas a la propuesta por la AOU (1998, 2011).

Familia: Laniidae

Lanius ludovicianus Linnaeus 1766

Familia: Corvidae

Aphelocoma ultramarina (Bonaparte) 1825

Corvus corax Linnaeus 1758

Familia: Hirundinidae

Subfamilia: Hirundininae

Hirundo rustica Linnaeus 1758

Familia: Troglodytidae

Campylorhynchus brunneicapillus

(Lafresnaye) 1835

Thryomanes bewickii (Audubon) 1827

Familia: Polioptilidae

Polioptila caerulea (Linnaeus) 1766

Familia: Turdidae

Turdus rufopalliatus (Lafresnaye) 1840

Familia: Mimidae

Mimus polyglottos (Linnaeus) 1758

Toxostoma curvirostre (Swainson) 1827

Familia: Ptilonotidae

Phainopepla nitens (Swainson) 1838

Familia: Parulidae

Setophaga magnolia (Wilson) 1811

Setophaga coronata (Linnaeus) 1766

Setophaga townsendi (Townsend) 1837

Cardellina pusilla (Wilson) 1811

Mniotilta varia (Linnaeus) 1766

Familia: Emberizidae

Melospiza fusca (Swainson) 1827

Aimophila ruficeps (Cassin) 1852

Spizella passerina (Bechstein) 1798

Spizella pallida (Swainson) 1832

Spizella atrogularis (Cabanis) 1851

Junco phaeonotus Wagler 1831

Familia: Cardinalidae

Passerina caerulea (Linnaeus) 1758

Familia: Icteridae

Molothrus aeneus (Wagler) 1829

Icterus wagleri Sclater 1857
Icterus gularis (Wagler) 1829

Familia: Fringillidae

Subfamilia: Carduelinae

El orden más representativo fue Passeriformes (fig. 5), con 32 especies, seguido de Accipitriformes con 4 especies y Columbiformes con 2 especies. Pelecaniformes, Piciformes, Falconiformes, Cuculiformes, Apodiformes y están representados solamente por una especie cada uno (figura 6). Por otro lado, las familias mejor representadas fueron Emberizidae y Parulidae, con 6 y 5 especies respectivamente, seguidas por Accipitridae

Haemorhous mexicanus (Müller) 1776
Spinus psaltria (Say) 1823

y Tyrannidae con 4 especies, Columbidae, Troglodytidae, Mimidae, Fringillidae y Corvidae con 2 especies, y las familias restantes con una sola especie (figura 6). Las zonas mostraron diferencias entre las especies que las componen y su número. La zona 1 presentó 33 especies, la zona 2 presentó 22 especies, y la zona 3 presentó 23 especies. Hubo una mayor diferencia en el caso de las zonas 4 y 5; la zona 4 presentó 41 especies, mientras que la zona 5 solo presentó 10 especies.

Riqueza de especies por órdenes

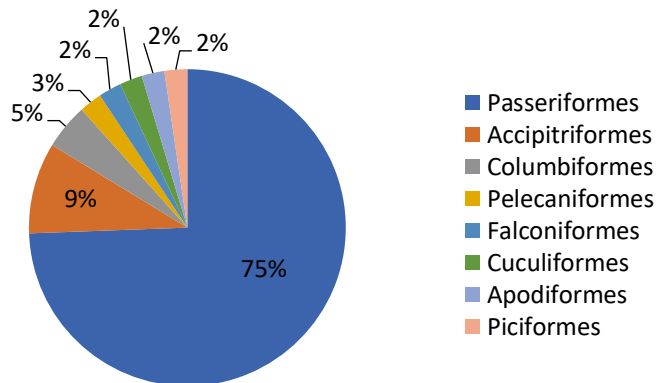


Figura 5. Número de especies de cada orden.

La curva de acumulación de especies muestra un crecimiento que aumenta conforme avanzan los muestreos. Este crecimiento no se estabiliza, y sus puntos de menor crecimiento son los correspondientes a los meses de Abril a Junio, mientras que los de mayor crecimiento corresponden a los meses de

Octubre a Noviembre, Febrero a Abril y Agosto a Septiembre (figura 7). El listado taxonómico cumple con 9 de los 10 parámetros establecidos por Gómez de Silva y Medellín (2001). El único punto faltante corresponde a la presencia de las familias Cathartidae y Strigidae en el listado. Las razones se exponen en la discusión.

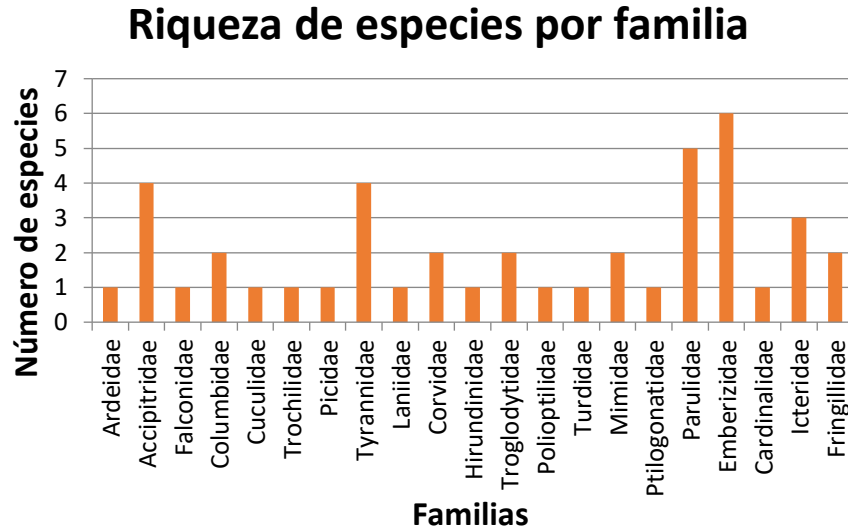


Figura 6. Riqueza de especies por familias.

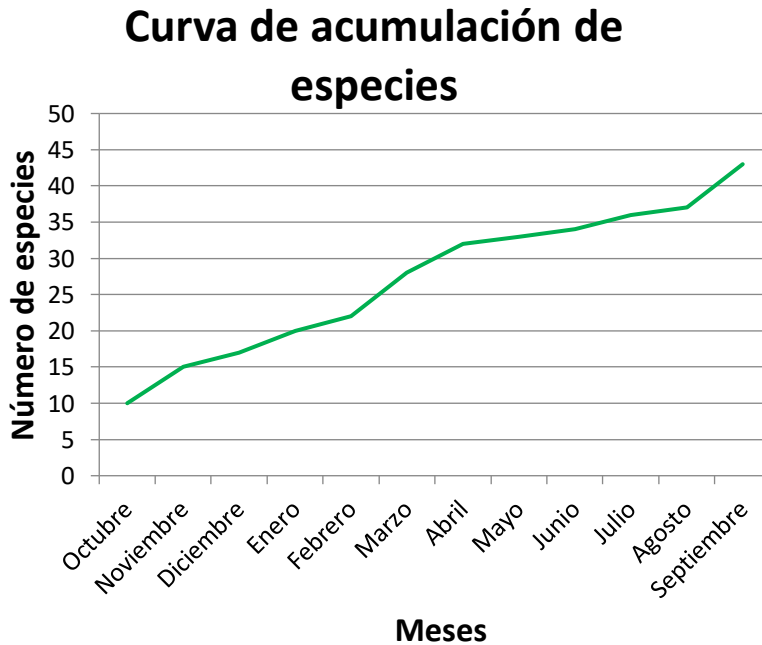


Figura 7. La curva de acumulación de especies sugiere que quedan especies sin ser registradas.

Una especie presentó abundancia extrema (*H. mexicanus*), cinco especies fueron muy abundantes, 6 fueron abundantes, 9 fueron comunes, 6 fueron raras y 16 fueron muy raras. El 43% del total de individuos registrados fueron *H. mexicanus*, el 8% fueron *Hirundo rustica*, el 7% fueron *T. vociferans*, el 6% *M. fusca*, un 5% fueron *S. atrogularis*, un 4% fueron *S.*

passerina y *Z. macroura*, un 2% *B. jamaicensis* y otro 2% *I. s wagleri*. El resto de las especies corresponden al 19% del total de individuos. La abundancia por especie se observa en la figura 8 en donde *H. mexicanus* fue la especie más abundante, aunque sin llegar a ser dominante. y las categorías de abundancia se muestran en la figura 9.

Número de individuos por especie

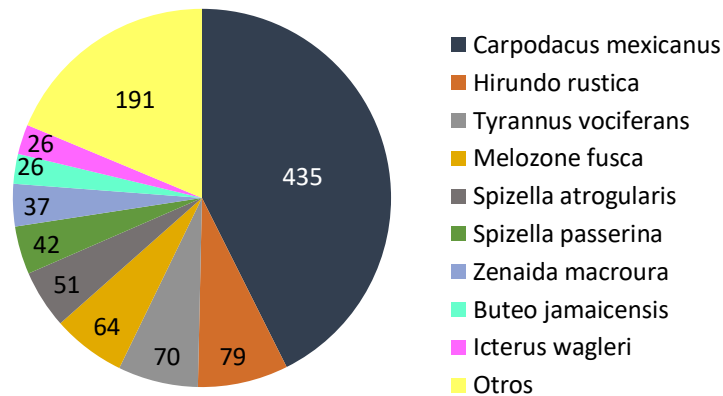


Figura 8. Abundancia de individuos por especie. Los números dentro del gráfico corresponden al número de individuos.

Porcentaje de categorías de abundancia

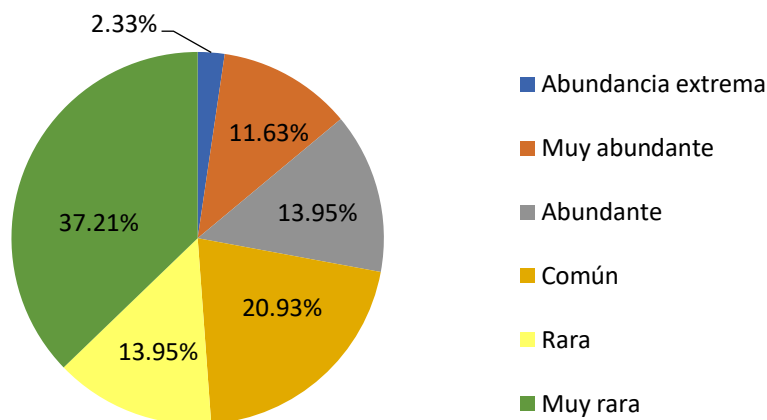


Figura 9. Porcentajes de abundancia. Hubo un mayor porcentaje de especies raras que de otra categoría de abundancia.

La familia más abundante fue Fringillidae, seguida de Emberizidae, Hirundinidae y

Tyrannidae. El número de individuos por familia se muestra en la figura 11.

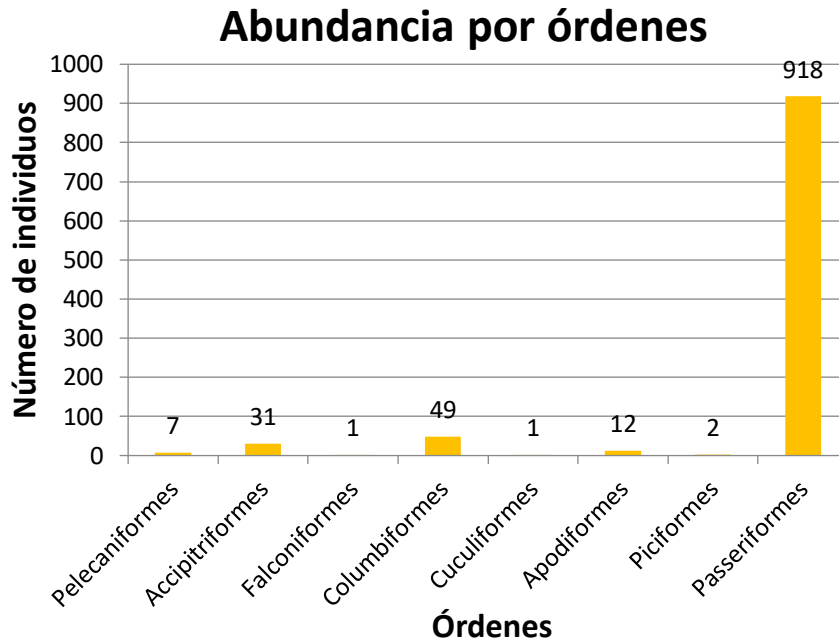


Figura 10. Se muestra el número de individuos para cada orden. Podemos apreciar una amplia dominancia del orden Passeriformes sobre los demás órdenes.

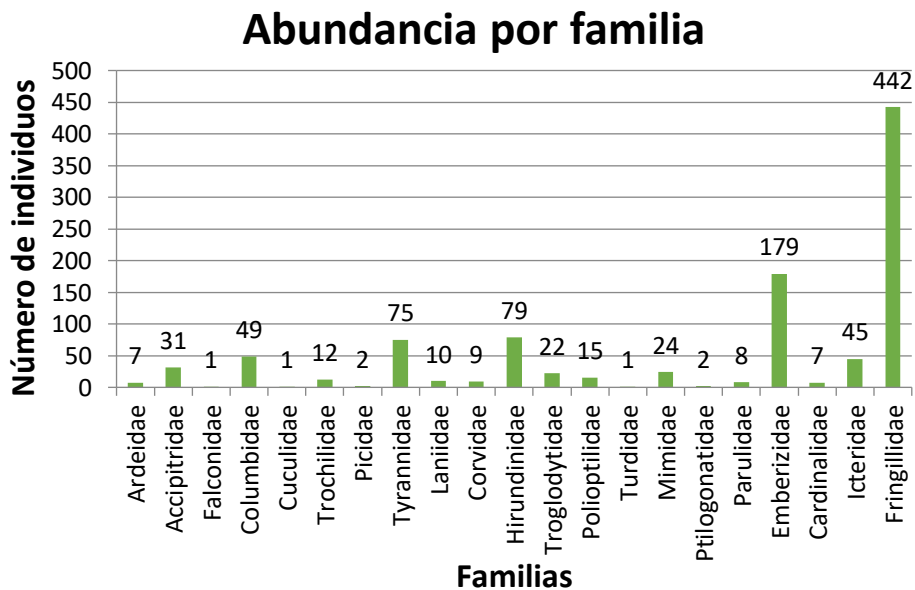


Figura 11. Se muestra el número de individuos por familia. Las familias más abundantes fueron Fringillidae y Emberizidae.

La zona que presentó mayor abundancia fue la zona 4 con 916 individuos registrados, seguida de la zona 1 con 565,

después la zona 3 con 358, la zona 2 con 155, y por último la zona 5 con 92 individuos (figura 12).

Abundancia por zonas

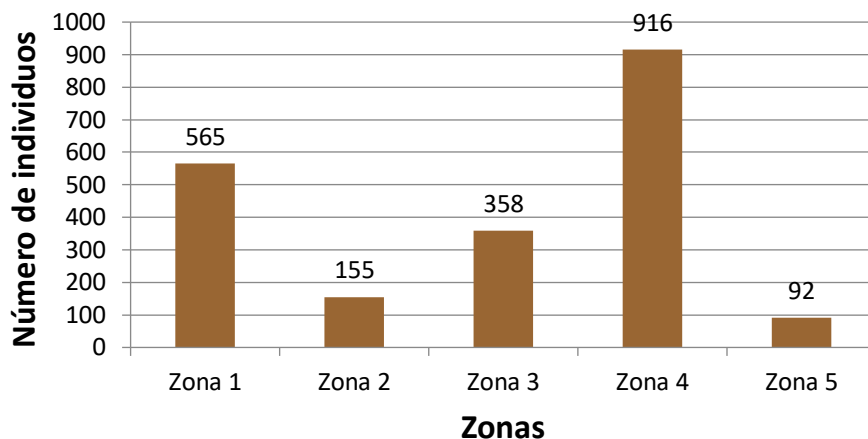


Figura 12. Abundancia de individuos por zonas. Las zonas 1 y 4 presentaron la mayor abundancia.

Solo 2 especies fueron muy frecuentes, *Haemorrhous mexicanus* y *Melozona fusca*, mientras que *Icterus wagleri* fue la única especie frecuente. Por otro lado, 12 especies fueron poco frecuentes y hubo 28 especies

esporádicas. Los porcentajes que las categorías de frecuencia abarcan del total de especies se ilustran en la figura 13. La categoría de frecuencia de cada especie puede consultarse en el cuadro 2 del anexo 1.

Porcentajes de categorías de frecuencia

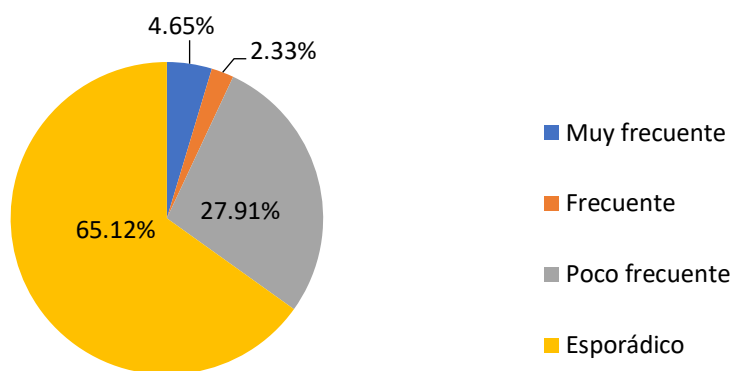


Figura 13. Los individuos esporádicos representan un porcentaje mayor al de cualquier otra categoría de frecuencia.

El índice de Simpson arrojó un valor de diversidad (D) de 0.7957 para toda el área de estudio. La diversidad varió en cada

mes, alcanzando su punto más bajo en Febrero y un máximo en Abril (figura 14).

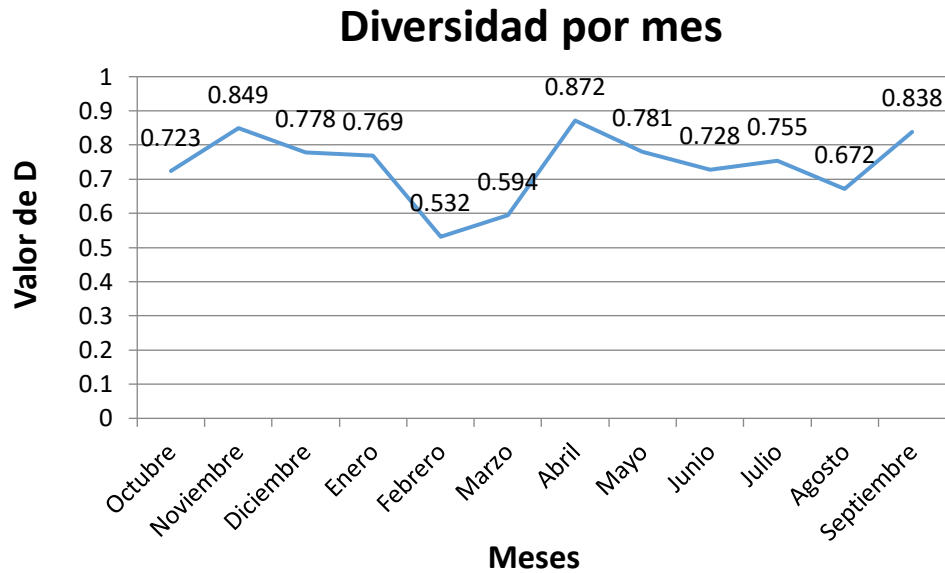


Figura 14. Gráfica de diversidad α por mes. Se muestra el valor de D sobre cada pico.

La diversidad varió para cada zona, aunque no fue una variación amplia. El mayor valor de D se presentó en la zona 2 (D=0.7932), seguida de la zona 4

(D=0.7860), después la zona 5 (D=0.7921), la zona 1 (D=0.7830) y finalmente la zona 3 (D=0.7726) (figura 15).

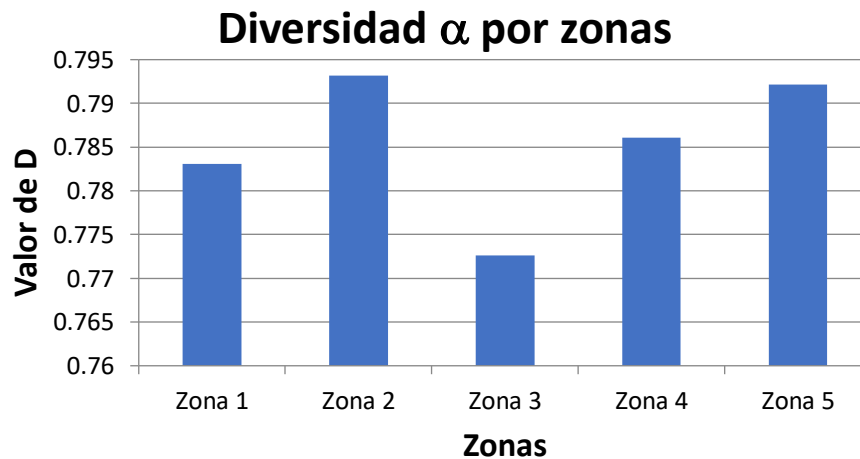


Figura 15. Diversidad por zona.

La mayor diferencia entre el número de especies fue la correspondiente a las zonas 4 y 5. Las zonas 1 y 2 fueron las más similares en su composición de especies, mientras que la diversidad beta entre las zonas 1 y 3, y las zonas 2 y 3, fue similar. El coeficiente de similitud de Jaccard arroja un resultado de 1 cuando dos sitios

compartan las mismas especies (Moreno, 2001). El valor de similitud entre la zona 1 y 2 fue de 0.5714; para las zonas 1 y 3 fue de 0.3333; para las zonas 2 y 3 fue de 0.3235; y para las zonas 4 y 5 fue de 0.186. La mayoría de las especies cayeron dentro de la categoría de residentes (33 especies). Ocho especies fueron visitantes

de invierno: *Bubulcus ibis*, *Falco sparverius*, *Spizella pallida*, *Cardellina pusilla*, *Setophaga coronata*, *S. townsendi*, *Mniotilta varia* y *Phainopepla nitens*. Solo 2 especies fueron transitorias: *Buteo platypterus* y *S. coronata*.

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos especies, *Buteo albicaudatus* y *Buteo platypterus*, se encuentran bajo protección especial, 7 especies tienen subespecies habitantes de las islas Tres Marías, Socorro, Todos Santos, Guadalupe, San Clemente y San Benito, así como de las montañas del estado de Baja California Sur y de Chiapas que se

encuentran bajo protección especial. Evidentemente no son las subespecies correspondientes al estudio, así que no se consideraron bajo categoría de protección alguna. Del listado total, 5 especies son semiendémicas o cuasiendémicas. No se registró a ninguna especie endémica de México.

Las tres especies semiendémicas registradas son: *Cyananthus latirostris*, *Spizella pallida* y *Tyrannus vociferans*. Por otro lado, se registraron dos especies cuasiendémicas: *Junco phaeonotus* y *Turdus rufopalliatus*.

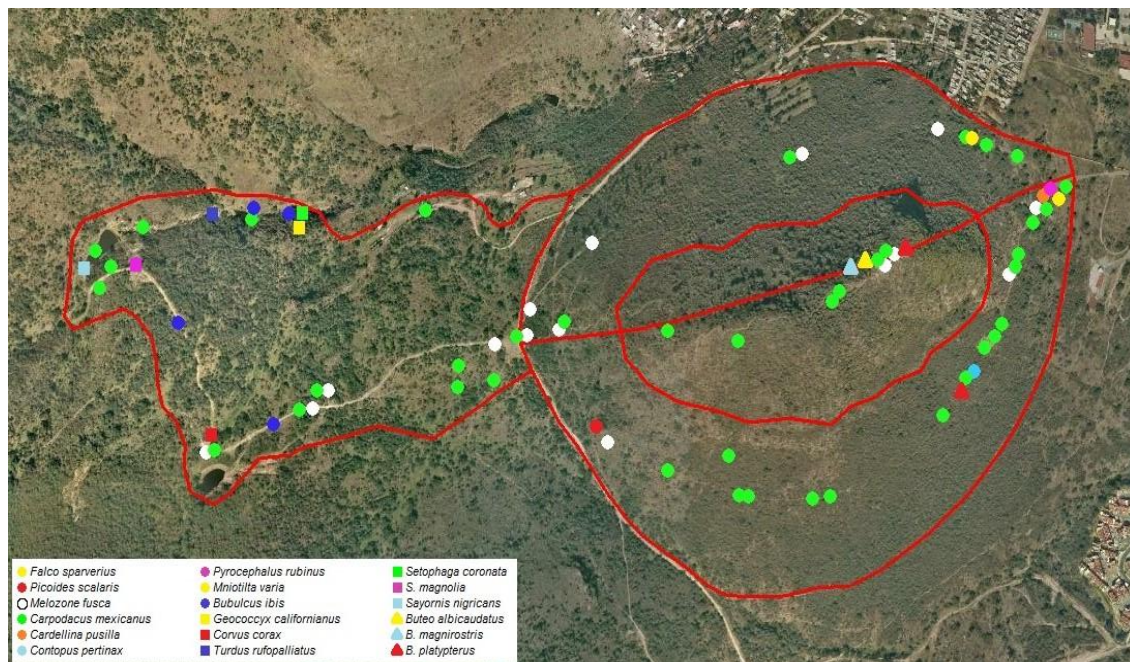


Figura 16. Se muestran las especies representativas de cada zona y las dos especies biológicamente más importantes: *H. mexicanus* y *M. fusca*

DISCUSIÓN

De acuerdo a lo reportado por De Sucre *et. al.* (2009), la avifauna registrada en el presente estudio representa aproximadamente un 10% de la diversidad del Estado de México. Así

mismo, en base a lo señalado por Contreras (1999) y Barbero (2004), las especies aquí registradas representan el 50% de las especies previamente reportadas por dichos autores. En este sentido, la riqueza de aves aquí reportada

es una representación de la avifauna del PESG, además de algunos elementos migratorios que usan el área como refugio “de paso” o de invierno. A pesar de esta importancia, la riqueza fue baja si la comparamos con otros inventarios avifaunísticos de zonas áridas o semiáridas (Arizmendi & Espinosa, 1996; Ramírez-Albores *et. al.*, 2007; Pineda-López *et. al.*, 2010), esto debido al menor tamaño del área de estudio en comparación con los trabajos mencionados. Se añadieron 10 nuevos registros a la avifauna del PESG: *Buteo magnirostris*, *B. platypterus*, *B. albicaudatus*, *Corvus corax*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Phainopepla nitens*, *Spizella passerina*, *Passerina caerulea*, *Icterus wagleri* e *Icterus gularis*. Dos de estas especies son migratorias (*B. platypterus* y *P. nitens*), lo que sugiere que la Sierra de Guadalupe puede ser utilizada como refugio temporal por otras especies migratorias aún sin reportar.

La riqueza del orden Passeriformes era de esperarse si tomamos en cuenta el gran número de especies pertenecientes a este orden. La riqueza reportada en el presente estudio es una fracción de la avifauna del PESG, y esta a su vez puede ser una fracción de la avifauna de la FVT que quedó atrapada por el proceso de desecación del antiguo lago de Texcoco y del proceso de urbanización creciente, procesos que impidieron el intercambio de especies con otras áreas naturales cercanas, creando así un efecto de isla. Esto significaría que la avifauna está representada en su mayoría por organismos de dispersión corta (residentes) y por algunas especies de migraciones largas (visitantes de invierno y transitorias), que usan el área de estudio como proveedor temporal de recursos. Sin

embargo, este tema es objeto de otro tipo de estudios.

Respecto a la riqueza de cada zona, la zona 1 poseía mayor cantidad de frutos de *Opuntia sp.*, lo que ofrecía mayor cantidad de recursos disponibles que la zona 2. La zona 3 también poseía opuntias con frutos, además de cuerpos de agua que las aves podían utilizar. Por otro lado, la zona 2 tenía una vegetación muy densa, que con frecuencia impedía la observación de aves, además de que los frutos eran escasos y los cuerpos de agua nulos (excepto en época de lluvias, cuando se formaban pequeños riachuelos efímeros). En cuanto a la zona 4, esta abarcó una mayor área que la zona 5.

Si bien el incremento en la riqueza de especies depende en parte del método de muestreo, de igual manera depende del incremento del tamaño del fragmento de área (Herkert, 1994). Es decir, a mayor área, mayor probabilidad de encontrar un número mayor de especies. Esto, aunado al hecho de que la zona 5 tuviera menor abundancia de opuntias (y por ende, de frutos), así como una vegetación menos abundante, puede ser la causa de la gran disparidad en el número de especies. Las razones se exponen posteriormente. El crecimiento continuo de la curva de acumulación de especies y el hecho de que no se estabilice sugieren que aún no se han encontrado todas las especies de la zona. La continua adición de especies puede ser resultado de la inmigración de especies migratorias y la posibilidad de añadir especies conforme avancen los muestreos. En un área, la diversidad local no puede entenderse de forma aislada a la regional (Loreau, 2000); de la misma manera, no puede entenderse por separado la diversidad local del área de estudio de la

diversidad del PESG. En este sentido, la curva también sugiere que en el área de estudio es posible encontrar cualquier especie del PESG. Cabe señalar que durante el mes de Marzo se registraron incendios forestales en zonas aledañas al área de estudio (Venegas & Lázaro, 2011); esto pudo provocar la dispersión de las especies que habitaban las zonas afectadas hacia zonas inafectadas (Gill *et. al.*, 1999).

En cuanto al listado, puede considerarse como un listado incompleto, en base a lo establecido por Gómez de Silva y Medellín (2001). En particular, la ausencia de la familia Strigidae se debe a que los muestreos se realizaron durante el día, y los organismos de esta familia tienen su actividad durante la noche. La ausencia de la familia Cathartidae puede atribuirse a que estos organismos se alimentan de carroña, la cual no fue observada en el área de estudio. Además, los estudios en los que se basan los parámetros de Gómez de Silva y Medellín se llevaron a cabo en áreas mucho más grandes que la del presente estudio, lo que pudo haber favorecido la presencia de más especies. En cuanto a la abundancia, *Haemorrhous mexicanus* fue la especie más abundante, y la que más veces se presentó en los muestreos.

Esta especie se observó constantemente asociada a los frutos de las nopaleras (*Opuntia* sp.), las cuales proveían una fuente de alimento (e incluso refugio) a lo largo de todo el año. Dado que la presencia constante de frutos permite mayores niveles de persistencia de aves (Peters *et. al.*, 2010), el aprovechamiento de las tunas por parte de *H. mexicanus* pudo propiciar su gran abundancia, e incluso la frecuencia, de esta especie. Además, esta especie se alimenta de insectos y semillas, lo que le

proporciona una fuente alternativa de alimentación. Doce especies fueron abundantes, ya sea que se clasificaran en abundancia extrema, muy abundantes o abundantes.

La mayoría de estas especies son residentes que encuentran en el área de estudio sus nichos ecológicos preferidos, pues esta les ofrece: (1) espacios abiertos a las especies que buscan su alimento en el suelo, que lo atrapan al vuelo o que lo acechan desde el aire o la punta de algún árbol; (2) vegetación densa a las especies que buscan su alimento entre los arbustos, hojas y cortezas de los árboles; (3) peces a aquellas especies piscívoras; y (4) diferentes estratos donde hacer sus nidadas (suelo, árboles o arbustos). Passeriformes fue el orden más abundante, debido a la aportación de individuos de las familias Fringillidae, Emberizidae, Hirundinidae y Tyrannidae.

Los emberízidos anidan tanto en árboles como en arbustos y en el suelo, las golondrinas lo hacen en árboles, al igual que los tiránidos, y los fringílidos en árboles y nopales (The Cornell Lab of Ornithology, 2011). Además de que el área de estudio constituye un hábitat ideal, pues la vegetación está estratificada de tal forma que ofrece nichos a estas especies que atrapan su alimento al vuelo, entre los arbustos o que lo buscan en el suelo.

En cuanto a la abundancia por zonas, la zona 4 presentó la mayor abundancia debido a que comprendía la mayor área, mientras que la zona 5 comprendía un área menor y por ende su abundancia también fue menor. La mayoría de las especies son raras o se presentan en números pequeños, y pocas son comunes o abundantes (Gill, 2007). La frecuencia de las especies nos

puede indicar su capacidad adaptativa para aprovechar los recursos que brinda un área (Miranda, 2009). En ese sentido, el hecho de que la mayoría de las especies sean esporádicas, y que solo *C. mexicanus* y *M. fusca* sean muy frecuentes, sugiere que estas dos especies aprovechan mejor los recursos que el área les provee, pues, aunque *Hirundo rustica* y *Tyrannus vociferans* fueron también muy abundantes, ambas especies fueron poco frecuentes.

La baja diversidad registrada en Febrero y Marzo se debe a que en estos meses se registraron pocas especies y un elevado número de *C. mexicanus*. Por el contrario, la mayor diversidad mostrada en abril se debe más a la uniformidad con que los individuos se distribuyeron que a la riqueza de especies, pues el valor máximo de esta última se registró en Septiembre, resultado del aporte que realizaron las especies migratorias. El hecho de que la zona 2 haya mostrado la mayor diversidad se debe a la uniformidad con la que los individuos se distribuyeron, y no a su riqueza. Si analizamos las zonas 1, 2 y 3, y dado que la diversidad depende tanto de la riqueza como de la abundancia (Begon, 1999), podemos considerar a la zona 1 como la de mayor importancia en cuanto a la diversidad que se refiere. Por otro lado, la zona 4 tuvo una mayor diversidad que la zona 5 puesto que poseía un área mucho mayor.

La baja riqueza de especies de la zona 2 puede deberse a que la densa vegetación frecuentemente impedía la observación de aves, además de que la vegetación era más homogénea y las opuntias eran escasas. Por un lado, la flora fanerogámica explica la riqueza de especies, ya que la riqueza de

aves frugívoras está positivamente relacionada con la abundancia de frutos (Peters *et. al.*, 2010), además, las áreas abiertas proveen un mejor hábitat para especies que buscan su alimento en el suelo (Chettri *et. al.*, 2005). Ahora bien, la zona 1 muestra un carácter más heterogéneo en cuanto a vegetación que la zona 3.

Esto, evidentemente, le confiere a la zona 1 una mayor heterogeneidad de microambientes. La heterogeneidad ambiental es considerada como factor primario que promueve la diversidad de aves (Pineda-López *et. al.*, 2010). Por otro lado, la gran disparidad entre la diversidad de las zonas 4 y 5 se atribuye a la mayor heterogeneidad ambiental y a la mayor área de la zona 4, pues ambos factores influyen en la diversidad avifaunística (MacArthur *et. al.*, 1962), ya sea proveyendo diversos sitios de anidación (Tomoff, 1974), u ofreciendo una mayor diversidad de microhábitats que alberguen diversas fuentes de alimento, como insectos, néctar, frutos y semillas (Root, 1973).

Como se mencionó anteriormente, el tamaño del área puede influir en la diversidad y el número de especies que contenga. La zona 5 comprende un área mucho menor que la zona 4, y por ello no puede contener un mayor número de especies, además de que la heterogeneidad ambiental era mayor en la zona 4. La similitud en la composición de especies entre la zona 1 y la zona 2 se atribuye a que forman parte de un continuo, en este caso el cerro. Mientras que el mayor recambio de especies entre la zona 1 y la zona 3 se atribuye a la presencia de cuerpos de agua en la zona 3, esto pudo provocar un efecto oasis con algunas especies (Bock *et. al.*,

2008) (por ejemplo: *Bubulcus ibis*, *Setophaga coronata*, *S. magnolia* y *Sayornis nigricans*), lo que a su vez puede inducir una riqueza de especies diferente a la de otras zonas (Sabo & Soykan, 2005). La proporción de individuos por especie nos indica que no todas las especies registradas tienen la misma importancia biológica, hablando en términos de recambio de flujo energético entre los ecosistemas, es decir, otra interpretación de la diversidad H' (Altamirano *et. al.*, 2011). La abundancia y la frecuencia de *Carpodacus mexicanus* y *Melospiza fusca* nos indica que estas dos especies son las de mayor importancia biológica dentro de la comunidad de aves, y que representan a las poblaciones con mayor biomasa que influyen en el funcionamiento de la comunidad. En la figura 17 se ilustran las especies representativas de cada zona y las dos especies más importantes. Diez especies utilizaron el área de estudio como refugio temporal durante sus migraciones, es decir, eran visitantes de invierno o transitorias (ver cuadro 3 del anexo). Aunado a esto, la presencia de dos especies bajo protección especial (*Buteo platypterus* y *B. albicaudatus*), así como la presencia de tres especies semiendémicas (*Cyananthus latirostris*, *Tyrannus vociferans* y *Spizella pallida*) y dos cuasiendémicas (*Turdus rufopalliatu*s y *Junco phaeonotus*), hacen al cerro Ehecatl un área natural donde los esfuerzos locales de conservación deben ser reforzados.

CONCLUSIONES

El cerro Ehecatl es un área importante para la conservación local de la biodiversidad, específicamente de la diversidad avifaunística, pues a pesar de que es una fracción muy pequeña del PESG, es un área que posee una riqueza considerable

(aproximadamente el 10% de la diversidad de aves del Estado de México). Los registros añadidos y la curva de acumulación demuestran que aún quedan especies por reportar dentro del PESG. Dos especies son las de mayor importancia biológica dentro del área de estudio: *Melospiza fusca* y *Carpodacus mexicanus*, pues fueron las especies de mayor frecuencia y abundancia relativa. Dicho en otro sentido, estas dos especies son las más influyentes dentro del flujo de energía de la cadena trófica. Cabe señalar que dentro de su avifauna existen dos especies bajo protección especial, tres especies semiendémicas y dos especies cuasiendémicas de México. Además, el cerro es utilizado como refugio temporal por algunas especies de aves migratorias. Por estas razones, es necesario incrementar esfuerzos en la conservación de esta fracción del PESG, pues su importancia no solo radica en su biodiversidad, sino también en los servicios ambientales y recursos que ofrece a los habitantes de las poblaciones cercanas. Por las razones anteriores, se recomienda dar continuidad a los estudios avifaunísticos de la Sierra de Guadalupe. Así mismo, se recomienda también realizar otro tipo de estudios faunísticos, pues de la misma forma en que las características del cerro Ehecatl lo hacen ideal para estudios de gremios alimenticios, recambio de especies y flujo de energía, las características de la Sierra la hacen ideal para estudios de biogeografía de islas y proyectos de conservación a largo plazo.

LITERATURA CITADA

Almazán-Núñez, R. C. & Nova M., O. 2006-a. *La guacamaya verde (Ara militaris) en la Sierra Madre del Sur, Guerrero, México*. Huitzil Revista de Ornitología Mexicana. 7(1): 20-22.

Almazán-Núñez, R. C. & Navarro S., A. G. 2006-b. *Avifauna de la subcuenca del río San Juan*,

- Guerrero, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 77(1): 103-114.
- Almazán-Núñez, R. C. & Hinterholzer-Rodríguez, A. 2010. *Dinámica temporal de la avifauna en un parque urbano de la ciudad de Puebla, México*. Huitzil Revista de Ornitología Mexicana. 11(1): 26-34.
- Altamirano A., T. A.; Soriano S., M.; García B., A. de J.; Miranda G., N. P.; Navarrete S., N. A. & López G., F. 2011. *Recambio de aves en el gradiente Tlajotla-El Rincón en el municipio de Miacatlán, Morelos, México*. Revista de zoología. 22: 43-62.
- AOU (American Ornithologist's Union). 1998. *Check-list of North American birds*. 7° ed. American Ornithologist's Union. Lawrence, Kansas.
- AOU (American Ornithologist's Union) (en línea). 2011. *Check-list of North American birds*. <<http://www.aou.org/checklist/north/>> Consultado el 29 de Septiembre de 2011.
- Arizmendi, M. C. & Espinosa M., A. 1996. *Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del valle de Tehuacán, Puuebla*. Acta Zoológica Mexicana. 67: 25-46.
- Barbero I., J. A. 2004. *La educación ambiental como estrategia de conservación en el Parque Estatal "Sierra de Guadalupe"*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 89 Pp.
- Begon, M.; Harper, J. L. & Townsend, C. R. 1999. *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. Ed. Omega. Barcelona, España. 1148 Pp.
- Bock, C. E.; Zach, F. J. & Bock, J. H. 2008. *The oasis effect: response of birds to exurban development in a southwestern savanna*. Ecological Applications. 18(5): 1093-1106.
- Bojorges B., J. C. 2004. *Riqueza de aves de la región noreste de la Sierra Nevada, Estado de México*. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 20(3): 15-29.
- Bray, D. B.; Ellis, E. A.; Armijo-Canto, N. & Beck, C. T. 2004. *The institutional drivers of sustentable landscapes: A case of study of the Mayan Zone in Quintana Roo, Mexico*. Land Use Policy. 21: 333-346.
- Brower, J. E & Zar, J. H. 1981. *Field and laboratory methods for general ecology*. WMC. Brown Company Publishers. Iowa, USA. P. 136-137.
- Canales D., J. C.; Altamirano A., T. A. & Soriano S., M. 2004. *Riqueza avifaunística de Isidro Fabela, Estado de México*. Revista de Zoología. 15(1): 14-19.
- Campa-Uranga, M. F. 1965. *Breve análisis petrográfico de la Sierra de Guadalupe*. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Tesis profesional.
- Ceballos, G.; List, R., Garduño, G.; López C., R; Muñózcano Q., M. J.; Collado, E. & Eivin San R., J. 2009. *La diversidad biológica del Estado de México: Estudio de estado*. Gobierno del Estado de México Editor. México.
- Cedillo A., O. L.; Rivas S., M. A. & Rodríguez C., F. N. 2007. *El área natural protegida sujeta a conservación ecológica "Sierra de Guadalupe"*. Revista Sistemas Ambientales. 1 (1): 1-14.
- Chávez L., G. 2007. *Riqueza de aves del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México*. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 23(2): 11-19.
- Chettri, N.; Chandra, D.; Sharma, E. & Jackson, R. 2005. *The relationship between bird communities and hábitat*. Mountain Research and Development. 25(3): 235-243.
- CONABIO. 2008. *Provincias biogeográficas de México*. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rbiog4mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no . Consultado el 2 de Octubre de 2011.
- CONABIO. 2010. *¿Cuántas especies hay?* [En línea]. <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/cuantesp.html> . Revisado el 23 de Agosto de 2010.
- Contreras R., Y de J. 1999. *Estudio preliminar de la avifauna del parque estatal Sierra de Guadalupe, Edo. De México*. Tesis de licenciatura (Biología).

Escuela Nacional de Estudios Profesionales de Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 41 Pp.

De Sucre M., A. E.; Ramírez B., P; De Silva G., H. & Ramírez V., S. 2009. *Aves*. En: Ceballos, G.; List, R., Garduño, G.; López C., R; Muñózcana Q., M. J.; Collado, E. & Eivin San R., J. (eds.). 2009. *La diversidad biológica del Estado de México: Estudio de estado*. Gobierno del Estado de México Editor. México.

De Sucre-Medrano, A. E.; Ramírez-Bastida, P.; Varona-Graniel, D. E.; Opengo-Piña, L. H. & Morlán-Cahué, Y. 2010. *Dos registros nuevos de aves en el Estado de México: Protonotaria citrea y Euthlypis lachrymosa*. Huitzil Revista de Ornitología Mexicana. 11(1): 21-25.

Dirección de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. 2001. *Registro de guacamaya verde (Ara militaris) en los cañones del Río Sabino y Río Seco, Santa María Tecomavaca, Oaxaca, México*. Huitzil Revista de Ornitología Mexicana. 2(2): 18-20.

Dirzo, R. 1990. *La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿Qué sabemos?* Ciencias, número especial 4: 48-55.

Escalante P., P.; Navarro S., A. G. & Townsend P., A. 1998. *Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México*. En: Ramamoorthy T., P., Bye, R. y Lot, A. (eds.). 1998. *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM. México. 792 Pp.

García-Trejo, E. A. & Navarro S., A. G. 2004. *Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México*. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 20(2): 167-185.

García V., J. P. & Bautista G., A. 2009. *Efemérides de Ecatepec*. Ed. Esfera. México. Pp. 37.

Gill, A. M.; Woinarski, J. C. Z. & York, A. 1999. *Australia's biodiversity responses to fire. Plants, birds and invertebrates*. Environment Australia. Australia. 266 Pp.

Gill, F. B. 2007. *Ornithology*. National Audubon Society. 3° ed. New York. 758 Pp.

Gobierno Constitucional del Estado de México. 1999. *Programa de manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe*. Gaceta del gobierno. Toluca de Lerdo, México. Martes 9 de Febrero de 1999.

Gobierno del Estado de México. 2001. *Proyecto de Conservación Ecológica de la Zona Metropolitana del Valle de México: cinco parques estatales*. Gobierno del Estado de México Editor. Secretaría de Ecología. Toluca, Estado de México, México Pp. 59.

Gobierno del Estado de México. 2002. *Programa integrado de manejo de 4 microcuencas en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe*. Resumen ejecutivo. Informe final. Secretaría de ecología. Toluca, Estado de México.

Gómez de Silva G., H. 1997. *Análisis avifaunístico de Temascaltepec, Estado de México*. Anales del Instituto de Biología UNAM Serie Zoología. 68(1): 137-152.

Gómez de Silva, H. & Medellín, R. A. 2001. *Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: a case study of mexican land birds*. Conservation biology. 15(5): 1384-1395.

González-García, F. & Gómez de Silva. 2003. *Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación*. Pp. 150-194. En: Gómez de Silva, H. & Olivera de Ita, A. (eds.). 2003. *Conservación de aves, experiencias en México*. CIPAMEX. México, D.F. 406 P.

Herkert, J. R. 1994. *The effect of habitat fragmentation on Midwestern grassland birds communities*. Ecological applications. 4:461-471.

Howell S., N. G. & Webb, S. 2007. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. U.S.A. 851 Pp.

Llorente-Bousquets, J. & Ocegueda, S. 2008. *Estado del conocimiento de la biota, en Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. México. Pp. 283-322.

López, C.; Becerril Z., G.; Benítez, C. & Cuevas S., S. 2009. *El medio físico, biológico y social*. En:

- Ceballos, G.; List, R., Garduño, G.; López C., R; Muñózcano Q., M. J.; Collado, E. & Eivin San R., J. 2009. *La diversidad biológica del Estado de México: Estudio de estado*. Gobierno del Estado de México Editor. México. P. 49-62.
- López P., R. E. 2009. *Primer registro del perico argentino (Myiopsitta monachus) en Oaxaca, México*. Huitzil Revista de Ornitología Mexicana. 10(2): 48-51.
- Loreau, M. 2000. *Are communities saturated? On the relationship between, and β diversity*. Ecology letters. 3:73-76.
- Lugo-Hubp, J. & Salinas-Montes, A. 1996. *Geomorfología de la Sierra de Guadalupe (al norte de la Ciudad de México) y su relación con peligros naturales*. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 13(2): 240-251.
- MacArthur, R. H.; MacArthur, J. W. & Preer, J. 1962. *On bird species diversity. II. Prediction of bird census from hábitat measurements*. The American Naturalist. 96: 167-174.
- Martínez M., M. A. 2004. *Nuevos registros de aves en el bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México*. Huitzil Revista de Ornitología Mexicana. 5(2): 12-19.
- May, R. M. & Lawton, J. H. 1995. *Assesing extinction rates*. En: Lawton, J. H. & May, R. M. (eds.). *Extinction rates*. Oxford University Press. Oxford. Pp. 1-24.
- Medina T., S. M.; Marquez R., M. & García M., E. 2007. *Uso y selección de embalses por el pato mexicano (Anas diazi) en la región del Llano, Aguascalientes-Jalisco, México*. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 23(2): 163-181.
- Méndez-De la Cruz, F. R.; Camarillo-R., J. L.; Villagrán-Santa Cruz, M. & Aguilar-Cortez, R. 1992. *Observaciones del status de los anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal-Estado de México)*. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zología. 63 (2). 249-256.
- M. E. A. 2003. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Island Press. Washington, D.C.
- Miranda G., N. P. 2009. *Avifauna de la comunidad El Paredón, Municipio de Miaquatlán, Morelos, México*. Tesis de licenciatura (biología). UNAM. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Mittermier, R. & Goettsch, C. 1992. *La importancia de la diversidad biológica*. En México, en La diversidad biológica de México: estudio de país. 1998. México.
- Mooser, F.; Montiel-Rosado, A. & Zúñiga-Arista, A. *El suroeste de la cuenca de México en el nuevo mapa geológico*. En: Lugo-Hubp, J. & Salinas-Montes, A. 1996. *Geomorfología de la Sierra de Guadalupe (al norte de la Ciudad de México) y su relación con peligros naturales*. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 13(2): 240-251.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para evaluar diversidad*. M\$T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 Pp.
- Morrone, J. J. 2005. *Hacia una síntesis biogeográfica de México*. Revista Mexicana de Biodiversidad. 76 (2): 207-252.
- National Geographic. 2008. *Field guide to the birds of North America*. Fifth edition. National Geographic Society. Washington, D.C. 504 Pp.
- Navarro S., A. G. 1989. *La sistemática ornitológica en México: posibilidades y limitaciones*. En: Llorente, J. (ed.). 1989. *Los patrones de la evolución y la sistemática en México*. Ciencias Revista Especial. 3: 96-102.
- Navarro S., A. G.; Lira-Noriega, A.; Peterson T., A.; Oliveras de Ita, A. & Gordillo-Martínez, A. 2007. *Diversidad, endemismo y conservación de las aves*. En: Luna, I.; Morrone, J. J. & Espinosa, D. (eds.). 2007. *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 514 P.
- Odum, E. P. 1972. *Ecología*. McGraw-Hill Interamericana. 3° ed. México, D. F. 640 Pp.
- Peters, V. E.; Mordecai, C. R.; Carroll, R. J. & Greenberg, R. 2010. *Bird community response to fruit energy*. Journal of Animal Ecology. 79: 824-835.

Peterson, R. T. & Chalif, E. L. 2008. *Aves de México: guía de campo*. Ed. Diana. México, D. F. 473 Pp.

Pineda L., R.; Arellano S., A.; Almazán-Núñez, C.; López G., C. & González-García, F. 2010. *Nueva información para la avifauna del estado de Querétaro, México*. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 26(1): 47-57.

Pineda-López, R.; Febvre, N. & Martínez, M. 2010. *Importancia de proteger pequeñas áreas periurbanas por su riqueza avifaunística: el caso de Mompaní, Querétaro, México*. Huitzil Revista de Ornitología Mexicana. 11(2): 69-80.

Ralph, C. J.; Geupel P., G. R. ; Pyle, P., Martin, T. E.; Desante, D. F. & Milla, B. 1993. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Servicio Social Forestal de los Estados Unidos. Estación de investigaciones del Pacífico Sudoeste. Informe Técnico General PSW-GRT-144.

Ramírez-Albores, J. E. 2007. *Avifauna de cuatro comunidades del oeste de Jalisco, México*. Revista Mexicana de Biodiversidad. 78(2): 439-457.

Ramírez-Albores, J. E.; Martínez V., F. & Vásquez S., J. C. 2007. *Listado avifaunístico de un matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México*. Huitzil Revista de Ornitología Mexicana. 8:1-10.

Rodríguez B., F. J.; Navarrete S., N. A.; Trujillo P., E. & Contreras R., G. 2007. *Contribución al estudio avifaunístico del área de estanques rurales en Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México*. Revista de Zoología. 18(1): 27-35.

Root, R. B. 1973. *Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitat: the fauna of collards (Brassica oleracea)*. Ecological Monographs. 43: 95-124.

Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México. 432 Pp.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario oficial de la Federación. Publicado el Jueves 30 de Diciembre de 2010.

The Cornell Lab of Ornithology. 2011. Bird guide [En línea] Consultado el 3 de Octubre de 2011. <http://www.allaboutbirds.org/guide/search> .

Toledo, V. M. 1994. *La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas*. Ciencias. 34: 43-59.

Tomoff, C. S. 1974. *Avian species diversity in desert scrub*. Ecology. 55: 396-403.

Ugalde-Lezama, S.; Alcántara-Carbajal, J. L.; Valdéz-Hernández, J. I.; Ramírez-Velarde, G.; Velázquez-Mendoza, J. & Tarángo-Arámbula, I. A. 2010. *Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación*. Agrociencia. 44(2): 159-169.

Valencia H., J.; Valencia H., R. & Mendoza Q., F. 2008. *Registros adicionales de aves para Hidalgo, México*. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 24(2): 115-123.

Venegas, P. & Lázaro, J. 2011. *Ha durado 10 días incendio forestal*. [En línea]. <http://www.oem.com.mx/elsoldetoluca/notas/n2019097.htm> . Consultado el 28 de Marzo de 2011.

Villafranco C., J. A. 2000. *Avifauna del Parque Tezozomoc Azcapotzalco*. Tesis profesional (biología). UNAM. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala.

Villavicencio, A. A. 2007. *Evaluación de funciones y servicios ambientales. Parque Estatal Sierra de Guadalupe-Proyecto de conservación ecológica de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Facultad de filosofía y Letras. España.

Whelan J., C.; Wenny G., D. & Marquis J., R. 2008. *Ecosystem services provided by birds*. Annals of the New York Academy of Sciences. 1134: 25-60.

Fecha de recepción: 5 de septiembre de 2017

Fecha de aceptación: 28 de noviembre de 2017