



Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

ISSN: 0065-1737

azm@ecologia.edu.mx

Instituto de Ecología, A.C.

México

RAMÍREZ-ALBORES, Jorge E.  
RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE AVES DE UN ÁREA DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA,  
TLAXCALA, MÉXICO  
Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), vol. 29, núm. 3, 2013, pp. 486-512  
Instituto de Ecología, A.C.  
Xalapa, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57529246003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE AVES DE UN ÁREA DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA, TLAXCALA, MÉXICO

JORGE E. RAMÍREZ-ALBORES<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Zaragoza campus II, Universidad Nacional Autónoma de México. México Distrito Federal.

<sup>2</sup>Dirección actual: División de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. (IPICYT, A.C.). Camino a la Presa San José 2222, Col. Lomas 4ª Sección. San Luis Potosí, San Luis Potosí. México. <jorgeramirez22@hotmail.com>

**Ramírez-Albores, J. E.** 2013. Riqueza y diversidad de aves de un área de la Faja Volcánica Transmexicana, Tlaxcala, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 29(3): 486-512.

**RESUMEN.** Entre 2008 y 2010 se realizó un inventario de aves en el municipio de Nanacamilpa, Tlaxcala. Se registraron 129 especies de aves mediante observaciones visuales, auditivas, capturas y registros fotográficos. Para cada especie se presenta información sobre el estatus estacional, endemismo, estatus de conservación y distribución de hábitats. Se resaltan 14 registros notables, ya que amplían su distribución geográfica, representando adiciones para el estado. El bosque de coníferas fue el tipo de hábitat que presentó la mayor riqueza de especies (68), y los valores más altos de riqueza y diversidad en la época seca (44 especies,  $H' = 3.22$ ,  $E' = 0.97$ ,  $\lambda = 0.049$ ) y lluvias (32 especies,  $H' = 3.10$ ,  $E' = 0.93$ ,  $\lambda = 0.040$ ). No se encontraron diferencias significativas entre los valores de riqueza y diversidad entre épocas del año ( $P > 0.05$ ). Se encontraron diferencias significativas entre el bosque de coníferas con respecto a cultivos, áreas urbanas y suburbanas, zacatonal con remanentes de bosque y áreas de pastoreo/pastizal (todas las comparaciones  $P < 0.05$ ). El bosque de coníferas en Nanacamilpa puede considerarse una zona prioritaria para la conservación de aves, en especial de especies endémicas o en riesgo, ya que es uno de los hábitats que está siendo sujeto a una fuerte presión antropogénica.

**Palabras clave:** avifauna, Nanacamilpa de Mariano Arista, Tlaxcala, riqueza de especies.

**Ramírez-Albores, J. E.** 2013. Bird richness and diversity in an area of the Transmexican Volcanic Belt, Tlaxcala, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 29(3): 486-512.

**ABSTRACT.** Between 2008 and 2010, I conducted an inventory of birds in the municipality of Nanacamilpa, Tlaxcala. One hundred twenty-nine bird species were recorded by visual and hearing observations, as well as through catches and photographic records. Information for each species includes information on seasonal status, endemism, conservation status, and habitats used. Fourteen records are noteworthy because they expand the geographical distribution, representing additions to the Tlaxcala

---

Recibido: 08/03/2012; aceptado: 03/06/2013.

avifauna. Coniferous forest showed the highest species richness (68), and the highest species richness and diversity values in the dry (44 species,  $H' = 3.22$   $E' = 0.97$ ,  $\lambda = 0.049$ ) and rainy (32 species,  $H' = 3.10$ ,  $E' = 0.93$ ,  $\lambda = 0.040$ ) seasons as well. No significant differences were found between of species richness and diversity values between seasons ( $P > 0.05$ ). Only significant differences were found between coniferous forest and crops, urban and suburban areas, zacatonal with remnant forest and grazing/pasture ( $P < 0.05$ ). Coniferous forest in Nanacamilpa should be considered a priority area for the conservation of birds, especially of endemic and listed at risk species, as it is one of the habitats being subject to strong anthropogenic pressure.

**Key words:** avifauna, Nanacamilpa de Mariano Arista, Tlaxcala, species richness.

## INTRODUCCIÓN

La Faja Volcánica Transmexicana es una de las regiones de mayor importancia para la avifauna y de las mejor conocidas (Navarro *et al.* 2007). Esta región es uno de los principales centros de endemismo, diversificación y transición biogeográfica para todos los taxones (Halffter 1976, Ramamoorthy *et al.* 1993, Challenger 1998). La avifauna no es la excepción, pues algunas especies son endémicas a la región (e.g., *Campylorhynchus megalopterus*, *Xenospiza baileyi*). Esta región concentra 705 especies de aves (67% de la avifauna mexicana; Arizmendi & Márquez 2000), principalmente asociadas a hábitats montanos y submontanos, además de especies asociadas a ambientes acuáticos y de altitudes menores (Navarro *et al.* 2007). En el caso de los estudios de aves de la Faja Volcánica Transmexicana destacan los realizados por Cox (1895), Moore (1945), Sutton & Burleigh (1942), Goldman & Moore (1945), Noce-dal (1984), García-Trejo & Navarro (2004), y Navarro *et al.* (2007), entre otros. Sin embargo, aunque la avifauna es uno de los grupos más estudiados en la Faja Volcánica Transmexicana muchos de los estados que se encuentran en esta región presentan vacíos notables en el conocimiento de las aves.

Tlaxcala se ubica en el centro del país en el extremo oriente de la Faja Volcánica Transmexicana, y es la entidad con menor extensión superficial del país (401,6000 has). La mayor parte de su territorio está dedicada a áreas de cultivo, aprovechamiento forestal y crianza de ganado (bovino y ovino; INEGI 2005). En los últimos años, se cuenta con un registro de 241 especies de aves para el estado (Fernández *et al.* 2007). En general, son escasos los estudios realizados en Tlaxcala sobre la avifauna comparando con otras entidades de la Faja Volcánica Transmexicana, por ejemplo, Veracruz, Distrito Federal o Jalisco (Navarro & Benítez 1993), por lo que se considera que el conocimiento de la avifauna en Tlaxcala es pobre. Los pocos estudios aquí se han limitado a realizar inventarios (Winfield 2001, 2005; Hommer 2002, Cervantes & Vásquez 2002, Gómez 2002, Fonseca *et al.* 2012), reportes ocasionales de colecta y notas sobre la biología de especies (Phillips & Dickerman 1957, Warner & Dickerman 1959, Aldrich & Baer 1970, Dickerman 1971, Williams 1989; Howell & Webb 1992, 1994; Enríquez *et al.* 1993), así como estudios ecológicos sobre la relación planta-aves (Lara 2006, Torres 2007, Lara & Ornelas 2008) y aspectos taxonómicos

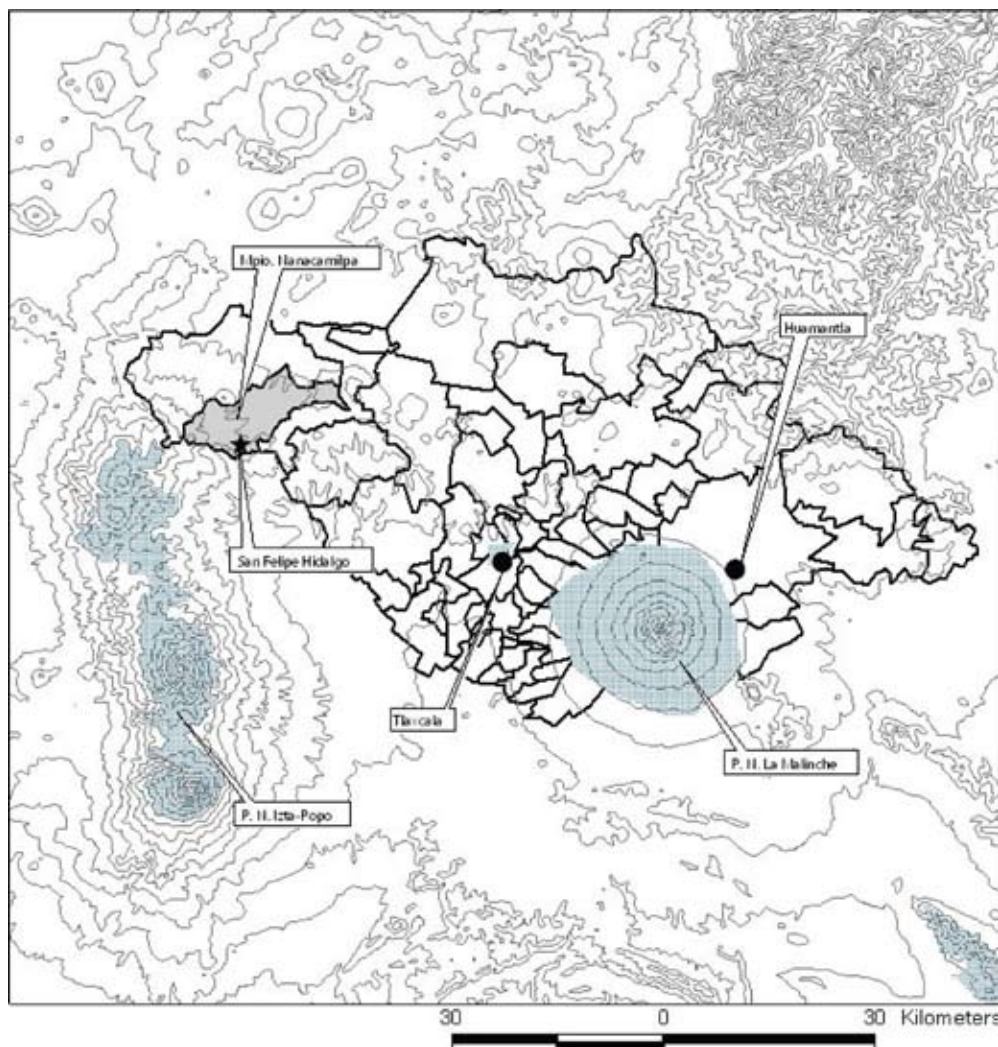
(Arellano *et al.* 1983, Reyes 1993, Becerril 2001). La mayoría de los estudios se han concentrado en el Parque Nacional La Malinche (Winfield 2001, 2005; Hommer 2002, Gómez 2002).

La realización de inventarios es una de las herramientas más comunes que proveen información sobre los cambios en las poblaciones silvestres de flora y fauna (Rojas-Soto & Oliveras de Ita 2005). Contar con un listado completo de aves permite realizar monitoreos que generen información referente a la situación de las especies y sus hábitats a través del tiempo, así como dan bases para establecer la importancia de mantener áreas que permitan su conservación. Debido a que aún son insuficientes los estudios sobre la riqueza de aves de la región y en particular para Tlaxcala (Navarro & Benítez 1993, Fernández *et al.* 2007), se presenta un inventario que contribuye al incremento en el conocimiento de la avifauna de esta entidad, particularmente del municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista, describiendo la abundancia, la estacionalidad, el endemismo, el estatus de conservación y la distribución por hábitat, así como se presentan registros geográficamente notables para Tlaxcala, ya que en este municipio se presenta uno de los remanentes de la ecorregión de bosque de coníferas y encinos de la Franja Volcánica Transmexicana de Tlaxcala (CONABIO 1999).

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista se ubica al oeste del Estado de Tlaxcala, que forma parte de la provincia biogeográfica de la Faja Volcánica Transmexicana ( $19^{\circ} 28' \text{ N}$ - $98^{\circ} 37' \text{ O}$  y  $19^{\circ} 31' \text{ N}$ - $98^{\circ} 28' \text{ O}$ , Fig. 1). El municipio cuenta con una superficie de 9,800 ha a una altitud que varía de 2600 a los 3500 msnm. El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano, la época seca abarca los meses de noviembre a mayo, y la época de lluvias de junio a octubre. La temperatura media anual oscila entre 18 y  $24^{\circ}\text{C}$  y la precipitación media anual fluctúa entre los 700 y 1000 mm (INAFED 2008). La vegetación está representada primordialmente por bosque de coníferas, principalmente bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de encino, y bosque de pino-encino, con especies como *Abies religiosa*, *Pinus pseudostrobus*, *P. hartwegii*, *P. montezumae*, *P. teocote*, *Quercus crassipes*, *Q. laurina*, *Q. rugosa* y *Juniperus deppeana*, e individuos de *Alnus jorullensis*, *Salix paradoxa* y *Arbutus xalapensis*, así como pequeñas zonas de zacatonal de alta montaña (*Festuca tolucensis*), pastizales y zonas de cultivos de temporal (cebada y maíz, principalmente).

**Método.** El trabajo de campo comprendió 26 visitas a la zona de estudio, de agosto de 2008 a diciembre de 2010, abarcando un total de 91 días con 615 horas de trabajo de campo. Se emplearon dos métodos para registrar a las aves. El primero fue el método de conteo por parcelas con radio fijo (Hutto *et al.* 1986, Ralph *et al.* 1995), en que se registraron todas las especies de aves observadas y escuchadas durante 5 minutos



**Figura 1.** Ubicación geográfica del Municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista, Tlaxcala, México.

dentro de una circunferencia con radio de 25 m y con una distancia mínima de 250 m entre cada parcela (Hutto *et al.* 1986). Se decidió utilizar el tiempo de 5 minutos para registrar las especies debido a que trabajos previos mostraron que durante este tiempo se lograba registrar a más del 70% de las especies de acuerdo a las curvas de acumulación de especies en las diferentes zonas de estudio. En cada tipo de hábitat (N=6, ver más adelante), se realizaron seis réplicas de una serie de nueve puntos de conteo (54 puntos de conteo por hábitat: bosque de coníferas, cultivos, áreas urbanas y suburba-

nas, zacatonal con remanentes de bosque, áreas de pastoreo/pastizal con remanentes de bosque o con árboles dispersos, áreas de cultivos con remanentes de bosque o con árboles dispersos). Los conteos se llevaron a cabo desde las 06:30-11:30 h, por la tarde 15:00-19:00 h, y por la noche de 21:00-23:00 h (en pocas ocasiones los horarios fueron modificados por las condiciones ambientales de lluvia o neblina). También se capturaron ejemplares mediante el uso de redes ornitológicas, las cuales fueron colocadas a lo largo de cuerpos de agua, en los bordes de cultivos con remanentes de vegetación natural, en áreas de pastoreo, de zacatonal y en los bordes del bosque. Las redes se abrieron diariamente durante cuatro horas (07:00-11:00 h); las redes solo fueron colocadas en este horario en parte debido a las condiciones ambientales, pues si había lluvia, neblina o viento no se colocaban, y en parte por perturbaciones antropogénicas como la llegada de ganado pastoreando y por movimiento de maquinaria en las áreas agrícolas en los sitios. Las redes se abrieron un total de 24 horas red/día, siendo seis las redes colocadas.

Las observaciones se hicieron utilizando binoculares (8 x 35, 10 x 50) y con la ayuda de guías especializadas para asegurar la identificación correcta de las especies (Pyle *et al.* 1987, Peterson & Chalif 1989, Howell & Webb 1995, National Geographic Society 2006). Se utilizó la clasificación de Stotz *et al.* (1996) para determinar la dependencia de las especies de aves al bosque. Esta clasificación incluye una lista de hábitats en los cuales están presentes cada una de las especies de aves en orden de importancia, considerando sólo a las especies para las cuáles el bosque de coníferas (bosque de pino y pino-encino) es el hábitat primario, secundario o terciario. La estacionalidad se basó en las observaciones realizadas en campo y como complemento se consultaron los criterios de Howell & Webb (1995): residente, residente de verano, transitoria, visitante de invierno y ocasional. La abundancia relativa de las especies se basó en las categorías de Pettingil (1969): abundante (más de 16 individuos registrados diariamente), común (11 a 15 individuos), moderadamente común (de 7 a 10 individuos), poco común (4 a 6 individuos) y rara (1 a 3 individuos). El endemismo se determinó con base en Navarro y Benítez (1993), American Ornithologists' Union (AOU 2012) y González-García & Gómez de Silva (2003). Las categorías de riesgo se establecieron siguiendo a la NOM-SEMARNAT-059-2010 (SEMARNAT 2010). El ordenamiento sistemático de las especies sigue la propuesta por AOU (2012) y suplementos adicionales (Chesser *et al.* 2012). Para estimar la representatividad del inventario avifaunístico, se estimó la riqueza total esperada con base en modelos no paramétricos tomando como unidad los días de muestreo (Chao-1, Chao-2, Jackknife-1, Jackknife-2, Bootstrap; Chadzon *et al.* 1998) utilizando el programa EstimateS Ver. 8 (Colwell 2006).

Para evaluar la importancia relativa ( $I_j$ ) de los hábitats para la conservación de las especies de bosque, se utilizó el índice desarrollado por Petit y Petit (2003), que consiste en un puntaje acumulativo  $I_j = \sum_{i=1}^n V_i P_{ij}$ , donde  $v_i$  es el puntaje de vulnerabilidad

para cada especie, el cual representa el atributo de sensibilidad a disturbios o cambios ambientales provocados por las actividades antropogénicas que puede ser baja=1, media=2 o alta=3 de acuerdo con Stotz *et al.* (1996);  $n$  es el número de especies y  $p_{ij}$  es la preferencia relativa, calculada como la proporción del número total de individuos de la especie  $i$  detectado en el hábitat  $j$ . Por lo tanto, para cada especie,  $p_{ij}$  varía entre 0 y 1 dentro del hábitat y suma 1 entre todos los hábitats. El índice de importancia se aplica exclusivamente para establecer el valor de conservación de un hábitat modificado con respecto al hábitat original de un sitio de estudio (Petit & Petit 2003). En nuestro caso, este contexto se basa en la capacidad de un hábitat de sustentar proporciones importantes de individuos de especies típicas de bosque de coníferas, el hábitat original de la zona de estudio, que es de interés por las diversas actividades antropogénicas que se realizan en el área. Con los datos de riqueza y abundancia se determinó la diversidad y la equidad para cada hábitat utilizando los índices de Shannon ( $H'$ ) y Simpson ( $\lambda$ ). Las diferencias en la riqueza y diversidad de especies fueron evaluadas utilizando una prueba de  $t$  de Student (Krebs 1989, Brower *et al.* 1998). Para los valores de abundancia de las especies se utilizó la prueba de  $U$  de Mann-Whitney para determinar si existieron diferencias en las abundancias de las especies por hábitat, excluyendo especies que fueron registradas una sola vez. No se consideró al ambiente acuático en los análisis, ya que algunos de ellos son temporales. Se utilizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA de una vía,  $P < 0.05$ ) para determinar si existieron diferencias entre hábitats con base al índice de importancia para la conservación.

## RESULTADOS

Se registraron un total de 129 especies (Anexo 1). De éstas, 90 corresponden a especies residentes, 31 a especies migratorias de invierno, siete a especies transitorias y una especie ocasional. El bosque de coníferas fue el hábitat que presentó los valores más altos de riqueza (68 especies), seguido de las áreas de cultivo (48 especies) y las áreas de cultivo con remanentes de bosque o con árboles dispersos (38 especies). De igual forma, el bosque de coníferas presentó los valores más altos de riqueza y diversidad tanto en la época seca (44 especies,  $H' = 3.22$ ,  $E' = 0.97$ ,  $\lambda = 0.049$ ) como en lluvias (32 especies,  $H' = 3.10$ ,  $E' = 0.93$ ,  $\lambda = 0.040$ ; Cuadro 1). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los valores de riqueza y diversidad entre épocas del año ( $P > 0.05$ ; Cuadro 1). Mientras, que al comparar la diversidad entre hábitats sólo se encontraron diferencias significativas entre el bosque de coníferas con respecto a cultivos ( $t_{1998(2)} = 13.88$ ,  $P < 0.05$ ), áreas urbanas y suburbanas ( $t_{1554(2)} = 6.74$ ,  $P < 0.05$ ), zacatonal con remanentes de bosque ( $t_{1502(2)} = 5.70$ ,  $P < 0.05$ ) y áreas de pastoreo/pastizal con remanentes de bosque o con árboles dispersos ( $t_{1536(2)} = 6.37$ ,  $P < 0.05$ ). Del total de especies registradas en el bosque de coníferas (68 especies), 32 fueron especies exclusivas al bosque, seguido de las áreas de cultivo con 11 especies exclusivas

**Cuadro 1.** Comparación de los valores de riqueza, diversidad, equidad y composición en los diferentes hábitats en la época seca y de lluvias.

	Tipo de hábitat <sup>†</sup>													
	Época seca <sup>o</sup>							Época de lluvias <sup>†</sup>						
	Bc	Rb	C	Ur	P	Ac	Z	Bc	Rb	C	Ur	P	Ac	Z
Riqueza de especies	44	28	33	19	20	9	14	32	23	26	14	17	10	11
Número de individuos														
H'	3.22	3.14	3.17	2.97	2.99	2.85	2.97	3.10	3.02	3.04	2.94	2.96	2.85	2.91
E'	0.97	0.95	0.96	0.88	0.91	0.86	0.86	0.93	0.90	0.91	0.87	0.88	0.81	0.82
H'max	3.26	3.20	3.22	3.11	3.09	3.06	3.05	3.12	3.08	3.06	3.01	3.02	2.98	3.00
$\lambda$	0.049	0.033	0.035	0.025	0.028	0.022	0.023	0.040	0.029	0.031	0.020	0.023	0.020	0.021
Especies exclusivas	22	3	9	2	2	13		17	2	8	2	2	12	
Especies residentes	26	16	21	10	11	2	10	20	14	17	10	9	1	8
Especies migratorias	18	12	12	9	9	7	4	12	9	9	4	8	9	3

<sup>†</sup>Tipo de hábitat: Bosque de coníferas (Bc), Ambientes acuáticos (Ac), Cultivos (C), áreas urbanas y suburbanas (Ur), Zacatonal con remanentes de bosque (Z), áreas de pastoreo/pastizal (P), áreas de cultivos con remanentes de bosque o con árboles dispersos (Rb).

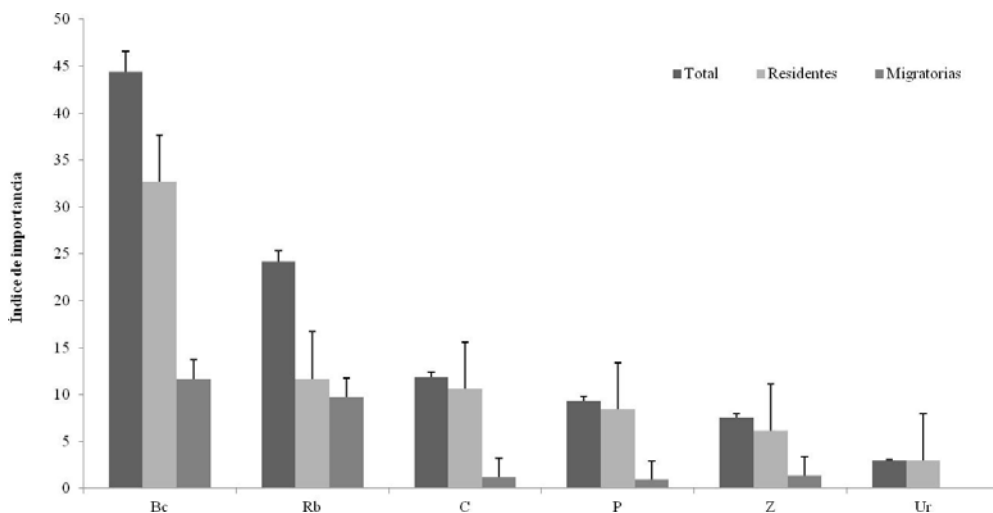
<sup>o</sup>Época seca: de noviembre a mayo.

<sup>†</sup>Época de lluvias: de junio a octubre.

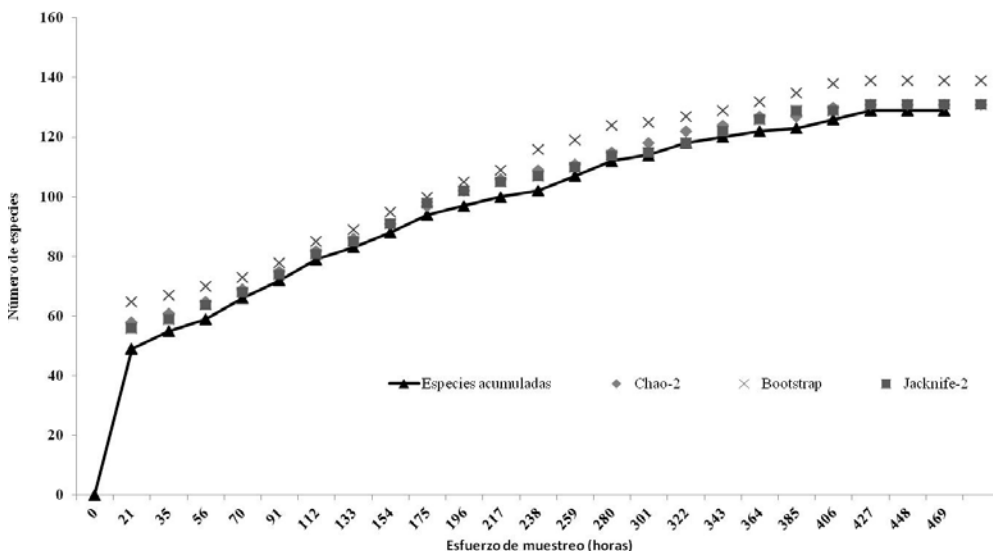


y las áreas de cultivo con remanentes de bosque o con árboles dispersos con cuatro especies exclusivas. El índice de importancia del bosque de coníferas ( $I_j=44.38$ ) fue mayor que en las áreas de cultivos con remanentes de bosque o con árboles dispersos ( $I_j=24.15$ ) y zacatonal con remanentes de bosque ( $I_j=7.55$ ) (Fig. 3), por contener una mayor abundancia de especies consideradas relativamente vulnerables a la perturbación (Stotz *et al.* 1996, Petit & Petit 2003). Estas diferencias fueron significativas entre el bosque y los otros hábitats considerando todas las especies tanto residentes como migratorias (ANOVA  $P<0.05$ ), con excepción de los cultivos con remanentes de bosque o con árboles dispersos ( $P>0.05$ ; Fig. 3). Mientras que las áreas urbanas/suburbanas y las áreas de pastoreo/pastizal con remanentes de bosque o con árboles dispersos presentaron valores de importancia bajos.

Se registraron nueve especies endémicas (*Anas platyrhynchos diazi*, *Atthis heloisa*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Catharus occidentalis*, *Oreothlypis superciliosa*, *Geothlypis nelsoni*, *Cardellina rubra*, *Arremon virenticeps*, *Icterus abeillei*) y cuatro cuasiendémicas al país (*Empidonax affinis*, *Poecile sclateri*, *Ptilogonys cinereus*, *Junco phaeonotus*), pero ninguna de ellas es exclusivamente endémica a Tlaxcala. En el bosque de coníferas se presentó el mayor número de especies endémicas (seis; *Atthis heloisa*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Catharus occidentalis*, *Geothlypis superciliosa*, *Cardellina rubra* y *Arremon virenticeps*), seguido por las áreas de cultivo con remanentes de bosque o con árboles dispersos con tres (*Geothlypis superciliosa*, *G. nelsoni* e *Icterus abeillei*) (Anexo 1), siendo *Cardellina rubra* y *Arremon virenticeps* las únicas especies endémicas registradas durante todos los meses a lo largo del periodo de estudio. Del total de especies, seis se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059: *Anas platyrhynchos diazi* enlistada como Amenazada; y *Tachybaptus dominicus*, *Cyrtonyx montezumae*, *Accipiter striatus*, *Buteo swainsoni* y *Myadestes occidentalis* como Bajo Protección Especial. En cuanto a la abundancia, se encontraron 49 especies raras, 47 poco comunes, 20 moderadamente comunes y dos abundantes (Anexo 1). Las especies más abundantes durante el estudio fueron *Junco phaeonotus* y *Carpodacus mexicanus*. Las únicas especies que presentaron diferencias en su abundancia por hábitat fueron *Zenaida macroura* siendo más abundante en las áreas de cultivo ( $U=9.000$ ,  $P<0.05$ ), *Melanerpes formicivorus* ( $U=8.000$ ,  $P<0.05$ ) más abundante en las áreas de cultivos con remanentes de bosque o con árboles dispersos y *Spinus pinus* más abundante en el bosque de coníferas ( $U=8.000$ ,  $P<0.05$ ). Por otro lado, las especies con menor abundancia fueron *Calidris minutilla*, *Megascops trichopsis*, *Eugenius fulgens* y *Catharus guttatus*, por mencionar algunas (Anexo 1). Los análisis de las curvas de acumulación de especies (Fig. 2), sugieren que la riqueza de especies esperada en el área de estudio representa 98% de la avifauna (total esperado: 131 especies), siendo Chao-2 y Jackknife-2 los estimadores que mostraron los valores de riqueza de especies más cercanos al observado. Después de realizar una revisión del listado de aves de Fernández *et al.* (2007) que reporta una riqueza de es-



**Figura 2.** Comparación del índice de importancia entre hábitats. Hábitats: Bosque de coníferas (Bc), Cultivos (C), áreas urbanas y suburbanas (Ur), Zacatonal con remanentes de bosque (Z), áreas de pastoreo/pastizal con remanentes de bosque o con árboles dispersos (P), áreas de cultivos con remanentes de bosque o con árboles dispersos (Rb).



**Figura 3.** Curvas de acumulación de especies de aves esperadas mediante estimadores no paramétricos, en función del esfuerzo de muestreo en el municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista, Tlaxcala.

pecies de aves de 241 para Tlaxcala, de la riqueza total de especies reportadas en este estudio, 14 son adiciones para el listado de aves de Tlaxcala (anteriormente citadas por Ramírez-Albores 2012), ya que no habían sido reportadas (*Ardea alba*, *Buteo swainsoni*, *Atthis heloisa*, *Corvus corax*, *Baeolophus wollweberi*, *Setophaga fusca*, *Cardellina rufifrons*, *Pooecetes gramineus* y *Ammodramus savannarum*) y algunas representan ampliaciones en su distribución (*Trogon mexicanus*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Mitrephanes phaeocercus*, *Arremon viretriceps* y *Spinus notatus*).

## DISCUSIÓN

Las 129 especies registradas representan el 53% de la avifauna de Tlaxcala (Fernández *et al.* 2007). La adición de 14 especies mencionadas anteriormente y reportadas por Ramírez-Albores (2012), representan un incremento del 5.8% de la avifauna registrada para el estado. A pesar de los esfuerzos que a la fecha se han hecho por conocer la avifauna en Tlaxcala (Gómez 2002, Lara 2006, Torres 2007, Fernández *et al.* 2007, Fonseca *et al.* 2012, Ramírez-Albores 2012), algunas zonas relevantes dentro del estado aún no cuentan con estudios faunísticos exhaustivos. En términos comparativos, la riqueza de aves reportada para el municipio de Nanacamilpa es mayor que la encontrada para La Malinche (111 especies; Windfield 2005), a pesar de que ambas cuentan con los mismos tipos de hábitats, se encuentran en el mismo estado y a una distancia aproximada de 70 km. Otra diferencia, es la presencia de seis especies endémicas en Nanacamilpa de las cuales sólo tres se encuentran referidas a La Malinche, y además la presencia de nueve especies enlistadas en la NOM-059 en Nanacamilpa de las cuales sólo cuatro se encuentran referidas a La Malinche (Windfield 2005). A pesar de estas diferencias, La Malinche está catalogada como un área natural protegida y Nanacamilpa cuenta con una baja proporción de vegetación original debido a que en la zona se realizan actividades tales como la agricultura de temporal, aprovechamiento forestal y pastoreo, lo que en conjunto puede estar determinando la relativamente mayor riqueza avifaunística. De forma similar que La Malinche, Nanacamilpa presenta una riqueza relativamente mayor que otras zonas en Tlaxcala, como Sierra de Tlaxco-Terranete con 26 especies (Fernández *et al.* 2007), Presa Atlangatepec-Lago Jalnene con 102 especies (Corona & Orozco 1990, Pérez & Badillo 1996 citadas por Fernández *et al.* 2007) y Barranca Huehutitla con 80 especies (Cervantes & Vásquez 2002). De acuerdo con Villa *et al.* (2008), en México la diferencia de escalas para el reconocimiento de prioridades en conservación ha conducido a ignorar áreas importantes durante la planeación y creación de áreas naturales protegidas (ANP's), ya que áreas relativamente pequeñas pero que contienen una gran diversidad biológica, son frecuentemente ignoradas cuando se establecen prioridades de conservación a escalas estatales y/o nacionales (SEMARNAP 1996).

El bosque de coníferas presentó la mayor riqueza, abundancia y diversidad en comparación con los otros hábitats y entre épocas del año. MacArthur & MacArthur

(1961) y Nosedal (1984) señalan que la riqueza y diversidad se puede deber a la heterogeneidad ambiental o a la complejidad estructural de la vegetación, es decir, que al aumentar la complejidad también lo hacen los valores de dichos atributos. Contrario a los resultados del presente estudio donde se registró un mayor riqueza y diversidad en el bosque de coníferas en estado maduro, Almazán-Núñez *et al.* (2009) encontraron una mayor riqueza y diversidad en un bosque en regeneración, aunque cabe mencionar que estos autores realizaron las comparaciones en un bosque templado con diferentes estados sucesionales. Similar a lo encontrado por los autores anteriores, Ugalde-Lezama *et al.* (2010, 2012) encontraron una mayor riqueza y diversidad en un bosque templado perturbado, atribuyéndolo a que la fisonomía vegetal influye en la dinámica y diversidad de aves. Sin embargo, el hecho de que un bosque templado perturbado soporte un mayor número de especies que uno conservado no implica que el primero sea más importante para el mantenimiento de sus poblaciones, ya que en este puede haber un mayor número de especies oportunistas que exclusivas y/o endémicas a un bosque conservado. De igual forma, en bosques tropicales en estado sucesional se ha registrado una mayor riqueza y diversidad, y esto obedece a los cambios en la vegetación y a los movimientos temporales de las aves debido a la disponibilidad de alimento (Blake & Loiselle 2001, Bojorges & López-Mata 2005). En lo que respecta a la abundancia de aves en mi área de estudio, sólo dos especies fueron abundantes (*Junco phaeonotus* y *Carpodacus mexicanus*), mientras que 96 especies fueron poco comunes y raras. De forma similar a este estudio, Almazán-Núñez *et al.* (2009) encontraron una mayor proporción de especies raras que abundantes. En general, la composición de especies no varió de forma significativa a lo largo del año, aunque sí se presentaron mayores valores de riqueza, diversidad y abundancia de las especies durante la época seca, disminuyendo en la época de lluvias. Esta variación temporal de la riqueza, abundancia y diversidad de especies se relaciona de manera importante con el componente migratorio de las aves, por lo que se presenta un mayor número de especies y abundancia por especie durante la época seca, y disminuyendo en los meses de inicio de la época de lluvias, periodo en el que normalmente no están presentes un número importante de especies migratorias.

Para la riqueza esperada en la localidad, existió una buena aproximación entre la riqueza observada y estimada, ya que con los estimadores Chao-2 y Jackknife-2 se alcanzó un 98% de la riqueza esperada; al considerar el estimador Bootstrap, se inventarió el 92% de las especies (Fig. 2). Esto sugiere que el inventario es razonablemente completo, ya que el porcentaje sugerido para considerar a un inventario completo es de 94% (Clench 1979), además incluye la mayoría de las especies representativas de la comunidad (Gómez de Silva & Medellín 2001). Por otro lado, al igual que sucede con la riqueza, el endemismo en la zona (13 especies incluyendo cuatro cuasiendémicas) representa un número medio considerando que el área de estudio se encuentra en una región caracterizada por la alta concentración de especies endémicas (28 es-

pecies; Navarro *et al.* 2007). Comparativamente, a pesar de que La Malinche es un área natural protegida, en ésta solo se encuentran reportadas seis especies endémicas o cuasiendémicas a México (*Empidonax affinis*, *Poecile sclateri*, *Catharus occidentalis*, *Geothlypis nelsoni*, *Cardellina rubra* y *Oriturus superciliosus*; Winfield 2005). La proporción de especies residentes (70%) coincide con la reportada para otras áreas dentro de la Faja Volcánica Transmexicana (Nocedal 1984; Cabrera 1995, 1999; Cabrera & Meléndez 1999, Bojorges 2004, Winfield 2005), con relación al de especies migratorias (24%).

La riqueza de aves puede considerarse alta en el municipio de Nanacamilpa tomando en cuenta otras zonas de la Faja Volcánica Transmexicana (Nocedal 1984, Meléndez 2000, Morales & Aguilar 2000, Bojorges 2004; Ugalde-Lezama *et al.* 2010, 2012) y mayor con respecto a otras zonas en Tlaxcala, como el Parque Nacional La Malinche con una cobertura del 7.8% de la superficie estatal (Gómez 2002, Winfield 2005) y Huehuetitla 0.2% de la superficie estatal (Cervantes & Vásquez 2002). En particular, si se considera que el municipio de Nanacamilpa cubre aproximadamente el 2.4% de la superficie estatal (INAFED 2008). Sin embargo, se enfatiza que a pesar de que existen fuertes perturbaciones como la agricultura y el aprovechamiento forestal, estas diferencias en la riqueza avifaunística pueden ser producto de que la zona de estudio se encuentra a las faldas del Volcán Tláloc e Iztaccíhuatl-Popocatepetl que son áreas naturales protegidas y que contienen una cobertura representativa de vegetación original. Probablemente lo anterior permita que una gran cantidad de especies de aves utilicen este sitio como un corredor biológico o de paso hacia otras zonas boscosas. De acuerdo a los resultados, los hábitats modificados estudiados tienen valores de importancia inferiores en comparación con el bosque (Fig. 2). Este resultado se explica al evaluar la composición de especies, la cual es diferente entre hábitats, y por el hecho de que se encontró un mayor número de especies con sensibilidad media (35 especies) y baja (30 especies) a la perturbación en el bosque de coníferas, que las encontradas en los otros hábitats (<22 especies; Stotz *et al.* 1996). Además, de tres especies con sensibilidad alta que fueron exclusivas del bosque de coníferas (*Megascops trichopsis*, *Regulus calendula*, *Arremon virenticeps*). De utilizarse solamente como criterios de evaluación el número de especies o la abundancia de todas las especies sin tomar en cuenta las diferencias en composición y sin discriminar si eran especies dependientes o no de bosque, se hubiera concluido erróneamente que las áreas de cultivo con remanentes de bosque o con árboles dispersos al igual que las áreas de pastizal/pastoreo con remanentes de bosque o con árboles dispersos son también hábitats importantes para las especies de bosque. Estos dos hábitats, a pesar de contener relativamente altos números de especies e individuos de aves en comparación con los demás hábitats, tienen bajos valores de conservación para las especies de bosque. Resultados similares fueron encontrados por Petit & Petit (2003) y Cerezo *et al.* (2009) en bosque tropicales de Centroamérica. Por lo tanto, es claro que la conservación de

grandes extensiones de hábitat nativo debe seguir siendo la prioridad de conservación en esta región, debido a que es más probable que la población de una especie se mantenga en un sitio grande que en uno más pequeño, y en un sitio más cercano a otro ecológicamente parecido, que en uno más lejano. Sin embargo, en ciertos casos puede ser más fácil lograr la protección de sitios de extensión relativamente pequeña como nuestra zona de estudio (Nanacamilpa, Tlaxcala), con aproximadamente 10 años con manejo forestal y ecoturístico y más de 60 años con esta conformación de hábitats. El bosque de coníferas del municipio de Nanacamilpa representa un área de importancia para la conservación de las aves en México debido a su riqueza de especies, y a la presencia de especies endémicas (nueve especies) y bajo algún estatus de conservación (seis especies). El inventario aquí presentado podría ser considerado representativo para la zona de estudio y puede servir como referencia para futuras investigaciones que se realicen en la región de la Faja Volcánica Transmexicana y en particular para el estado de Tlaxcala.

**AGRADECIMIENTOS.** A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza-UNAM campus II por el apoyo y facilidades otorgadas. A la comunidad de San Felipe Hidalgo y al Parque Ecoturístico Piedra Canteada por las facilidades otorgadas y el apoyo en las actividades de campo. A C. Pérez, L. F. Garduño, J. C. Gutiérrez, A. Alamán y J. I. Villar por la ayuda y apoyo en campo. Al Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias-UNAM por el apoyo en la consulta de la base de datos de la colección. A dos revisores anónimos que mejoraron sustancialmente una primera versión.

## LITERATURA CITADA

- Aldrich, J. W. & Baer, K. P.** 1970. Status and speciation in the Mexican duck (*Anas diazi*). *Wilson Bulletin*, 82:63-73.
- Almazán-Núñez, R. C., Puebla-Olivares, F. & Almazán-Juárez, A.** 2009. Diversidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 25:123-142.
- American Ornithologist' Union (AOU).** 2012. Check-list of North American birds. 7<sup>th</sup> ed. <http://www.aou.org>.
- Arellano, T. M. C., Pulido, P. & Pineda, V.** 1983. *Estudio básico y biológico de la codorniz (Cyrtonyx montezumae) en el estado de Tlaxcala*. Tesis de Maestría, Departamento de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Ixtacuixtla, Tlaxcala.
- Arizmendi, M.C. & Márquez, L.** 2000. *Áreas de importancia para la conservación de las aves en México*. Cipamex. México.
- Becerril, G. M.** 2001. *Contribución al estudio del ojilumbre mexicano Junco phaeonotus (Aves: Emberizidae) en el Parque Nacional Malinche, Tlaxcala*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Blake, J. G. & Loiselle, B. A.** 2001. Bird assemblages in second-growth and old-growth forest, Costa Rica: perspectives from mist nets and point counts. *Auk*, 118:304-326.
- Bojorges B., J.** 2004. Riqueza de aves de la región noreste de la Sierra Nevada, Estado de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 20: 15-29.
- Bojorges B., J. & López-Mata, L.** 2005. Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 21:1-20.

- Brower, J. E., Zar, J. H. & von Ende, C. N.** 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. 4<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill. USA.
- Cabrera G., L.** 1995. *Ecología compartida de dos comunidades de aves en un bosque templado del Ajusco medio*. D. F. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Cabrera G., L.** 1999. *La avifauna del sur del Valle de México: aplicación de un enfoque sinecológico-paisajístico para su conservación*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Cabrera G., L. & Meléndez, A.** 1999. Las aves de la región de montaña del sur de la Cuenca de México. Pp. 111-139. In: Velázquez, A. & Romero, F. J. (Comps.). *Biodiversidad de la región de montaña del sur de la cuenca de México*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco-Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. México, D. F.
- Cerezo, A., Robbins, C. S. & Dowell, B.** 2009. Uso de hábitats modificados por aves dependientes de bosque tropical en la región caribeña de Guatemala. *Revista de Biología Tropical*, 57:401-419.
- Cervantes M., J. & Vásquez, S.** 2002. *Importancia de la barranca de Huehuetlta Tlaxcala como refugio de ornitofauna*. Tesis de Licenciatura, Departamento de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Ixtacuixtla, Tlaxcala.
- Chadzon, R. L., Colwell, R. K., Denslow, J. S. & Guariguata, M.** 1998. Statistical estimation of species richness of woody regeneration in primary and secondary rainforest of NE Costa Rica. Pp. 285-309. In: F. Dallmeier and J. Comisky (Eds.). *Forest Biodiversity in North, Central, and South America and the Caribbean: Research and Monitoring*. Parthenon Press. Paris, France.
- Challenger, A.** 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. Conabio-Instituto de Biología, UNAM-Agrupación Sierra Madre. México, D.F.
- Chesser, R. T., Banks, R. C., Barker, F. K., Cicero, C., Dunn, J. L., Kratter, A. W., Lovette, I. J., Rasmussen, P. C., Remsen Jr., J. V., Rising, J. D., Stotz, D. F. & Winker, K.** 2012. Fifty-third supplement to the American Ornithologist' Union check-list of North American Birds. *Auk*, 129: 573-588.
- Clench, H. K.** 1979. How to make regional lists of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterists Society*, 33:216-231.
- Colwell, R. K.** 2006. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples (version 8.0). User's guide and application. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- CONABIO** (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1999. Ecorregiones de México. Escala 1:1 000 000. Documento electrónico. <http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl>
- Cox, U. O.** 1895. A collection of birds from Mount Orizaba, Mexico. *Auk*, 12: 356-359.
- Dickerman, R.** 1971. Notes on various rails in Mexico. *Wilson Bulletin*, 83: 49-56.
- Enríquez R., P., Rangel-Salazar, J. L. & Holt, D. W.** 1993. Presence and distribution of Mexican owls: a review. *Journal of Raptor Research*, 22: 154-160.
- Fernández, J. A., Windfield, J. C. & Corona, M. C.** 2007. Tlaxcala. Pp. 137-164. In: Ortiz-Pulido, R., Navarro, A., Gómez de Silva, H., Rojas-Soto, O. & Peterson, T. A. (Eds.). *Avifaunas Estatales de México*. Cipamex. Pachuca, Hidalgo.
- Fonseca, J., Pérez, M. J., Cruz, M., Porras, B., Hernández, E., Martínez, J. L. & Lara, C.** 2012. Aves acuáticas de la laguna de Acuitlapilco, Tlaxcala, México. *Huitzil*, 13: 104-109.
- García-Trejo, E. & Navarro, A. G.** 2004 Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 20:167-185.
- Goldman, E. A. & Moore, R. T.** 1945. The biotic provinces of Mexico. *Journal of Mammalogy*, 26: 347-360.

- Gómez, G.** 2002. *Descripción de las comunidades de aves del Volcán Malinche, Tlaxcala*. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Gómez de Silva, H. & Medellín, R.** 2001. Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: case-study of Mexican land birds. *Conservation Biology*, 15:1384-1395.
- González-García, F. & Gómez de Silva, H.** 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Pp. 150-194. *In: Gómez de Silva, H. y Oliveras de Ita, A. (Eds.). Conservación de Aves. Experiencias en México*. National Fish and Wildlife Foundation-Conabio. México, D. F.
- Halfpter, G.** 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomológica Mexicana*, 35: 1-64.
- Hommer, D. Y. D.** 2002. *Estudio preliminar de aves y mamíferos en la Cañada "Grande" en el Parque Nacional "La Malinche", Tlaxcala*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Howell, S. N. G. & Webb, S.** 1992. A little-known cloud forest in Hidalgo, Mexico. *Euphonia*, 1: 7-11.
- Howell, S. N. G. & Webb, S.** 1994. Occurrence of snowy and collared plovers in the interior of Mexico. *Western Birds*, 25: 146-150.
- Howell, S. N. G. & Webb, S.** 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press. New York.
- Hutto, R.L., Pletschet, S.M. & Hendricks, P.** 1986. A fixed-radius point count method for non-breeding and breeding season use. *Auk*, 103: 593-602.
- INAFED** (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2008. Enciclopedia de los municipios de México: Nanacamilpa de Mariano Arista, Tlaxcala. INAFED-Gobierno del Estado de Tlaxcala. <http://www.e-local.gob.mx>.
- INEGI** (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. Marco Geoestadístico Municipal, II Censo de Población y Vivienda 2005 (MGM-II Censo 2005) Versión 1.0. <http://www.cuentame.inegi.org.mx>.
- Krebs, C. J.** 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers. New York.
- Lara, C.** 2006. Temporal dynamics of flower use by hummingbirds in a highland temperate forest in Mexico. *Ecoscience*, 13: 23-29.
- Lara, C. & Ornelas, J. F.** 2008. Pollination ecology of *Pentstemonroseus* (Plantaginaceae), an endemic perennial shifted toward hummingbird specialization? *Plant Systematics and Evolution*, 271: 223-237.
- MacArthur, R. H. & MacArthur, W.** 1961. On bird species diversity. *Ecology*, 42:594-598.
- Meléndez H. A.** 2000. AICA 223 Volcanes Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Pp. 275-276. *In: Arizmendi, M. C. & Márquez, L. (Eds.). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. Cipamex. México, D. F.
- Moore, R. T.** 1945. The transverse volcanic biotic province of Central Mexico and its relationships to adjacent provinces. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, 10: 217-236.
- Morales M., J. & Aguilar, S. H.** 2000. Avifauna del Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 2: 35-40.
- National Geographic Society.** 2006. *Field guide to the birds of North America*. 5<sup>th</sup> ed. National Geographic Society. Washington, D. C.
- Navarro, A. G. & Benítez, H.** 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Ciencias*, 7:45-54.
- Navarro, A. G., Lira, A., Peterson, A. T., Oliveras de Ita, A. & Gordillo, A.** 2007. Diversidad, endemismo y conservación de las aves. Pp. 461-783. *In: Luna, I., Morrone, J. J. & Espinosa, D. (Eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. UNAM. México, D. F.



- 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.
- Peterson, R. T. & Chalif, E. L.** 1989. *Aves de México: Guía de campo*. Ed. Diana. México, D. F.
- Petit, L. J. & Petit, D. R.** 2003. Evaluating the importance of human-modified lands for neotropical bird conservation. *Conservation Biology*, 17:687-694.
- Pettingil, O. S. Jr.** 1969. *Ornithology in laboratory and field*. Burgess. Minneapolis, Minnesota, USA.
- Phillips, A. R. & Dickerman, R. W.** 1957. Notes of the song sparrows of the Mexican Plateau. *Auk*, 74: 376-382.
- Pyle, P., Howell, S. N. G., Yumick, R. P. & DeSante, D. F.** 1987. *Identification guide to North American passerines*. Bolinas, CA.
- Ralph, C. J., Saber, J. R. & Droege, S.** 1995. *Monitoring bird populations by point counts*. General Technical Report PSW-GTR-149. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Albany, CA.
- Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. & Fa, J. (Eds.)**. 1993. *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press. Oxford.
- Ramírez-Albores, J. E.** 2012. Distributional records for birds from Tlaxcala, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 57:108-110.
- Reyes, G. S. R.** 1993. *Densidad de población, reproducción, uso de la vegetación y hábitos alimenticios del chipe orejas de plata Ergaticus ruber (Aves: Emberizidae) en el volcán Malinche, Tlaxcala*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Rojas-Soto, O. & Oliveras de Ita, A.** 2005. Los inventarios avifaunísticos: reflexiones sobre su desarrollo en el neotrópico. *Ornitología Neotropical*, 16:441-445.
- SEMARNAP** (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1996. *Programa de áreas naturales protegidas de México 1995-2000*. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP. México, D. F.
- SEMARNAT** (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010. México.
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker III, T. A. & Moskovits, D. K.** 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press. Chicago.
- Sutton, G. M. & Burleigh, T. D.** 1942. Birds recorded in the Federal District and states of Puebla and Mexico by 1939 example expedition. *Auk*, 59: 418-423.
- Torres, D. T.** 2007. *Efecto de la herbivoría en la interacción entre colibríes y el arbusto distílico Boerhaavia ternifolia (Rubiaceae): experimentos de campo en La Malinche, Tlaxcala*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara, J. L., Valdez, J. I., Ramírez, G., Velázquez, J. & Tarango, L. A.** 2010. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *Agrociencia*, 44: 159-169.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara, J. L., Tarango, L. A., Ramírez, G. & Mendoza, G.** 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.
- Villa B., B., Rojas-Soto, O., Colodner, A. G. & Tejeda, C.** 2008. Inventarios municipales de avifauna y su aplicación a la conservación: el caso de Zacapoaxtla, Puebla, México. *Ornitología Neotropical*, 19: 531-551.
- Warner, D. W. & Dickerman, R. W.** 1959. The status of *Rallus elegans tenuirostris* in Mexico. *Condor*, 61: 49-51.

- Williams, S. O.** 1989. Notes on the rail *Rallus longirostris* in the highlands of the Central Mexico. *Wilson Bulletin*, 101: 107-120.
- Windfield, P. J. C.** 2001. *Diagnóstico de la avifauna en la región oriente del Parque Nacional Malintzi a través de un estudio ecológico y del conocimiento tradicional*. Tesis de Licenciatura, Departamento de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Ixtacuixtla, México.
- Windfield, P. J. C.** 2005. Aves. Pp. 115-136. In: Fernández, J. A. & López, J. C. (Comps.). *Biodiversidad del Parque Nacional La Malinche*. Coordinación General de Ecología. Gobierno del Estado de Tlaxcala. Tlaxcala, México.

## ANEXO 1

Listado sistemático de la avifauna registrada en el municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista, Tlaxcala, México.

Tipo de registro: Visual/avistamiento directo (A), Auditivo (Au), Fotográfico (F), Captura (C), Ejemplar de referencia depositado en colecciones (Co). Tipo de hábitat: Bosque de coníferas (Bc), Ambientes acuáticos (Ac), Cultivos (C), áreas urbanas y suburbanas (Ur), Zacatonal con remanentes de bosque (Z), áreas de pastoreo/pastizal con remanentes de bosque o con árboles dispersos (P), áreas de cultivos con remanentes de bosque o con árboles dispersos (Rb). Mes de registro: enero (Ene), febrero (Feb), marzo (Mar), abril (Abr), mayo (May), junio (Jun), julio (Julio), agosto (Ago), septiembre (Sep), octubre (Oct), noviembre (Nov) y diciembre (Dic).

	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Residente	Poco común	Endémica	Amenazada	A	Sep a Ene	Ac
<i>Anas clypeata</i>	Visitante de invierno	Moderadamente común			A, F	Sep a Ene	Ac
<i>Aythya affinis</i>	Visitante de invierno	Moderadamente común			A, F	Sep a Ene	Ac
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Visitante de invierno	Poco común		Bajo protección especial	A	Sep a Feb	Ac
<i>Podiceps nigricollis</i>	Residente	Moderadamente común			A, F	Sep a Feb	Ac
<i>Ardea alba</i>	Visitante de invierno	Rara			A, F	Mar a Dic	Ac
<i>Ardea herodias</i>	Visitante de invierno	Rara			A, F	Sep a Ene	Ac
<i>Bubulcus ibis</i>	Residente	Moderadamente común			A, F	A lo largo del año	C
<i>Egretta thula</i>	Visitante de invierno	Poco común			A, F	Oct a Feb	Ac
<i>Colaptes auratus</i>	Residente	Rara			A, F	A lo largo del año	Bc, C, Ur
<i>Accipiter striatus</i>	Residente	Rara		Bajo protección especial	A	A lo largo del año	C, P

	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Circus cyaneus</i>	Visitante de invierno	Rara			A, F	Sep a Feb	C, P
<i>Buteo jamaicensis</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	Bc, Rb, C, P, Z
<i>Buteo swainsonii</i>	Transitoria	Rara		Bajo protección especial	A, Au	Abr, Jun, Ago, Oct, Nov	Bc, C
<i>Falco sparverius</i>	Visitante de invierno	Rara			A	Sep a Feb	C, P
<i>Cyrtornyx montezumae</i>	Residente	Rara		Bajo protección especial	A, Au	A lo largo del año	Bc, Rb, C, Z
<i>Actitis macularia</i>	Visitante de invierno	Poco común			A, F, Au	Sep a feb	Ac
<i>Calidris minutilla</i>	Visitante de invierno	Rara			A	Oct a Ene	Ac
<i>Charadrius vociferus</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	Ac
<i>Tringa solitaria</i>	Visitante de invierno	Rara			A	Sep a Feb	Ac
<i>Tringa melanoleuca</i>	Visitante de invierno	Rara			A	Sep a Feb	Ac
<i>Fulica americana</i>	Residente	Común			A, F	A lo largo del año	Ac
<i>Columba livia</i>	Residente	Común			A, Au	A lo largo del año	Ur
<i>Patagioenas fasciata</i>	Residente	Poco común			A, Au	A lo largo del año	Bc

	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Zenaida macroura</i>	Residente	Moderadamente común			A, Au	A lo largo del año	Rb, C, P
<i>Columbina inca</i>	Residente	Común			A, F, Au	A lo largo del año	Ur, C, P
<i>Tyto alba</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	Ur, C
<i>Megascops trichopsis</i>	Residente	Rara			A	A lo largo del año	Bc
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Residente	Poco común			A, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Hylocharis leucotis</i>	Residente	Poco común			A	A lo largo del año	Bc
<i>Lampornis clemenciae</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Aethya heloisa</i>	Residente	Rara	Endémica		A, Au	Jul a Oct	Bc, P
<i>Calothorax lucifer</i>	Residente	Poco común			A	A lo largo del año	Rb, C
<i>Colibri thalassinus</i>	Residente	Poco común			A	A lo largo del año	Rb, C
<i>Eugenes fulgens</i>	Residente	Rara			A	A lo largo del año	Bc
<i>Selasphorus platycercus</i>	Residente	Rara			A	A lo largo del año	Bc, P
<i>Selasphorus rufus</i>	Transitoria	Rara			A	Ago a Feb	Bc, P
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	Bc, Rb

	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Picoides scalaris</i>	Residente	Poco común			A, Au	A lo largo del año	Rb
<i>Picoides villosus</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	Bc, Rb
<i>Colaptes auratus</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Trogon mexicanus</i>	Residente	Rara			A, F, Au	Mar, Abr, Oct, Nov	Bc
<i>Megasceryle alcyon</i>	Visitante de invierno	Rara			A	Oct a Ene	Ac
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Residente	Rara	Endémica		A	Ago, Oct	Bc
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Residente	Rara			A, Au	Ago a Nov	Bc, Rb
<i>Contopus borealis</i>	Transitoria	Rara			A, Au	Ago a Dic	Bc
<i>Contopus pertinax</i>	Residente	Poco común			A, Au	A lo largo del año	Bc, Rb
<i>Empidonax affinis</i>	Transitoria	Poco común	Quasiendémica		A	Ago a Dic	Bc, Rb
<i>Empidonax fulvifrons</i>	Residente	Poco común			A	A lo largo del año	Bc, Rb
<i>Empidonax hammondi</i>	Visitante de invierno	Rara			A	Sep a Feb	Bc, Rb
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	Rb, C, Ur, P
<i>Sayornis nigricans</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	P
<i>Sayornis saya</i>	Visitante de invierno	Poco común			A, F, Au	Sep a Ene	P

	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Tyrannus vociferans</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	P, C, Ur
<i>Lanius ludovicianus</i>	Residente	Rara			A, F	A lo largo del año	P, C
<i>Hirundo rustica</i>	Residente	Común			A, F, Au	A lo largo del año	P, C, Ur
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Residente	Moderadamente común			A	A lo largo del año	P, C, Ur
<i>Tachycineta thalassina</i>	Residente	Moderadamente común			A	A lo largo del año	P, C, Ur
<i>Vireo bellii</i>	Transitoria	Rara			A	Sep a Ene	Bc, Rb
<i>Vireo huttoni</i>	Residente	Moderadamente común			A, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Residente	Moderadamente común			A, F, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Residente	Común			A, Au	A lo largo del año	Bc, P
<i>Corvus corax</i>	Residente	Rara			A, F, Au	Mar, Oct	Bc, Rb, C, P, Z
<i>Eremophila alpestris</i>	Residente	Moderadamente común			A, F, Au	A lo largo del año	P, C
<i>Poecile sclateri</i>	Residente	Poco común	Quasiendémica		A, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Baeolophus wollweberi</i>	Visitante de invierno	Poco común			A, Au	Oct a Mar	Bc
<i>Certhia americana</i>	Residente	Poco común			A, Au	A lo largo del año	Bc

	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Psaltiriparus minimus</i>	Visitante de invierno	Moderadamente común			A, Au	Sep a Feb	Bc, Rb
<i>Sitta carolinensis</i>	Residente	Poco común			A, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Sitta pygmaea</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Thryomanes bewickii</i>	Residente	Poco común			A, C, F, Au	A lo largo del año	Rb, C, Z
<i>Troglodytes aedon</i>	Visitante de invierno	Poco común			A, F, Au	Sep a Feb	Rb, C, Z
<i>Regulus calendula</i>	Visitante de invierno	Rara			A, Au	Sep a Feb	Bc
<i>Regulus satrapa</i>	Residente	Rara			A	A lo largo del año	Bc
<i>Polioptila caerulea</i>	Visitante de invierno	Poco común			A, Au	Sep a Feb	Bc, Rb
<i>Myadestes occidentalis</i>	Residente	Poco común		Bajo protección especial	A, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Sialia mexicana</i>	Residente	Moderadamente común			A	A lo largo del año	P, C
<i>Catharus guttatus</i>	Visitante de invierno	Rara			A	Sep a Feb	Bc, Z
<i>Catharus occidentalis</i>	Residente	Rara	Endémica		A, C, F	A lo largo del año	Bc, Z
<i>Turdus assimilis</i>	Residente	Poco común			A	A lo largo del año	Bc



	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Turdus migratorius</i>	Residente	Moderadamente común			A, Au	A lo largo del año	Bc, Rb, P
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Residente	Moderadamente común			A, F, Au	A lo largo del año	C, Ur
<i>Ptilogonys cinereus</i>	Residente	Poco común	Cuasiendémica		A, F, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Peucedramus taeniatus</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Visitante de invierno	Poco común			A, Au	Sep a Mar	Bc, Rb
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Residente	Poco común	Endémica		A, Au	A lo largo del año	Bc, Rb
<i>Geothlypis tolmiei</i>	Transitoria	Rara			A	Oct a Feb	Rb, C
<i>Geothlypis nelsoni</i>	Residente	Rara	Endémica		A, Au	A lo largo del año	Rb, C
<i>Setophaga fusca</i>	Transitoria	Rara			A, Au	Ago a Nov	Bc
<i>Setophaga coronata</i>	Visitante de invierno	Moderadamente común			A, Au	Sep a Mar	Bc, P
<i>Setophaga graciae</i>	Ocasional	Rara			A, Au	Oct a Dic	Bc, Rb
<i>Setophaga nigrescens</i>	Visitante de invierno	Rara			A, Au	Sep a Mar	Bc
<i>Setophaga townsendi</i>	Visitante de invierno	Poco común			A, Au	Sep a Mar	Bc
<i>Setophaga occidentalis</i>	Visitante de invierno	Poco común			A, Au	Sep a Mar	Bc, Rb

	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Cardellina pusilla</i>	Visitante de invierno	Moderadamente común			A, Au	Sep a Mar	Bc, Rb
<i>Cardellina rubrifrons</i>	Visitante de invierno	Rara			A, Au	Ago a Oct	Bc
<i>Cardellina rubra</i>	Residente	Moderadamente común	Endémica		A, F, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Myioborus miniatus</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	Bc, Rb
<i>Arremon virenticeps</i>	Residente	Poco común	Endémica		A, Au	Ago a Dic	Bc
<i>Atlapetes pileatus</i>	Residente	Poco común			A, Au	A lo largo del año	Bc
<i>Pipilo maculatus</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	Bc, Rb, C
<i>Aimophila ruficeps</i>	Residente	Poco común			A	A lo largo del año	C
<i>Melospiza fusca</i>	Residente	Moderadamente común			A, C, F, Au	A lo largo del año	C, Ur, P
<i>Peucaea botterii</i>	Residente	Poco común			A	A lo largo del año	C
<i>Oriturus superciliosus</i>	Residente	Poco común			A, F, Au	A lo largo del año	Z, C
<i>Spizella passerina</i>	Residente	Común			A, F	A lo largo del año	C
<i>Spizella atrogularis</i>	Residente	Poco común			A	A lo largo del año	C

	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Poocetes gramineus</i>	Visitante de invierno	Moderadamente común			A	Nov a Feb	C
<i>Passerculus sandwichensis</i>	Residente	Común			A	A lo largo del año	C
<i>Anmodramus savannarum</i>	Visitante de invierno	Moderadamente común			A	Oct, Nov	C
<i>Melospiza melodia</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	Bc, Rb, C, P
<i>Melospiza lincolni</i>	Visitante de invierno	Poco común			A	Sep a Feb	C
<i>Junco phaeonotus</i>	Residente	Abundante	Quasiendémica		A, C, F, Au	A lo largo del año	Bc, Rb, C, P, Z
<i>Piranga flava</i>	Residente	Rara			A	A lo largo del año	Bc
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	C
<i>Passerina caerulea</i>	Residente	Rara			A	A lo largo del año	C
<i>Sturnella magna</i>	Residente	Rara			A, Co	A lo largo del año	P, C
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Residente	Común			A, F, Au	A lo largo del año	P, C, Ur
<i>Molothrus aeneus</i>	Residente	Común			A, Au	A lo largo del año	P, C, Ur
<i>Icterus bullocki</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	Rb

	Estacionalidad	Abundancia	Endemismo	Estatus de conservación	Tipo de registro	Mes de registro	Tipo de hábitat
<i>Icterus abeillei</i>	Residente	Poco común	Endémica		A, Au	A lo largo del año	Rb
<i>Icterus parisorum</i>	Residente	Rara			A, Au	A lo largo del año	Rb
<i>Haemorhous mexicanus</i>	Residente	Abundante			A, F, Au	A lo largo del año	Bc, Rb, P, C, Ur
<i>Loxia curvirostra</i>	Residente	Rara			A	A lo largo del año	Bc, Z
<i>Spinus pinus</i>	Residente	Poco común			A, Au	A lo largo del año	Bc, Rb
<i>Spinus notatus</i>	Residente	Poco común			A, Au	Sep a Feb	P, C
<i>Spinus psaltria</i>	Residente	Común			A, F, Au	A lo largo del año	Bc, Rb, P, C, Ur
<i>Passer domesticus</i>	Residente	Común			A, Au	A lo largo del año	Ur