

RIQUEZA DE AVES DE LA REGIÓN NORESTE DE LA SIERRA NEVADA, ESTADO DE MÉXICO

José Cruz BOJORGES BAÑOS

Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados. Montecillo 56230, Estado de México, MÉXICO

Dirección actual: Universidad del Mar Campus Puerto Escondido, Km 25,

carretera a Sola de Vega, San Pedro Mixtepec 71980, Oaxaca, MÉXICO

jbanos@colpos.mx, josebojorges@zicatela.umar.mx

RESUMEN

Este artículo registra la riqueza de aves de la región noreste de la Sierra Nevada, obtenidas de agosto a noviembre de 2001 y de febrero a junio de 2002. Se registraron 104 especies pertenecientes a 34 familias y 11 órdenes; 88 especies fueron residentes y 16 migratorias. El 40% de las especies son consideradas abundantes, el 22% escasas y el 38% raras. Las familias con mayor riqueza fueron Parulidae (13 especies), Emberizidae (11) y Turdidae (9). Sesenta y cinco especies fueron núcleo y 39 ocasionales. La lista de especies añade 43 especies a los listados de especies de aves realizados en esta región del Estado de México

Palabras Clave: Riqueza, avifauna, Estado de México, Sierra Nevada

ABSTRACT

This paper reports the richness of bird species in the northeastern region of the Sierra Nevada mountains, Mexico, from August to November 2001 and from February to June 2002. A total of 104 species representing 34 families and 11 orders were recorded, of which 88 were resident and 16 were migrants. Forty percent of the species were abundant, 22% scarce, and 38% rare. The richest families were Parulidae (13 species), Emberizidae (11) and Turdidae (9). Sixty-five species were considered core and 39 vagrant. This study adds 43 species to the inventory for this region of the state of Mexico.

Key words: Richness, avifauna, state of Mexico, Sierra Nevada.

INTRODUCCIÓN

Debido a que en muchas zonas de México existe poca información que documente la riqueza de especies de aves, así como su abundancia, distribución y estacionalidad (Altamirano *et al.* 2002), los estudios enfocados en la avifauna de regiones particulares contribuyen a entender los patrones de distribución espacial y temporal de las aves (Gómez de Silva 1997). Las investigaciones relacionadas con inventarios de especies y sus abundancias permiten llegar a decisiones de manejo que se basan en comparaciones de la riqueza de especies en diferentes localidades o hábitats (Remsen 1994, Boulinier *et al.* 1998). Estas comparaciones a su vez, suponen que la lista de especies refleja el valor y carácter ecológico de diferentes lugares, al mostrar la verdadera similitud o disimilitud de éstos (Balmer 2002). En este sentido, la determinación de la riqueza de especies y endemismos son muy importantes ya que son temas centrales en estudios de conservación (Caldecott *et al.* 1998); adicionalmente, contar con inventarios relativamente completos es prioritario para ciertas regiones, tales como áreas protegidas.

Los estudios sobre la riqueza de especies de aves realizados en la región central de México señalan 165 especies para el Eje Neovolcánico Transversal y 81 para la región de la Cuenca del Balsas (Escalante *et al.* 1998); en el Estado de México se ha documentado la ocurrencia de 418 especies de aves (Gurrola *et al.* 1997). Se considera a Temascaltepec como la región mejor conocida desde el punto de vista avifaunístico con 204 especies (Gómez de Silva 1997 y Navarrijo & Neri 2000), mientras que un inventario realizado en los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl registró 197 especies (Meléndez 2000).

Los estudios ecológicos sobre comunidades de aves en bosques templados son numerosos, sin embargo, pocos trabajos se han realizado en los bosques templados ubicados en la parte central de México (i. e. Sierra Nevada, Zoquiapan); estos últimos registraron 61 especies de aves (Blanco 1981, Necedal 1984, Fuentes 1988, Maqueda & Zacarías 2000, Terrazas & Piñón 2001). Por lo anterior, resulta importante la caracterización y actualización de la riqueza y abundancia de la avifauna presente en este sitio, el cual se encuentra amenazado por el acelerado crecimiento urbano.

Este trabajo contribuye al conocimiento de las especies de aves que se distribuyen en la región Noreste de la Sierra Nevada, la cual es poco conocida desde el punto de vista avifaunístico. Se analiza la avifauna en términos de riqueza de especies y abundancia. Por otra parte se estima la riqueza de especies con el indicador de cobertura basado en frecuencia. El listado de especies obtenido fue cotejado con criterios adicionales para documentar que es razonablemente completo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Se ubica en el municipio de Texcoco, Estado de México, entre los 19° 18' y 19° 32' latitud norte y los 98° 35' y 98° 48' longitud oeste, a una altitud que varía entre los 2 450 y 3 300 msnm (Fig. 1). La zona de estudio se encuentra en la región noreste de las Sierra Nevada y forma parte del Eje Volcánico Transversal. Las elevaciones más sobresalientes e importantes son el Cerro Tláloc y el Cerro del Telapón, con pendientes que varían de 10 a 15% en las partes bajas, de 15 a 30% en la parte media y de más de 30% de la parte media hacia la parte alta. Existen varias vías de acceso a su alrededor y otras de manera interna (Palma 1996). Tiene una superficie aproximada de 40 km² y está conformada por los ejidos forestales de Santa Catarina del Monte, San Dieguito Xochimanca, San Jerónimo Amanalco, Santa María Nativitas, Santa María Tecuanulco, San Miguel Tlaixpan y San Pablo Isayoc (Palma 1996).

El clima que predomina es templado muy húmedo, con lluvias de verano bien distribuidas mayores a los 1000 mm anuales y temperaturas de entre 3 y 22°C (García 1988). La vegetación está representada primordialmente por *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. teocote*, *P. leiophylla*, *Cupressus sp.*, *Abies religiosa*, y en menor grado *Quercus sp.*, *Alnus firmifolia* y *Arbutus xalapensis*. Así mismo se presentan individuos de *Achillea sp.*, *Baccharis sp.*, *Cacalia sp.*, *Trisetum sp.*, *Salvia sp.*, *Lepichinia sp.*, y *Lupinus sp.* (Melo & Oropeza 1984). Adicionalmente, el área de estudio presenta agricultura de temporal y áreas desprotegidas.

El trabajo de campo comprendió nueve visitas a la zona de estudio con duración de nueve días cada una. Se llevó a cabo de agosto a noviembre de 2001 y de febrero a junio de 2002 totalizando 81 días. Las especies de aves y sus abundancias fueron registradas en siete sitios de muestreo utilizando un transecto de aproximadamente 3 km de longitud en cada sitio. De manera subjetiva se ubicó un transecto en cada uno de los ejidos forestales que integran el área de estudio y fueron establecidos de acuerdo a la características topográficas de la zona, a una altitud de entre 2400 y los 3100 msnm (Fig. 1); cada uno de estos fue recorrido durante cuatro horas a partir del amanecer (Blake 1992). Todos los sitios de muestreo presentan en sus partes bajas (2400 a 2700 msnm) agricultura de temporal, siendo los cultivos mas importantes: maíz, frijol, asociación maíz-frijol-calabaza, cebada y avena.

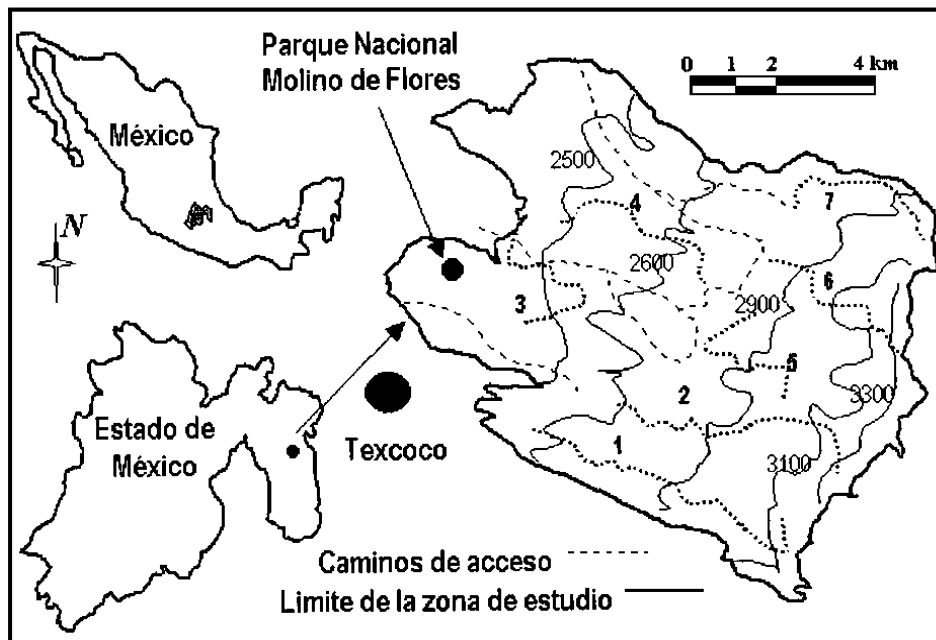


Figura 1

Localización geográfica de la zona de estudio, los sitios de muestreo utilizados en este estudio son indicados por los número 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 en la línea punteada.

Los sitios uno y dos presentan a partir de los 2750 y hasta los 2840 m encinar arbustivo, las especies mas importantes en el estrato arbóreo fueron *Ceanothus coeruleus*, *Quercus rugosa* y *Arbutus xalapensis*, en el estrato arbustivo las especies dominantes fueron *Arctostaphylos pungens*, *Eupatorium rhomboideum*, *Loeselia mexicana*, *Quercus microphylla*, *Salvia microphylla*, *Stevia salicifolia* y *Verbesina virgata*. De los 2850 a 2950 presentan bosques de encino, las especies arbóreas mas importantes fueron *Q. rugosa*, *A. xalapensis* y *C. coeruleus*; el estrato arbustivo lo constituyen *Amelanchier denticulata*,

Baccharis conferta, *Buddleia parviflora*, *Eupatorium glabratum*, *E. rhomboideum*, *Furcraea parmintierii* y *Ribes ciliatum*. De los 2950 hasta los 3100 presenta bosque mixto, el estrato arbóreo lo dominan *Abies religiosa*, *Quercus laurina*, *Cupressus lusitanica*, *A. xalapensis*, *Berberies moranensis* y *Pinus pseudostrobus*. El estrato arbustivo lo caracterizan *Acaena elongata*, *B. conferta*, *B. parviflora*, *Eupatorium pichinchense*, *E. rhomboideum*, *Fucsia thymifolia*, *Lonicera pilosa* y *Monnina ciliolata* (Sánchez-González & López-Mata 2003). Los sitios tres y cuatro presentan cultivos de maíz y frijol de temporal así como fragmentos de bosque de *Q. rugosa* y *Eucalyptus* sp. Hacia los 2750 msnm, presentan encinar arbustivo con *Q. rugosa* y *A. xalapensis* en el estrato arbóreo; en el estrato arbustivo pueden encontrarse individuos de *A. pungens*, *E. rhomboideum* y *L. mexicana*. Los sitios cinco y seis se caracterizan por presentar bosque mixto entre los 2900 y 3100 msnm, presentan en el estrato arbóreo individuos de *Q. laurina*, *C. lusitanica* y *A. xalapensis*; el estrato arbustivo lo caracterizan *Q. microphylla*, *B. conferta* y *B. parviflora*. El sitio siete presenta bosque de encino de los 2700 a los 2850 m, las especies dominantes en el estrato arbóreo fueron *Q. rugosa*, *A. xalapensis*; mientras que en el estrato arbustivo se observaron individuos de *B. conferta*, *B. parviflora* y *E. glabratum*. A partir de los 2900 m presenta bosque mixto, el estrato arbóreo lo constituyen individuos de *Q. rugosa*, *C. lusitanica*, *Fraxinus* sp, y *Alnus acuminata*; el estrato arbustivo lo conforman *B. conferta* y *B. parviflora* (Sánchez-Gonzalez & López-Mata 2003).

Las aves fueron registradas sin límite de distancia (tan lejos como pudiera verse u oírse) (Gómez de silva *et al.* 1999). Las especies de aves se determinaron tanto de manera visual mediante su cotejo con las guías de campo de Howell & Webb (1995) y National Geographic (1999) y auditiva al cotejar los cantos con grabaciones de las mismas especies obtenidas de Coffey & Coffey (1989). El ordenamiento sistemático de las especies se realizó de acuerdo con la Unión de Ornítólogos Americanos (A.O.U. 1998) y su estacionalidad se estableció de acuerdo con los criterios de Howell & Webb (1995). La abundancia de las especies se agrupó en las siguientes categorías: abundante (A) especie registrada diariamente con más de 15 individuos; escasa (E) especie no registrada diariamente y con entre cinco y 14 individuos y rara (R), especie no observada en lapsos largos y con cuatro o menos individuos (Coates-Estrada *et al.* 1985). Eventualmente se emplearon siete redes ornitológicas para la captura y registro de las especies que no pudieron detectarse de manera visual o auditiva; estas se colocaron tres veces durante el muestreo y permanecieron abiertas 6 horas a partir del amanecer y tres horas por la tarde.

El número de especies de aves y sus abundancias registradas por muestreo en todos los sitios se utilizaron para estimar la riqueza de especies de aves posible en la zona de estudio con el programa EstimateS 6 (Colwell 2000). Se utilizó el indicador de cobertura basado en frecuencia, el cual infiere la riqueza de especies con un número relativamente pequeño de unidades de muestreo (Chazdon *et al.* 1998). Este estimador se basa en especies halladas en menos de 10 unidades de muestreo y es útil cuando algunas especies son comunes y otras raras (Lee & Chao 1994). A las especies registradas seis o más veces se les consideró como especies núcleo (propias del hábitat) y como ocasionales a aquellas registradas cinco o menos (Remsen 1994, Gómez de Silva *et al.* 1999). Adicionalmente, los criterios propuestos por Gómez de Silva y Medellín (2001) fueron utilizados para sugerir que el listado de especies registrado fue considerado aproximadamente completo.

RESULTADOS

Durante más de 324 horas de observación se registraron 104 especies de aves distribuidas en 34 familias y 11 órdenes (Anexo 1). Del total de especies registradas, 88 son residentes y 16 migratorias. El 40% de las especies son consideradas abundantes, el 22% escasas y el 38% raras. Las familias mejor representadas son Parulidae, Emberizidae y Turdidae, con 13, 11 y nueve especies respectivamente. Siete especies (*Accipiter striatus*, *Buteo jamaicensis*, *Dendrortyx macroura*, *Myadestes occidentalis*, *Melanotis caerulescens* y *Xenospiza baileyi*) son consideradas en alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana (2000) (Anexo 1). El total de horas red fue de 180. Se capturaron 65 individuos, pertenecientes a tres órdenes, seis familias y 14 especies: *Basileuterus belli*, *Carpodacus mexicanus*, *Catharus occidentalis*, *C. frantzii*, *Diglossa baritula*, *Hylocharis leucotis*, *Junco phaeonotus*, *Lampornis clemenciae*, *Oriturus superciliosus*, *Peucedramus taeniatus*, *Pheucticus melanocephalus*, *Spizella atrogularis*, *Vermivora celata* y *Wilsonia pusilla*.

El sitio uno presentó la mayor riqueza de especies con 66, en el sitio tres se registraron 58 especies y la menor riqueza fue de 34 en el sitio cuatro (Fig. 2a). Del total de especies registradas 21 se distribuyeron en todos los sitios (Anexo 1), dos especies (*Contopus pertinax* y *Carpodacus mexicanus*) se registraron en seis sitios y 21 especies se registraron en dos sitios (Anexo 1). La mayor cantidad de especies exclusivas de un sitio se presentó en el sitio tres con 11 y en el uno con diez, mientras que en los sitios cuatro y cinco se registró una especie respectivamente (Fig. 2a).

Se registraron 65 especies núcleo (propias del hábitat) (e. g. *Buteo jamaicensis*, *Falco sparverius*, *Dendrortyx macroura*, *Colinus virginianus*) y 39 ocasionales (e. g. *Columbina passerina*, *Geococcyx californianus*, *Selasphorus platycercus*); dos especies se registraron cinco veces, dos especies cuatro veces, dos especies tres veces, nueve especies dos veces y 24 especies una vez (Cuadro 1).

La curva de acumulación de especies mostró un incremento creciente que no se estabilizó al término del muestreo (Fig. 2b). El estimador de riqueza de especies señala que pueden registrarse 116, lo que sugiere el posible registro de alrededor de 10 especies más; en este sentido, la riqueza obtenida equivale aproximadamente al 90% de las especies posibles a ocurrir en la zona de estudio.

DISCUSIÓN

La riqueza de especies registrada en este estudio representa el 32% de las especies de aves terrestres reportadas para el Estado de México por Gurrola *et al.* (1997) y el 57% de las especies reportadas para Temascaltepec por Gómez de Silva (1997) y Navarrijo & Neri (2000); adicionalmente el presente listado comparte 88 especies con el inventario realizado por Meléndez (2000) en los volcanes Iztaccihuatl-Popocatepetl, sin embargo, aunque este último inventario menciona 109 especies más, no registra 16 especies aquí reportadas: *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Colaptes auratus*, *Columbina passerina*, *Colinus virginianus*, *Chordeiles acutipennis*, *Empidonax albigularis*, *Geococcyx californianus*, *Geothlypis trichas*, *Icterus bullockii*, *Otus kennicottii*, *Passerina ciris*, *Picoides stricklandi*, *Pooecetes gramineus*, *Sturnella magna*, *Tachycineta thalassina* y *Vireo plumbeus*.

Cuadro 1

Especies ocasionales registradas en la zona de estudio. Se señala el sitio de muestreo donde fue localizada cada especie y el número de veces que se registró.

Familias y especies	Sitio de muestreo	Número de registros
<i>Accipiter striatus</i>	1, 2, 5, 6, 7	5
<i>Dendroica townsendi</i>	1, 2,3, 5, 6	5
<i>Empidonax affinis</i>	1, 5, 6, 7	4
<i>Phainopepla nitens</i>	2, 3, 4, 5	4
<i>Dendroica nigrescens</i>	1, 2, 6	3
<i>Buarremon virenticeps</i>	3, 7	3
<i>Chordeiles acutipennis</i>	1, 3	2
<i>Chordeiles minor</i>	1, 3	2
<i>Dendroica occidentalis</i>	1, 6	2
<i>Icterus bullockii</i>	1, 2	2
<i>Piranga flava</i>	1, 7	2
<i>Sturnella magna</i>	3, 4	2
<i>Turdus assimilis</i>	1, 7	2
<i>Vermivora celata</i>	5, 6	2
<i>Aeronautes saxatalis</i>	3	2
<i>Cathartes aura</i>	1	1
<i>Catharus aurantiirostris</i>	7	1
<i>Catharus frantzii</i>	7	1
<i>Catharus ustulatus</i>	7	1
<i>Caprimulgus vociferus</i>	1	1
<i>Columbina passerina</i>	3	1
<i>Corvus corax</i>	4	1
<i>Diglossa baritula</i>	6	1
<i>Empidonax fulvifrons</i>	3	1
<i>Euphonia elegantissima</i>	3	1
<i>Geococcyx californianus</i>	6	1
<i>Melanotis caerulescens</i>	5	1
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	1	1
<i>Otus kennicottii</i>	3	1
<i>Passerina ciris</i>	3	1
<i>Picoides stricklandi</i>	6	1
<i>Picoides villosus</i>	6	1
<i>Polioptila caerulea</i>	3	1
<i>Poecetes gramineus</i>	3	1
<i>Regulus calendula</i>	1	1
<i>Regulus satrapa</i>	1	1
<i>Selasphorus platycercus</i>	4	1
<i>Setophaga ruticilla</i>	3	1
<i>Vireo plumbeus</i>	1	1

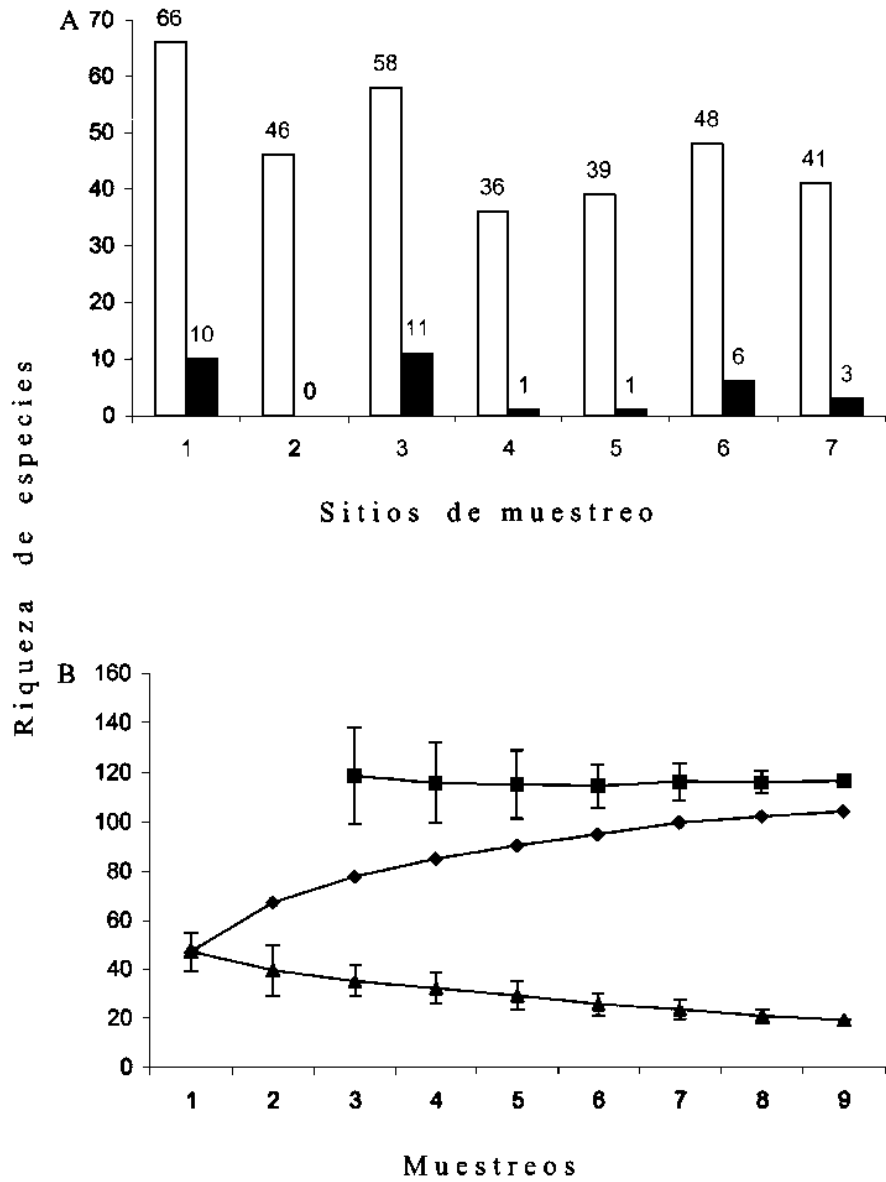


Figura 2

A. Riqueza de especies registradas en cada sitio de muestreo. Riqueza total □, Riqueza exclusiva ■. La riqueza total son las especies registradas en cada uno de los sitios e incluye especies comunes entre estos. La riqueza exclusiva, se refiere a las especies que se registraron únicamente en cada uno de los sitios. B. Curvas de acumulación de especies en la zona de estudio — Especies observadas - - Indicador de cobertura basado en frecuencia - - - Especies únicas.

Al considerar el número de especies registrado en las regiones de Zoquiapan y la Sierra Nevada, la riqueza obtenida en el presente estudio añade 43 especies a los inventarios previamente realizados en ambas regiones. Sin embargo, 15 especies registradas anteriormente (Blanco 1981, Necedal 1984, Fuentes 1988, Maqueda & Zacarías 2000, Terrazas & Piñón 2001) no fueron observadas en el presente estudio (Anexo 2). En este mismo sentido, el presente trabajo comparte 19 familias y 46 especies con dichos inventarios. Por otra parte, Necedal (1984) y Maqueda & Zacarías (2000) mencionan la presencia de *Myadestes townsendi* y *Onychorhynchus coronatus* respectivamente, sin embargo, estas especies no se distribuyen en la región central de México (Howell & Webb 1995), por lo que su registro puede atribuirse a individuos que se escaparon de alguna jaula (Gómez de Silva 1997); o bien a factores que conducen a una identificación errónea de las especies de aves (Rosenstock *et al.* 2002). Aunque Navarizo & Neri (2000) mencionan a *Catharus ustulatus* como registro nuevo para el Estado de México, Howell & Webb (1995) consideran a esta especie como visitante de invierno para todo el país y se ha documentado su presencia en los Volcanes Iztaccihuatl-Popocatepetl (Meléndez 2000) así como en el presente estudio. Lo anterior es evidencia de que solo a través de un conocimiento detallado se podrá establecer el estado actual de la estacionalidad de las especies de aves de la región y se deberá determinar cuáles especies son registros nuevos o visitantes de invierno y a cuales se les ha asignado esta categoría, simplemente por no haber sido muestreadas adecuadamente (Winker 1997).

En otro sentido, las especies que fueron comunes en todos los sitios de estudio (*Columba livia*, *Columbina inca*, *Hylocharis leucotis*, *Lampornis clemenciae*, *Contopus pertinax*, *Cyanocitta stelleri*, *Aphelocoma coerulescens*, *Tachycineta thalassina*, *Hirundo rustica*, *Psaltriparus minimus*, *Myadestes occidentalis*, *Turdus migratorius*, *Ptilogonys cinereus*, *Peucedramus taeniatus*, *Dendroica coronata*, *Myioborus miniatus*, *Pipilo erythrophthalmus*, *P. fuscus*, *Spizella passerina*, *Junco phaeonotus*, *Pheucticus melanocephalus*, *Carpodacus mexicanus* y *Passer domesticus*), son comunes en estudios realizados en regiones cercanas (Blanco 1981, Necedal 1984, Fuentes 1988, Maqueda & Zacarías 2000, Terrazas & Piñón 2001); por lo que se podrían considerar como especies características del área de estudio. Las especies que no se distribuyeron en todos los sitios de muestreo (e. g. *Empidonax fulvifrons*, *Geococcyx californianus*) son en su mayoría especies ocasionales, las cuales se registraron cinco veces o menos. Sin embargo, son importantes en la caracterización de la riqueza de especies en la zona de estudio. Las especies que falta registrar según los resultados del estimador de riqueza de especies, pueden ser accidentales, migratorias o especies que se registraron en trabajos anteriores y que no se observaron en el presente estudio.

La convergencia cercana de las curvas de la riqueza observada y estimada, el número de especies únicas que disminuye con el transcurso de los muestreos (Fig. 2b) lo que señala que las especies raras tienden a ser menos frecuentes (Longino *et al.* 2002), así como el hecho de que el número de familias y géneros señalados por Gómez de Silva & Medellín (2001) se registraron en el presente trabajo, sugieren que se ha realizado un buen inventario y que es razonablemente completo. Sin embargo para determinar qué tan completo es mi inventario serían necesarios criterios adicionales, tales como la comparación del número de especies registrados en zonas con el mismo gradiente altitudinal y/o tipo de vegetación.

Los listados de especies aportan evidencia de la importancia de una región en cuanto a concentración de especies y son comúnmente citados en trabajos de diversa índole, tales como estudios macroecológicos, de estructura comunitaria y de impacto ambiental. El inventario aquí presentado podría ser considerado representativo para la zona de estudio y puede servir de referencia para futuras investigaciones que se realicen en dicha región, la cual se encuentra seriamente amenazada por el crecimiento urbano. Así mismo, el Cerro Tlálloc, localizado al norte de la Sierra Nevada resulta particularmente interesante de estudiar, por su importancia ecológica y económica (CONABIO 2002) y porque a la fecha existen pocos trabajos publicados para dicha zona.

AGRADECIMIENTOS

A la Coordinación de Estudios y Proyectos Especiales (CEPE) de la Secretaría de Ecología del Estado de México y a la Ing. Rosa María Rodríguez Franco, por las facilidades otorgadas en las visitas al sitio de estudio. A la M. C. Beatriz Aguilar Valdez por el préstamo de las redes ornitológicas y a Raymundo Espinosa Salazar por su apoyo en el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- Altamirano González-Ortega, M. A., M. F. Martín & G. J. Cartas.** 2002. Ocurrencia, distribución y abundancia del género *Passerina* en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 75:125-142.
- American Ornithologists' Union.** 1998. *Check-list of North American Birds*. 7th ed. American Ornithologists' Union. Washington D. C. 877 pp.
- Balmer, O.** 2002. Species list in ecology and conservation: abundances matter. *Conserv. Biol.* 16:1160-1161.
- Boulinier, T., J. D. Nichols, J. R. Saucer, J. E. Hines & K. H. Pollock.** 1998. Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. *Ecology* 79:1018-1028.
- Blanco, Z. S.** 1981. *Ecología de la Estación Experimental Zoquiapan; descripción general, vegetación y fauna*. Univ. Aut. Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, México. 114 pp.
- Blake, J. G.** 1992. Temporal variation in point counts of birds in a lowland wet forest in Costa Rica. *Condor* 94:265-275.
- Caldecott, J. O., M. D. Jenkins, T. H. Johnson & B. Groombridge.** 1998. Priorities for conserving global species richness and endemism. *Biodiversity Conserv.* 5:699-727.
- Coates-Estrada, R., A. Estrada, D. Pashley & W. Barrow.** 1985. *Lista de las aves de la Estación de Biología Los Tuxtlas*. Instituto de Biología y Publicaciones UNAM, México. 41 pp.
- Coffey, B. B., Jr., & L. C. Coffey.** 1989. *Songs of Mexican Birds*. ARA 13-1. Ara Records. Gainesville, FL. [cassette tape]
- Colwell, R. K.** 2000. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.0. Guía del usuario y aplicación publicado en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- CONABIO.** 2002. Programa de regiones prioritarias para la diversidad. Regiones prioritarias terrestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Dirección Técnica de Análisis y Prioridades. http://www.conabio.gob.mx/biodiversiad/lista_rpt.htm. México, D. F.
- Chazdon, R. L., R. K. Colwell, J. S. Denslow & M. Guariguata.** 1998. Statistical estimation of species richness of woody regeneration in primary and secondary rainforests of NE Costa Rica. Pp.

Bojorges: Riqueza de aves en la Sierra Nevada

- 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.
- Escalante, P. S., A. G. Navarro, & A. T. Peterson.** 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. Pp. 279-304. In: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot & J. Fa (Eds.). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología. UNAM, México.
- Fuentes, R. A. M.** 1988. Estudio sucesional en aves en la estación forestal experimental Zoquiapan. *Tesis de Maestría*. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 64 pp.
- García, E.** 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México, 211 pp.
- Gómez de Silva, G. H.** 1997. Análisis avifaunístico de Temascaltepec, Estado de México. *Anales Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.* 68:137-152
- Gómez de Silva, G. H., F. González-García & M. P. Casillas-Trejo.** 1999. Birds of the upper cloud forest of El Triunfo, Chiapas, México. *Ornitol. Neotrop.* 10:1-26.
- Gómez de Silva, G. H. & R. Medellín.** 2001. Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: case-study of Mexican land birds. *Conser. Biol.* 15:1384-1395.
- Gurrola, H. M., N. Chávez & O. Monroy.** 1997. Aves. In: X. Aguilar et al. *Lista taxonómica de los vertebrados terrestres del Estado de México*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca (Colección Ciencias y Técnicas 32: 5-157).
- Howell, S. N. G. & S. Webb.** 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. New York. 851 pp.
- Lee, S. M. & A. Chao.** 1994. Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture model. *Biometrics* 50:88-97.
- Longino, J. T., J. Coddington & R. K. Colwell.** 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness in three different ways. *Ecology* 83:689-702.
- Maqueda, G. M. & M. F. Zacarías.** 2000. Clasificación y uso de la fauna silvestre del Parque Estatal Sierra Patlachique, en el Estado de México. *Tesis de licenciatura*. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 115 pp.
- Meléndez H. A.** 2000. AICA 223 Volcanes Iztaccihuatl-Popocatepetl. Pp. 275-276. In: M.C. Arizmendi & L. Márquez (Eds.) *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. CIPAMEX, México.
- Melo, G. C. & O. O. Oropeza.** 1984. Bases para la reestructuración operativa del Parque Nacional Zoquiapan, Estado de México. *Bol. Inst. Geografía. UNAM.* 12: 19-56.
- National Geographic.** 1999. *Field guide to the birds of North America*. 3th ed. National Geographic Society, Washington, D. C. 480 pp.
- Navarajo, O. M. L. & M. Neri. F.** 2000. Listado avifaunístico de San Francisco Oxtotilpan, Temascaltepec, Estado de México. *Anales. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.* 71:41-57.
- Nocedal, J.** 1984. Estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 6:1-45.
- Norma Oficial Mexicana.** 2000. NOM-059-ECOL-2000, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*.
- Palma, T. A.** 1996. Tipología del uso forestal de la tierra de la región norte de la Sierra Nevada y su cartografía. *Tesis de Maestría*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 103 pp.
- Rosenstock, S. S., D. R. Anderson, K. M. Giesen, T. Leukering & M. F. Carter.** 2002. Landbird counting techniques: current practices and an alternative. *Auk* 119:46-53.

- Remsen, J. V. Jr.** 1994. Use and misuse of bird lists in community ecology and conservation. *Auk* 111:225-227.
- Sánchez-González, A. & L. López-Mata.** 2003. Clasificación y ordenación de la Vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Anales Inst. Biol. UNAM. Ser. Bot.* 74:47-71.
- Terrazas, S. G. & N. S. Piñón.** 2001. Diagnóstico y alternativas de manejo para la fauna silvestre del parque estatal Cerro Gordo, Estado de México. *Tesis de licenciatura.* División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 126 pp.
- Winker, K.** 1997. Introducción a las aves de Los Tuxtlas. Pp. 535-540. *In:* S.E González, R. Dirzo, and R.C. Vogt. (Eds.) *Historia natural de Los Tuxtlas.* Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.

Recibido: 11 de julio 2003
Aceptado: 6 de agosto 2004

ANEXO 1

Avifauna registrada en la zona de estudio. Se presentan su nombre científico, estacionalidad: residente (R), migratoria (M); abundancia relativa: abundante (A), escasa (E), rara (R) y los sitios de registro de las especies. Se señalan las especies núcleo (N), ocasionales (O) y las especies consideradas por la NOM-059-ECOL-2000, Pr: protección especial, A: amenazada y P: en peligro de extinción.

Ordenes, familias y especies	Estacionalidad	Abundancia relativa	Especies núcleo y ocasionales	Sitio de muestreo	NOM-059
Ciconiiformes					
Cathartidae					
<i>Cathartes aura</i>	R	R	O	1	
Falconiformes					
Accipitridae					
<i>Accipiter striatus</i>	R	R	O	1, 2, 5, 6, 7	A
<i>Buteo jamaicensis</i>	R	E	N	1, 2	Pr
Falconidae					
<i>Falco sparverius</i>	R	E	N	1	
Galliformes					
Odontophoridae					
<i>Dendrortyx macroura</i>	R	E	N	1, 2	Pr
<i>Colinus virginianus</i>	R	E	N	1, 2	
Columbiformes					
Columbidae					
<i>Columba livia</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Zenaida macroura</i>	R	A	N	1,2	
<i>Columbina inca</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>C. passerina</i>	R	R	O	3	
Cuculiformes					
Cuculidae					
<i>Geococcyx californianus</i>	R	R	O	6	
Strigiformes					
Strigidae					
<i>Otus kennicottii</i>	R	R	O	3	
Caprimulgiformes					
Caprimulgidae					
<i>Chordeiles acutipennis</i>	R	R	O	1, 3	
<i>C. minor</i>	M	R	O	1, 3	
<i>Caprimulgus vociferus</i>	R	R	O	1	
Apodiformes					
Apodidae					
<i>Aeronautes saxatalis</i>	R	R	O	3	
Trochilidae					
<i>Hylocharis leucotis</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Lampornis clemenciae</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Selasphorus platycercus</i>	R	R	O	4	
Trogoniformes					
Trogonidae					
<i>Trogon mexicanus</i>	R	E	N	1, 2, 5,6,7	
Piciformes					
Picidae					
<i>Melanerpes formicivorus</i>	R	E	N	1	
<i>Picoides scalaris</i>	R	A	N	1, 3, 4	
<i>P. villosus</i>	R	R	O	6	
<i>P. stricklandi</i>	R	R	O	6	
<i>Colaptes auratus</i>	R	A	N	1, 5, 6, 7	

Ordenes, familias y especies	Estacionalidad	Abundancia relativa	Especies núcleo y ocasionales	Sitio de muestreo	NOM-059
Passeriformes					
Tyrannidae					
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	R	R	O	1	
<i>Contopus pertinax</i>	R	A	N	1,2,3,5,6,7	
<i>Empidonax albigularis</i>	R	E	N	6	
<i>Empidonax affinis</i>	R	R	O	1, 5, 6, 7	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	R	R	O	3	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R	A	N	1, 4, 5	
<i>Tyrannus vociferans</i>	R	E	N	3	
Laniidae					
<i>Lanius ludovicianus</i>	R	E	N	1, 3, 4, 5, 6	
Vireonidae					
<i>Vireo bellii</i>	M	E	N	1	
<i>Vireo plumbeus</i>	R	R	O	1	
<i>Vireo huttoni</i>	R	E	N	1, 2, 4, 6	
Corvidae					
<i>Cyanocitta stelleri</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Corvus corax</i>	R	R	O	4	
Hirundinidae					
<i>Tachycineta thalassina</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Hirundo rustica</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
Paridae					
<i>Poecile sclateri</i>	R	E	N	1, 2, 6, 7	
Aegithalidae					
<i>Psaltriparus minimus</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
Sittidae					
<i>Sitta carolinensis</i>	R	A	N	1, 2, 5, 6, 7	
Certhiidae					
<i>Certhia americana</i>	R	E	N	1, 2	
Troglodytidae					
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	R	E	N	3, 4	
<i>Catherpes mexicanus</i>	R	A	N	3, 4, 5, 7	
<i>Thryomanes bewickii</i>	R	A	N	2, 3, 4	
<i>Troglodytes aedon</i>	M	A	N	1, 3, 5, 6	
Regulidae					
<i>Regulus satrapa</i>	R	R	O	1	
<i>Regulus calendula</i>	M	R	O	1	
Silviidae					
<i>Polioptila caerulea</i>	M	R	O	3	
Turdidae					
<i>Sialia mexicana</i>	R	A	N	1, 2, 3	
<i>Myadestes occidentalis</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	Pr
<i>Catharus occidentalis</i>	R	A	N	1, 2, 5, 6	
<i>C. frantzii</i>	R	R	O	7	
<i>C. aurantirostris</i>	R	R	O	7	
<i>C. ustulatus</i>	M	R	O	7	
<i>Turdus assimilis</i>	R	R	O	1, 7	
<i>T. rufopalliatus</i>	R	A	N	3, 4	
<i>T. migratorius</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
Mimidae					
<i>Toxostoma curvirostre</i>	R	A	N	3, 4	
<i>Melanotis caerulescens</i>	R	R	O	5	Pr
Ptilonotidae					

Bojorges: Riqueza de aves en la Sierra Nevada

Ordenes, familias y especies	Estacionalidad	Abundancia relativa	Especies núcleo y ocasionales	Sitio de muestreo	NOM-059
<i>Ptilogonys cinereus</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Phainopepla nitens</i>	R	R	O	2, 3, 4, 5	
Peucedramidae					
<i>Peucedramus taeniatus</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
Parulidae					
<i>Vermivora celata</i>	M	R	O	5, 6	
<i>Parula superciliosa</i>	R	A	N	1, 2, 5, 6	
<i>Dendroica coronata</i>	M	E	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Dendroica nigrescens</i>	M	R	O	1, 2, 6	
<i>Dendroica townsendi</i>	M	R	O	1, 2, 3, 5, 6	
<i>Dendroica occidentalis</i>	M	R	O	1, 6	
<i>Mniotilta varia</i>	M	E	N	1, 6	
<i>Setophaga ruticilla</i>	M	R	O	3	
<i>Geothlypis trichas</i>	R	E	N	6	
<i>Wilsonia pusilla</i>	M	A	N	2, 4, 6, 7	
<i>Ergaticus ruber</i>	R	A	N	1, 2	
<i>Myioborus miniatus</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Basileuterus belli</i>	R	A	N	1, 2, 3, 6, 7	
Thraupidae					
<i>Piranga flava</i>	R	R	O	1, 7	
<i>Euphonia elegantissima</i>	R	R	O	3	
Emberizidae					
<i>Diglossa baritula</i>	R	R	O	6	
<i>Atlapetes pileatus</i>	R	E	N	1, 2, 3	
<i>Buarremon virenticeps</i>	R	R	O	3, 7	
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Pipilo fuscus</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Aimophila ruficeps</i>	R	E	N	3, 4	
<i>Oriturus superciliosus</i>	R	A	N	1, 2, 3	
<i>Spizella passerina</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Spizella atrogularis</i>	R	E	N	3	
<i>Xenospiza baileyi</i>	R	A	N	3, 7	P
<i>Poocetes gramineus</i>	M	R	O	3	
<i>Junco phaeonotus</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
Cardinalidae					
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	
<i>Passerina caerulea</i>	R	E	N	3	
<i>Passerina ciris</i>	M	R	O	3	
Icteridae					
<i>Sturnella magna</i>	R	R	O	3, 4	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	R	A	N	3, 7	
<i>Molothrus aeneus</i>	R	E	N	1, 7	
<i>Icterus bullockii</i>	R	R	O	1, 2	
Fringillidae					
<i>Carpodacus mexicanus</i>	R	A	N	1,3,4,5,6,7	
<i>Carduelis pinus</i>	R	E	N	2, 3, 5	
<i>Carduelis psaltria</i>	R	A	N	3, 6	
Passeridae					
<i>Passer domesticus</i>	R	A	N	1,2,3,4,5,6,7	

ANEXO 2

Lista de especies de aves registradas por Blanco (1981), Nocedal (1984), Fuentes (1988) y Terrazas y Piñón (2001) que no fueron registradas en este trabajo.

Familias y especies	Blanco (1981)	Nocedal (1984)	Fuentes (1988)	Terrazas y Piñón (2001)
Strigidae				
<i>Glaucidium</i> sp.	*			
<i>Aegolius acadicus</i>	*			
Odontophoridae				
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	*	*		
Trochilidae				
<i>Colibri thalassinus</i>		*		
<i>Selasphorus rufus</i>		*		
Tyrannidae				
<i>Onychorhynchus coronatus</i>				*
Picidae				
<i>Sphyrapicus varius</i>	*			
Corvidae				
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	*	*		
Sittidae				
<i>Sitta pygmaea</i>		*	*	
Turdidae				
<i>Myadestes townsendi</i>		*		
Parulidae				
<i>Dendroica virens</i>		*		
<i>Helmitheros vermivorus</i>		*		
<i>Myioborus pictus</i>		*		
Icteridae				
<i>Icterus galbula</i>		*		
Fringillidae				
<i>Loxia curvirostra</i>		*		