

Diversidad de aves en un bosque bajo manejo forestal en la Sierra Norte de Puebla, México

Bird diversity in a managed forest in the Sierra Norte de Puebla, México

José Luis López-Becerra,¹ Juan Antonio Barrón-Sevilla^{1*}

Resumen

La demanda de recursos forestales ha provocado la intensificación en el aprovechamiento de los bosques, y la necesidad de evaluar su efecto sobre las aves. El propósito del presente estudio fue evaluar la diversidad de aves en un bosque templado de producción forestal. Establecimos transectos y puntos de conteo intensivo en áreas representativas de los tratamientos silvícolas en el ejido Acolihuia, municipio de Chignahuapan, Puebla. Los tratamientos silvícolas que consideramos fueron cortas de aclarado, de liberación, de regeneración y de selección. Identificamos 35 especies de aves: 30 fueron residentes y 5 migratorias neotropicales. Cinco especies tienen alguna categoría de endemismo, y registramos a *Myadestes occidentalis*, sujeta a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. La abundancia y riqueza de especies entre tratamientos silvícolas fue diferente. La mayor riqueza y diversidad alfa la registramos en áreas manejadas por el método de desarrollo silvícola. La similitud de especies entre tratamientos es baja o intermedia, lo que sugiere que las especies pueden conservarse durante la rotación de los tratamientos. En un escenario de deforestación persistente y requerimiento creciente de productos forestales, el fomento al manejo forestal sustentable puede contribuir a la conservación de la diversidad de aves.

Palabras clave: Ejido Acolihuia, manejo forestal, NMX-AA-143-SCFI-2008, *Myadestes occidentalis*, Umafor 2108.

Abstract

The demand for forest resources has encouraged intensification in the use of forests, and therefore the need to evaluate their effect on birds. The purpose of this study was to evaluate the diversity of birds in a managed forest. Transects and points of intensive counting were established in representative areas of the silvicultural treatments that are applied in the ejido Acolihuia, municipality of Chignahuapan, Puebla. The silvicultural treatments considered were selective logging, release cutting, seed tree cutting and thinning. Thirty-five species were identified: 30 were residents and 5 migratory species. Five species have some category of endemism, and we register *Myadestes occidentalis*, subject to special protection by the NOM-059-SEMARNAT-2010. Significant differences were observed in abundance and richness between silvicultural treatments. The highest richness and diversity were recorded in areas managed by the silvicultural development method. The species similarity between treatments is low or intermediate, suggesting that species can be conserved during the rotation of treatments. In a scenario of persistent deforestation, and increasing demand for forest products, the promotion of sustainable forest management can contribute to the conservation of bird diversity.

Keywords: Ejido Acolihuia, forest management, NMX-AA-143-SCFI-2008, *Myadestes occidentalis*, Umafor 2108.

Recibido: 16 de noviembre de 2017. **Aceptado:** 19 de abril de 2018

Editor asociado: Borja Milá Valcárcel

Introducción

Por su riqueza y endemismo las aves contribuyen a que México sea considerado un país megadiverso (Conabio, 2006). No obstante, se estima que una elevada proporción (32-44%

variable en función de la fuente y los criterios) se encuentra en alguna categoría de riesgo, ya sea por estar incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, o de acuerdo con los criterios de la UICN (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). Una de las causas de esto es la fragmentación y desaparición de hábitat asociados a la deforestación (Brooks *et al.* 2002, Dirzo y Raven 2003, Conabio 2006). Aunque en todo el país las tasas de deforestación han disminuido, aún se pierden cerca de 500,000 ha de bosques y selvas al año, principalmente por

¹ Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. Av. José Luis Martínez Vázquez 2000, Jicolapa, C.P. 73310, Zacatlán, Puebla, México. jose.luis.lopez@gmail.com
Autor de correspondencia: juanantonio.barron@gmail.com

cambio de uso de suelo (Semarnat 2013, Rosete-Vergés *et al.* 2014). El cambio de áreas forestales a otros usos de suelo es un proceso en el que influyen múltiples causas, y una de ellas es la necesidad de productos forestales. En un contexto de déficit en la productividad del sector forestal, y su correspondiente impacto socioeconómico, el Programa Nacional Forestal 2014-2018 considera la necesidad de incrementar la producción forestal y las estrategias de conservación de la biodiversidad en los ecosistemas forestales del país (Conafor, 2013). En la práctica esto representa tanto la incorporación de nuevas áreas a diversos esquemas de manejo forestal y la intensificación del aprovechamiento, como la oportunidad de incorporar prácticas de manejo compatibles con la biodiversidad (PNUD 2010, Vargas-Larreta 2013, Barrón-Sevilla 2016). La evaluación de estas acciones requiere conocer la biodiversidad en los bosques que se encuentran bajo manejo forestal.

Por su ubicuidad e importancia ecológica, y por el interés que despiertan en actividades cinegéticas y ecoturísticas, las aves constituyen uno de los grupos más ampliamente estudiados (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014). Esto ha permitido que se hayan utilizado para evaluar el efecto de diversos factores de disturbio (Şekercioğlu *et al.* 2004), incluidos los efectos del manejo forestal. Se ha observado que la riqueza de aves tiene una relación directa con el tiempo transcurrido desde la extracción de madera (Jansson y Andrén 2003), que hay un incremento en la riqueza a causa del mosaico de hábitats generado por el manejo (Loehle *et al.* 2005), o que no hay pérdida significativa de especies a lo largo del ciclo de manejo (Deferrari *et al.* 2001). No obstante, se han reportado cambios específicos en abundancia y riqueza en respuesta a la aplicación de diferentes tratamientos silvícolas (Beese y Bryant 1999, Gram *et al.* 2003). El conocimiento de estos patrones es un elemento indispensable para formular estrategias que concilien el manejo y la conservación.

La avifauna de los bosques de producción ha sido un tema poco explorado y difundido en México. Aguilar-George (2006) realizó una comparación de las comunidades de aves presentes en bosques sujetos a diferentes tratamientos silvícolas en el estado de Michoacán. En la Sierra Norte de Puebla, Juárez-Castillo (2014) reporta observaciones en ejidos bajo manejo forestal en el municipio de Chignahuapan. Dada la importancia de la Sierra Norte de Puebla como zona de producción forestal, el objetivo de este trabajo fue evaluar la abundancia, riqueza y diversidad alfa de aves en bosques bajo manejo forestal del ejido Acolihuia, Chignahuapan, Puebla.

Métodos

Área de estudio

El estudio lo realizamos en el ejido Acolihuia, reconocido por decreto presidencial en 1929. El ejido se encuentra ubicado en el municipio de Chignahuapan, Puebla, entre las coordenadas 19°43'6.86"-19°43'8.96" N, y 98°7'29.96"-98°7'30.37" O (Figura 1), en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. El rango de elevación del área de producción forestal abarca de 2700-3100 msnm; la pendiente del terreno no excede los 45°. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. La vegetación corresponde a asociaciones de *Pinus* y *Abies* (INEGI, 2000).

El ejido Acolihuia se encuentra ubicado dentro de la Unidad de Manejo Forestal 2108 (Umafor), una de las zonas en que se ensaya la Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el Incremento de la Producción y Productividad (Conafor 2013). La Umafor 2108 se caracteriza por un reducido tamaño y elevada atomización de los predios forestales. Se considera que la deforestación regional estará asociada al

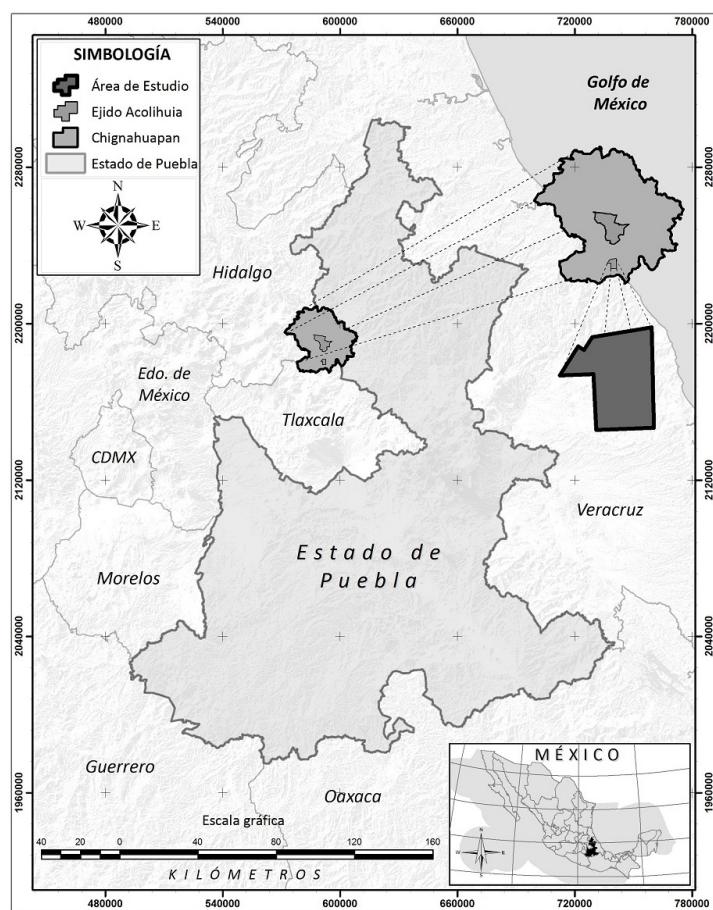


Figura 1. Ubicación de las áreas de producción forestal del ejido Acolihuia, Chignahuapan, Puebla.

cambio de uso de suelo por expansión de zonas urbanas y agropecuarias (Cruz-Huerta *et al.* 2015). El ejido cuenta con un programa de manejo forestal mixto de nivel avanzado, el cual está aprobado para ejecutarse durante el periodo 2010-2019 (Luna-González 2010). Al 2017 se había ejecutado la octava anualidad del tercer ciclo de corta, con lo cual acumula un historial de manejo de 28 años. El área de producción forestal abarca 477 ha, con excepción de 3.2 ha de bosque que se conservan como franja de protección de un manantial, el resto está destinado a la producción. Alrededor de 409 ha se encuentran por debajo y 65 ha por arriba de la cota de 3000 msnm. De conformidad con la NOM-152-SEMARNAT-2006, por arriba de los 3000 msnm sólo se autoriza el aprovechamiento restringido por métodos selectivos o de baja intensidad (Semarnat 2006). Desde 2005 se han realizado gestiones para obtener recursos que han permitido realizar obras de conservación de suelos y reforestación en zonas con algún grado de erosión que carecían de cobertura forestal.

La composición arbórea, estado de desarrollo de la masa forestal y pendiente del terreno, permiten que por debajo de la cota de 3000 msnm se aplique el Método de Desarrollo Silvícola (MDS; (SARH 1984, Semarnat 2006). Su propósito es establecer y manejar masas forestales coetáneas a través de la aplicación de tratamientos silvícolas, que se aplican en áreas de corta especificadas en el programa de manejo. Los tratamientos son actividades de remoción del arbolado, y consisten en cortas de aclareo (CA), regeneración (CR) y liberación (CL). Las cortas de aclareo se realizan para que los árboles tengan un espacio adecuado, lo cual fomenta un desarrollo óptimo para el aprovechamiento comercial. La corta de regeneración tiene como propósito asegurar el establecimiento y continuidad de la masa forestal. Durante 28 años la regeneración se ha basado en la conservación de árboles semilleros. La corta de liberación se aplica para remover los árboles semilleros una vez que se ha establecido la nueva masa forestal. La actual estrategia de intensificación del aprovechamiento forestal ha fomentado el cambio en CR por árboles semilleros, a CR por corta total (“matarrasa”) y reforestación. El cambio a corta total elimina la necesidad de realizar CL y evita daños al arbolado por extracción de los árboles semilleros. El ejido Acolihuia posee condiciones que permiten incrementar la extracción maderera a través de la corta total. Aunque esto genera ingresos económicos adicionales, la asamblea ejidal ha declinado esta alternativa. La aplicación de los tratamientos silvícolas del MDS se rota de forma planificada a lo largo de un periodo denominado “turno silvícola”. Por arriba de los 3000 msnm se utiliza el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI), el cual está diseñado para manejar bosques incoetá-

neos (Semarnap 1994), y el tratamiento silvícola que se emplea es la corta de selección (CS). El ejido Acolihuia cuenta con una certificación en manejo forestal sustentable bajo la norma NMX-AA-143-SCFI-2008 (SE 2008), y uno de los compromisos que esto conlleva es evaluar el efecto del manejo forestal sobre la flora y fauna silvestres.

Inventario de aves

Las observaciones y registro de las aves las realizamos en áreas representativas de los diferentes tratamientos silvícolas. Éstos se aplican en áreas de corta definidas en cada programa de manejo. Debido a que las áreas de corta se delimitan en función del desarrollo de la masa forestal, su cantidad, distribución, forma y tamaño son heterogéneas. La longitud de los transectos fue elegida para no exceder las dimensiones de las áreas de corta sujetas a la aplicación de cada tratamiento, y la separación mínima entre transectos fue de 200 m. En el área manejada por MDS las observaciones las realizamos a lo largo de transectos de 100 x 4 m, y al centro de cada transecto se ubicó un punto de conteo de 25 m de radio (Ralph *et al.* 1996). Establecimos 2 transectos en CA, 3 en CR y 3 en CL. En el área sujeta al MMOBI sólo se aplica CS, y establecimos un transecto único de 500 x 4 m. Ubicamos puntos de conteo de 25 m de radio en los extremos y a la mitad del este transecto. En todos los casos sólo registramos los individuos que estaban posados en alguna perchta. Las observaciones las realizamos de agosto de 2015 a junio de 2016 (durante la ejecución de las anualidades 6^a y 7^a), durante 5 días consecutivos cada mes, en un horario de 8:00-15:00 h. En cada punto de conteo empleamos 15 minutos para realizar las observaciones. El orden de revisión de los transectos fue aleatorizado cada mes. De esta forma se acumularon 55 días y 385 horas de observación. Dadas las condiciones de acceso al área de estudio no fue posible realizar observaciones vespertinas. Usamos binoculares Selsi® 7 x 35 y guías de campo (Howell y Webb 1995, Van Perlo 2006). La lista de las especies se basa en la propuesta de la American Ornithologists' Union y suplementos (AOU 1998, Chesser *et al.* 2016), y las categorías estacionales corresponden a las sugeridas por Howell y Webb (1995).

Para comparar el efecto del manejo forestal sobre las especies cuyos requerimientos de hábitat se restringen al bosque (en lo sucesivo referidas como especies forestales), con las especies generalistas que utilizan otros ambientes (especies generalistas), realizamos una revisión bibliográfica para identificar los ambientes en que se distribuyen las especies registradas. Consideramos como especies forestales aquellas que solamente han sido registradas en ambientes boscosos,

y como especies generalistas aquellas que utilizan otros ambientes, más que bosques. Cuando existía discrepancia en la información reportada –para la decisión final– consideramos los estudios de Juárez-Castillo (2014) y Hernández-Cardona (2015), que se realizaron dentro de la Umafor 2108.

Análisis

Para evaluar el esfuerzo de muestreo y la representatividad del inventario elaboramos una curva de acumulación de especies basada en los estimadores no paramétricos Chao₁ y Chao₂. La curva la realizamos con EstimateS 9.0.0 (Colwell 2013). Comparamos la abundancia y riqueza entre tratamientos silvícolas por medio de una prueba de χ^2 . La diversidad alfa la cuantificamos con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, y la comparamos por medio de la prueba t de Hutcheson. El recambio de especies lo determinamos por el índice de diversidad beta de Whitaker, y la similitud entre tratamientos a través del índice de Bray-Curtis (Moreno 2001). Los análisis los realizamos con Past 3.01 (Hammer *et al.* 2001).

Resultados

Durante todo el muestreo identificamos 35 especies de aves pertenecientes a 33 géneros y 20 familias (Cuadro 1). El orden con más especies fue Passeriformes (26 especies). Las familias con mayor riqueza fueron Parulidae y Emberizidae con 4 y 5 especies cada una. Treinta especies se consideran residentes (86%) y cinco migratorias neotropicales (14%). Observamos cinco especies con alguna categoría de endemismo: *Atlapetes pileatus* y *Cardellina rubra* (endémicas), *Junco phaeonotus* y *Poecile sclateri* (cuasiendémicas), y *Pheucticus melanocephalus* (semiendémica). Registramos a *Myadestes occidentalis*, sujeta a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. La riqueza que observamos concuerda con los estimadores no paramétricos (Chao₁ = 35 y Chao₂ = 35; Figura 2).

La abundancia y riqueza de las especies fueron significativamente diferentes entre los tratamientos silvícolas ($\chi^2 = 288.7$, gl = 102, $p < 0.0001$). Las abundancias más altas corresponden a las especies de colibríes, *Lampornis clemenciae* e *Hylocharis leucotis*, y sólo fueron registradas en las áreas de corta de regeneración. Por otra parte, *M. occidentalis* y *J. phaeonotus* las registramos en todos los tratamientos silvícolas; *P. sclateri* y *C. rubra* las observamos en las áreas sujetas a cortas de aclareo y liberación; *A. pileatus* y *P. melanocephalus* sólo las registramos en las áreas de corta de regeneración. *E. minimus* sólo la

observamos en las cortas de liberación (Cuadro 1). Considerando sus requerimientos de hábitat observamos diferencias significativas en abundancia y riqueza de especies entre tratamientos tanto para especies generalistas ($\chi^2 = 149.13$, gl = 69, $p < 0.0001$) como forestales ($\chi^2 = 45.05$, gl = 24, $p = 0.005$). La mayor riqueza de especies generalistas la observamos en las cortas de regeneración. Para especies forestales la mayor riqueza la observamos en las cortas de liberación, y la menor en las cortas de regeneración (Cuadro 2).

La riqueza y diversidad alfa que registramos fueron más altas en las áreas sujetas al MDS que en las áreas sujetas al MMOBI (Cuadro 2). La mayor riqueza la observamos en las cortas de liberación y regeneración (S = 27 y 25), intermedia en la corta de aclareo (S = 20), y la menor en corta de selección (S = 15). La diversidad alfa más alta la observamos en las áreas de corta de liberación ($H' = 2.956$), seguida por la corta de regeneración ($H' = 2.792$), de aclareo ($H' = 2.677$) y de selección ($H' = 2.344$). Observamos diferencias significativas al comparar la diversidad alfa de aves entre cortas de aclareo y liberación, cortas de regeneración y selección, y cortas de liberación y selección (Cuadro 2). El único tratamiento silvícola que no fue diferente significativamente con la corta de selección fue la corta de aclareo. Al considerar el total de especies el recambio de tratamientos fue intermedio ($\beta_w = 0.667$), y la similitud de especies va de baja a intermedia ($I_{B-C} = 0.24$ – $I_{B-C} = 0.52$, Cuadro 3). Encontramos cuatro especies en áreas correspondientes a todos los tratamientos silvícolas: *J. phaeonotus*, *M. occidentalis*, *O. superciliosus* y *P. fasciata*. En contraste cinco especies, *A. pileatus*, *E. minimus*, *G. gnoma*, *P. melanocephalus* y *T. curvirostre* sólo las registramos en un tratamiento (Cuadro 1). Ninguna especie fue exclusiva de las áreas manejadas por MMOBI. Para las especies generalistas el recambio de especies se encuentra entre bajo e intermedio (I_{B-C}

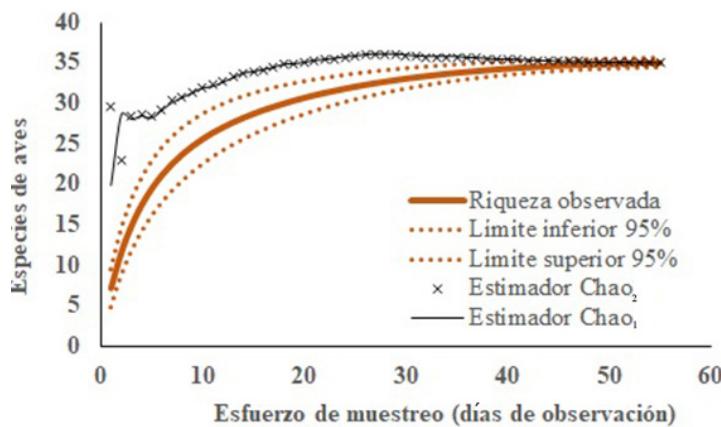


Figura 2. Curva de acumulación de especies de aves en el ejido Acolihuia, en función de los días de observación. Se muestran los intervalos de confianza al 95% y los estimadores no paramétricos Chao₁ y Chao₂.

Cuadro 1. Avifauna presente en las áreas de producción forestal del ejido Acolihuia. La nomenclatura corresponde a la propuesta de American Ornithologists' Union (AOU 1998, Chesser *et al.* 2016). *Estacionalidad.* R: residente, VI: visitante de invierno. *Tratamiento silvícola.* CL: corta de liberación, CR: corta de regeneración, CA: corta de aclareo, CS: corta de selección. Los números indican la abundancia.

Especie	Estacionalidad	Tratamiento silvícola			
		CL	CR	CA	CS
Cathartiformes					
Cathartidae					
<i>Cathartes aura</i>	R	2	9		
Accipitriformes					
Accipitridae					
<i>Buteo jamaicensis</i>	R	2	6		1
Columbiformes					
Columbidae					
<i>Patagioenas fasciata</i> *	R	7	3	1	3
<i>Zenaida macroura</i>	R	13	11		
Strigiformes					
Tytonidae					
<i>Tyto alba</i>	R		1	1	
Strigidae					
<i>Glaucidium gnoma</i> *	R	1			
Apodiformes					
Trochilidae					
<i>Lampornis clemenciae</i>	R	5	37		
<i>Hylocharis leucotis</i>	R	3	20	2	
Piciformes					
Picidae					
<i>Picoides villosus</i> *	R	2		1	2
Passeriformes					
Tyrannidae					
<i>Empidonax minimus</i> *	VI	6			
<i>Sayornis saya</i>	VI		3		1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R	5	5		1
Corvidae					
<i>Cyanocitta stelleri</i> *	R	5	4		4
Hirundinidae					
<i>Hirundo rustica</i>	R	3	7	7	
Paridae					
<i>Poecile sclateri</i> *	R	1		2	
Certhiidae					

Especie	Estacionalidad	Tratamiento silvícola			
		CL	CR	CA	CS
<i>Certhia americana</i> *	R	1		1	1
Regulidae					
<i>Regulus calendula</i>	VI		1	1	
Turdidae					
<i>Myadestes occidentalis</i>	R	2	4	5	3
<i>Turdus migratorius</i>	R		1	2	1
Mimidae					
<i>Toxostoma curvirostre</i>	R			2	
Parulidae					
<i>Setophaga townsendi</i> *	VI	3		6	
<i>Setophaga occidentalis</i> *	VI	8		3	
<i>Cardellina rubra</i> *	R	12		3	
<i>Myioborus miniatus</i>	R	1	2		
Emberizidae					
<i>Atlapetes pileatus</i>	R		2		
<i>Pipilo erythrorthalmus</i>	R	1		2	
<i>Melospiza melodia</i>	R	2	9		
<i>Oriturus superciliosus</i>	R	10	10	10	7
<i>Junco phaeonotus</i>	R	6	6	2	2
Cardinalidae					
<i>Piranga flava</i>	R	2	1		1
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	R		2		
Icteridae					
<i>Quiscalus mexicanus</i>	R		10	2	1
Fringillidae					
<i>Haemorhous mexicanus</i>	R	10	8	11	1
<i>Spinus pinus</i>	R	10	7	2	
<i>Spinus psaltria</i>	R	1	4		1
Número total de especies		27	25	20	15
Número total de individuos		124	173	66	31

* Consideradas como especies forestales con base en el hábitat reportado por: Villa-Bonilla *et al.* (2008), Ramírez-Albores (2013), Juárez-Castillo (2014), Hernández-Cardona (2015).

= 0.21- I_{B-C} = 0.57, Cuadro 3). Para especies forestales la similitud oscila entre baja y alta (I_{B-C} = 0.08- I_{B-C} = 0.82, Cuadro 3). Los tratamientos que comparten la menor proporción de especies forestales son las cortas de regeneración y de aclareo, mientras que las cortas de regeneración y de selección comparten la mayor cantidad.

Discusión

Aunque el área de producción forestal del ejido Acolihuia abarca cerca del 0.01% de la superficie estatal, registramos 35 especies, lo que representa el 6% de las 595 especies de aves reportadas para el estado de Puebla (Navarro-Sigüenza *et al.*

2014). La curva de acumulación de especies sugiere que el inventario es razonablemente completo, ya que los datos observados coinciden con los estimadores Chao₁ y Chao₂. De forma complementaria, la representatividad del inventario la evaluamos por comparación con los indicadores macroecológicos propuestos por Gómez de Silva y Medellín (2001). Observamos concordancia o acercamiento con algunos de ellos: registro de 35 especies, 20 familias, y especies dentro de algunas familias o géneros considerados por estos autores. Las especies residentes constituyen la mayor parte de las aves registradas, incluyendo las que se consideran con alguna categoría de endemismo.

Los valores más altos de riqueza y diversidad alfa los observamos en áreas manejadas por el MDS, que se considera un método más intensivo que el MMOBI (Nájera *et al.*, 2010). Debido a la mayor variedad de tratamientos silvícolas aplicados, las áreas manejadas por MDS favorecen la heterogeneidad de hábitats, y pueden contribuir a la mayor riqueza y diversidad alfa en las áreas sujetas a este método (Tews *et al.* 2004, Loehle *et al.* 2005). Aunque de forma local la aplicación del MMOBI mantiene una estructura de la vegetación más heterogénea en comparación con el MDS, es posible que la menor riqueza observada sea el resultado combinado de un efecto altitudinal (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014), y de su aplicación en una superficie reducida.

Los tratamientos silvícolas modifican la composición y estructura del bosque, con la subsecuente modificación del hábitat y recursos disponibles (Jardel-Peláez 2015). Esta variación genera respuestas que están determinadas por la tolerancia de las especies a estos cambios y sus necesidades específicas. Las especies con la mayor abundancia fueron *Hylocharis leucotis* y *Lampornis clemenciae*, registradas en CR. Aguilar-George (2006) también registró la presencia de ambas especies en sitios sujetos a CR en el estado de Michoacán. Contreras-Martínez (2015) propone que la presencia de flores ornitófilas y la cobertura de dosel son algunos factores locales que explican

la variación en la abundancia de los colibríes en sitios perturbados. Se ha documentado que *Salvia elegans* es un recurso utilizado por *H. leucotis* y *L. clemenciae* (Espino-Espino *et al.* 2014), y su presencia se ha registrado en áreas sujetas a CR del ejido Acolihuia (Cruz-González y Garrido-Luna 2016). En otros casos, la abundancia de algunas especies (v.gr. *Glaucidium gnoma*) puede explicarse por sus hábitos o las limitaciones en el horario de observación.

La modificación del hábitat forestal provoca cambios en la riqueza y abundancia de aves (Dellasala *et al.* 1996, Beese y Bryant 1999, Gram *et al.* 2003, Kendrick *et al.* 2015). En el ejido Acolihuia registramos diferencias en la abundancia y riqueza de aves entre áreas correspondientes a los diferentes tratamientos silvícolas, lo cual sugiere una utilización diferencial de las áreas sujetas a manejo forestal. Los índices de similitud entre tratamientos indican que las especies de aves se comparten en grado variable. En el área de estudio todos los tratamientos silvícolas se aplican de forma simultánea en diferentes áreas de corta. Esto sugiere que a pesar de los cambios, las especies pueden mantenerse a lo largo de la rotación de los tratamientos. Deferrari *et al.* (2001) reportan un patrón semejante en bosques de *Nothofagus*, aunque concluyen que hay diferencias en las comunidades de aves de zonas sujetas a manejo forestal y zonas excluidas del mismo. En bosques templados de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, Aguilar-George (2006) reporta una mayor riqueza de aves en áreas sin manejo forestal. Consideramos que sus resultados no son concluyentes debido a que en la descripción del área de estudio se estipula que estos sitios sí estuvieron sujetos a CS 10 años antes de realizar las observaciones. Dentro de la Umafor 2108, Juárez-Castillo (2014) reporta una mayor riqueza de especies en áreas bajo manejo forestal, en comparación con áreas excluidas del manejo. Debido a que la totalidad del área forestal del ejido Acolihuia se encuentra bajo manejo forestal, recomendamos se establezcan acuerdos con predios

Cuadro 2. Riqueza de especies (S) e índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') por tratamiento silvícola. Los tratamientos que comparten la misma letra son significativamente diferentes para la prueba *t* de Hutcheson ($p < 0.05$).

Tratamiento silvícola	Total		Especies generalistas		Especies forestales	
	S	H'	S	H'	S	H'
CL	26	2.956 a, b	17	2.535	10	2.012 a, b
CR	25	2.792 c	23	2.718 a, b	2	0.683 a, c, d
CA	20	2.677 a	13	2.255 a	7	1.732 c
CS	15	2.344 b, c	11	2.107 b	4	1.28 b, d

Cuadro 3. Índices de similitud de Bray-Curtis entre áreas sujetas a diferentes tratamientos silvícolas.

Grupo de especies	Tratamiento	CL	CR	CA	CS
Total	CL	1	0.52	0.57	0.44
	CR		1	0.33	0.31
	CA			1	0.51
	CS				1
Generalistas	CL	1	0.57	0.52	0.35
	CR		1	0.38	0.21
	CA			1	0.43
	CS				1
Forestales	CL	1	0.26	0.41	0.36
	CR		1	0.08	0.82
	CA			1	0.22
	CS				1

colindantes que posean áreas excluidas del manejo para realizar dicha comparación.

La mayor riqueza y diversidad alfa de especies generalistas las observamos en CR, tratamiento que genera la mayor remoción de cobertura forestal. Para especies forestales la mayor riqueza y diversidad alfa las observamos en CL y CA, las cuales mantienen la mayor cobertura de dosel. *C. rubra*, *C. stelleri*, *E. minimus*, *P. fasciata*, *S. occidentalis* y *S. townsendi* son las especies forestales más abundantes, y sólo *C. stelleri* y *P. fasciata* persisten en CR. La aplicación de los tratamientos a lo largo del turno silvícola busca imitar en cierto grado el proceso de la sucesión forestal. Dado el esquema de aplicación rotacional de los tratamientos silvícolas en tiempo y espacio, las áreas planeadas para recibir el mismo tratamiento no son intervenidas de forma simultánea. Esto sostiene un mosaico de parches que mantienen características de la vegetación presente en cada tratamiento. La decisión de mantener la CR por árboles semilleros, y la consecuente necesidad de aplicar CL, contribuye a conservar un hábitat favorable a las especies forestales. Debido a su mayor abundancia en tratamientos que mantienen una mayor cobertura forestal, sugerimos evaluar la pertinencia de considerar a *C. rubra*, *E. minimus*, *S. occidentalis* y *S. townsendi* como indicadoras de conservación de los bosques bajo manejo forestal en la región.

A escala local el aprovechamiento para cubrir necesidades domésticas (madera para construcción y leña) se remonta, por lo menos, a la fundación del ejido en 1929. El aprovechamiento del bosque con propósitos comerciales inició hace 28 años.

En el ejido Acolihuia actualmente se aplican dos métodos de manejo: MDS, un método de aprovechamiento intensivo, y MMOBI, un método de baja intensidad. La mayor riqueza y diversidad alfa, tanto general como para especies forestales, fueron registradas en las áreas manejadas de forma intensiva. De acuerdo con este contexto e historial de manejo, consideramos que nuestras observaciones apoyan la idea de que el manejo forestal puede incrementar la riqueza y diversidad alfa de aves.

Manejo forestal y conservación

Aunque el programa de manejo forestal del ejido Acolihuia está orientado a la producción de madera, se han incorporado prácticas enfocadas a la conservación de la biodiversidad: franjas de vegetación a la orilla de los manantiales, retención de los árboles secos y con madrigueras, y planificación de las áreas de corta de forma que no se pierda la conectividad en el macizo forestal (Luna-González 2010, Vargas-Larreta 2013, Barrón-Sevilla 2016). Registramos especies con algún grado de endemismo, una especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies restringidas a hábitats forestales. En otros bosques de producción también se han identificado especies enlistadas en la NOM o con alguna categoría de endemismo. Esto incluye al ejido Chinatú, ubicado en el suroeste de Chihuahua (Galván-Moreno 2016); al conjunto predial rancho Santa Elena, Sierra de las Navajas, Hidalgo (Martínez-Morales *et al.* 2013); y a los ejidos Jonuco, Ocojala y Peñuelas-Pueblo Nuevo, Sierra Norte

de Puebla, Puebla (Juárez-Castillo 2014). La presencia de especies con distribución restringida, con requerimiento estricto de ambientes forestales, o con algún estado de vulnerabilidad, sugiere que los bosques orientados a la producción pueden ser parte complementaria de una estrategia de conservación.

Actualmente el sector forestal en México tiene la necesidad de ejecutar estrategias para incrementar la producción, sin menoscabo de la biodiversidad y cobertura forestal (Conafor, 2013). Fuera de las áreas naturales protegidas, la presión para conservar los bosques recae sobre los habitantes de las zonas forestales. En el contexto regional se prevé expansión de las fronteras agropecuaria y urbana, a costa de las áreas forestales que no están sujetas a manejo forestal (Cruz-Huerta et al. 2015). Por ello es prioritario considerar estrategias que generen empleos y aporten ingresos económicos a las comunidades forestales (Klooster y Masera 2000, Barton-Bray y Merino-Pérez 2004, Bray et al. 2007).

Durante el periodo 2013-2018 la Comisión Nacional Forestal ha promovido el manejo forestal sustentable como una estrategia para conciliar el aprovechamiento con la conservación de los bosques (Conafor 2017, PNUD 2017). Los principios del manejo forestal sustentable integran aspectos económicos, sociales y ecológicos, lo que genera un contexto pertinente para el aprovechamiento de los recursos forestales y la conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados. Adicionalmente, la certificación bajo la NMX-AA-143-2008-SCFI o de conformidad con estándares FSC incluye evaluaciones del impacto sobre la flora y fauna silvestres (SE 2008). Sugerimos que nuestros resultados sean utilizados como referencia para monitorear la abundancia, riqueza y diversidad alfa de aves, y de esta forma determinar el efecto del manejo forestal sobre la dinámica de la comunidad de aves.

Agradecimientos

A Guillermo M. Luna González, Miguel Gutiérrez Mauricio y al personal de Silvícola Ocote Real, S.C. por permitirnos la consulta del programa de manejo forestal y apoyarnos en el trabajo de campo, además de ser el enlace con el ejido Acolihuia. A Rogelio Carmona Lozada por las facilidades otorgadas para realizar este proyecto durante su gestión como presidente del comisariado ejidal. Valentina Ramos Perfecto y Adolfo Vázquez Martínez brindaron sus comentarios a una versión preliminar. Los comentarios de dos revisores anónimos contribuyeron a reorientar y enriquecer la versión final del manuscrito. Agradecemos a los habitantes del ejido

Acolihuia por permitirnos el acceso a sus bosques de producción.

Literatura citada

- Aguilar-George, I. 2006. *Efectos de técnicas de manejo forestal sobre la estructura y composición de la comunidad de aves de un bosque templado*. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- AOU (American Ornithologists' Union). 1998. *Check-list of North American Birds*, 7a. ed., American Ornithologists' Union. Washington, D.C., EUA.
- Chesser, R.T., K.J. Burns, C. Cicero, J.L. Dunn, A.W. Kratter, I.J. Lovette, P.C. Rasmussen, J.V. Remsen Jr., J.D. Rising, D.F. Stotz K. Winker. 2016. Fifty-seventh Supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk: Ornithological Advances* 133(3):544-560. DOI: <https://doi.org/10.1642/AUK-16-77.1>.
- Barrón-Sevilla, J.A. 2016. *Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad en la región centro de México*. Comisión Nacional Forestal, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Zapopan, Jalisco, México.
- Barton-Bray, D., L. Merino-Pérez. 2004. *La experiencia de las comunidades forestales en México. Veinticinco años de silvicultura y empresas forestales comunitarias*. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C. Distrito Federal, México.
- Beese, W.J., A.A. Bryant. 1999. Effect of alternative silvicultural systems on vegetation and bird communities in coastal montane forests of British Columbia, Canada. *Forest Ecology and Management* 11: 231-242. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00402-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00402-2).
- Bray, D. B., E. Durán-Medina, L. Merino-Pérez, J.M. Torres-Rojo, A. Velázquez-Montes. 2007. *Nueva evidencia: los bosques comunitarios de México protegen el ambiente, disminuyen la pobreza y promueven la paz social*. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. México, D.F.
- Brooks, T.M., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca, A.B. Rylands, W.R. Konstant, P. Flick, J. Pilgrim, S. Oldfield, G. Magin, C. Hilton-Taylor. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16: 909-923. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00530.x>.
- Colwell, R.K. 2013. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and evenness for sparse data*. Version 9.1.1. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>

- richness and shared species from samples. Version 9.1.0. Disponible en: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Conabio. 2006. *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Conafor. 2013. *Estrategia Nacional de Manejo Forestal Sustentable para el incremento de la Producción y Productividad (ENAIPROS)*. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México.
- Conafor (Comisión Nacional Forestal). 2017. Reglas de operación del Programa Nacional Forestal 2018. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Diario Oficial de la Federación*: 30 de diciembre de 2017. México.
- Contreras-Martínez, S. 2015. *Dinámica espacio-temporal de colibríes (Trochilidae), en bosques de pino-encino post-incendio en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México*. Tesis de doctorado. Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco, México.
- Cruz-González, K., E. Garrido-Luna. 2016. *Inventario florístico del Ejido Acolihuia*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. Zacatlán, Puebla.
- Cruz-Huerta, C., M.J. González-Guillen, T. Martínez-Trinidad, M.J. Escalona-Maurice. 2015. Modeling land-use change and future deforestation in two spatial scales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 21(2):137-156. doi: <https://doi:10.5154/r.rchscfa.2014.06.025>.
- Deferrari, G., C. Camilión, G. Martínez-Pastur, P.L. Peri. 2001. Changes in *Nothofagus pumilio* forest biodiversity during the forest management cycle. 2. Birds. *Biodiversity and Conservation* 10:2093-2108. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1013154824917>.
- Dellasala, D.A., J.C. Hagar, K.A. Engel, W.C. McComb, R.L. Fairbanks, E.G. Campbell. 1996. Effects of silvicultural modifications of temperate rainforest on breeding and wintering bird communities, Prince of Wales Island, southeast Alaska. *The Condor* 98(4):706-721. doi: <https://doi.org/10.2307/1369853>.
- Dirzo, R., P.H. Raven. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources* 28:137-167. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105532>.
- Espino-Espino, J., F. Rosas, E. Cuevas-García. 2014. Variación temporal de visitantes florales en dos especies simpátricas de *Salvia* con floración simultánea y síndrome de polinización contrastante. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(1):161-166. doi: <https://doi.org/10.7550/rmb.35248>.
- Galván-Moreno, R. 2016. *Manual para la identificación de Altos Valores de Conservación en bosques templados de México. La experiencia del suroeste del estado de Chihuahua*. Comisión Nacional Forestal, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Zapopan, Jalisco, México.
- Gómez de Silva, H., R.A. Medellín. 2001. Evaluating completeness of species list for conservation and macroecology: a case study of Mexican Land Birds. *Conservation Biology* 15(5):1384-1395. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2001.00177.x>.
- Gram, W.K., P.A. Porneluzi, R.L. Clawson, J. Faaborg, S.C. Richter. 2003. Effects of experimental forest management on density and nesting success of bird species in Missouri Ozark Forests. *Conservation Biology* (5)17:1324-1337. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.02171.x>.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper, P.D. Ryan. 2001. *PAST: Palaeontological Statistics*. Version 3.01. Natural History Museum, University of Oslo. Disponible en: <http://folk.uio.no/ohammer/past> (consultado el 17 de febrero de 2017).
- Hernández-Cardona, A. 2015. *Distribución y diversidad de la avifauna de Tetela de Ocampo, Puebla, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
- Howell, S.N.G., S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press. New York.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. *Síntesis geográfica del estado de Puebla*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- Jansson, G., H. Andrén. 2003. Habitat composition and bird diversity in managed boreal forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18(3): 225-236. doi: <https://doi.org/10.1080/02827581.2003.9728293>.
- Jardel-Peláez, E.J. 2015. *Criterios para la conservación de la biodiversidad en los programas de manejo forestal*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México.
- Juárez-Castillo, M. 2014. *Avifauna de bosques templados bajo manejo forestal*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. Zacatlán, Puebla, México.
- Kendrick, S.W., P.A. Porneluzi, F.R. Thompson III, D.L. Morris, J.M. Haslerig, J. Faaborg. 2015. Stand-level bird response to experimental forest management in the Missouri Ozark. *The Journal of Wildlife Management* 79(1): 50-59. doi: <https://doi.org/10.1002/jwmg.804>.
- Klooster, D., O. Masera. 2000. Community forest management in Mexico: carbon mitigation and biodiversity conserva-

- tion through rural development. *Global Environmental Change* 10(4): 259-272. doi: [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(00\)00033-9](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(00)00033-9).
- Loehle, C., T.B. Wigley, S. Rutzmoser, J.A. Gerwin, P.D. Keyser, R.A. Lancia, C.J. Reynolds, R.E. Thill, R. Weih, D. White, P.B. Wood. 2005. Managed forest landscape structure and avian species richness in the southeastern US. *Forest Ecology and Management* 214(1-3):79-293. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.04.018>.
- Luna-González, G.M. 2010. *Programa de manejo mixto de nivel avanzado para el Ejido Acolihuia*. Silvícola Ocote Real, S.C., Comisión Nacional Forestal. México.
- Martínez-Morales, M.A., V. Mendiola-Islands, I. Zuria, M.C. Chávez-Péón Hoffmann-Pinther, R.G. Campuzano-Velasco. 2013. La conservación de las aves más allá de las áreas naturales protegidas: el caso de la avifauna del Rancho Santa Elena, Hidalgo. *Huitzil* 14(2):87-100.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y El Caribe, Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España.
- Nájera, A., L.F. Pereira, J.D. Chapas (eds.). 2010. *Lineamientos Técnicos de Manejo Forestal Sostenible para los Bosques Pino Encino de Mesoamérica*. Conservación International, The Nature Conservancy. Guatemala, Guatemala.
- Navarro-Sigüenza, A.G., Ma. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Townsend Peterson, H. Berlanga-García, L.A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:s476-s495. doi: <https://doi.org/10.7550/rmb.41882>.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2010. *Transformar el manejo de bosques de producción comunitarios ricos en biodiversidad mediante la creación de capacidades nacionales para el uso de instrumentos basados en el mercado*. Reporte de proyecto. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Comisión Nacional Forestal. México, D.F.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017. *Informe final. Proyecto biodiversidad en bosques de producción y mercados certificados*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México.
- Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martín, D.F. DeSante, B. Milá. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSWGTR-159. Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Albany, CA.
- 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.
- Rosete-Vergés, F.A., J.L. Pérez-Damián, M. Villalobos-Delgado, E.N. Navarro-Salas, E. Salinas-Chávez, R. Remond-Noa. 2014. El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y Bosques* 20(1):21-35. doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2014.201173>.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos). 1984. *Manual de aplicación del método de desarrollo silvícola*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos. México, D.F.
- SE (Secretaría de Economía). 2008. Norma Mexicana NMX-143-AA-SCFI-2008 para la Certificación del Manejo Sustentable de los Bosques. Secretaría de Economía. *Diario Oficial de la Federación*: 8 de septiembre de 2008. México.
- Şekercioğlu, Ç.H., G.C. Daily, P.R. Erlich. 2004. Ecosystem consequences of bird declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(52): 18042-18047. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.0408049101>.
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1994. *Guía técnica para la aplicación del Método Mexicano de Ordenación de Montes Irregulares*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Sistema Nacional de Indicadores Ambientales. Indicadores básicos del desempeño ambiental de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. Disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores14/conjuntob/00_conjunto/introduccion.html (consultado el 13 de diciembre de 2016).
- Semarnat. 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-152-SEMARNAT-2006 Que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de los recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Diario Oficial de la Federación*: 17 de octubre de 2008. México.
- Tews, J., Brose, U., V. Grimm, K. Tielbörger, M.C. Wichmann, M. Schwager y F. Jeltsch. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31(1):79-92. doi: <https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x>.
- Van Perlo, B. 2006. *Birds of México and Central América*. Princeton University Press. New Jersey.

Vargas-Larreta, M. 2013. *Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad*. Comisión Nacional Forestal; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Zapopan, Jalisco, México.

Villa-Bonilla, B., O.R. Rojas-Soto, A.G. Colodner-Chamudis, C. Tejeda-Cruz. 2008. Inventarios municipales de avifauna y su aplicación a la conservación: el caso de Zacapoaxtla, Puebla, México. *Ornitología Neotropical* 19:531-551.



Sociedad para el Estudio y Conservación
de las Aves en México, A.C.