



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**DISTRIBUCIÓN Y DIVERSIDAD DE LA AVIFAUNA
DE TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, MÉXICO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGA
PRESENTA:

ALFONSINA HERNÁNDEZ CARDONA

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. MARCO FABIO ORTIZ RAMÍREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F. 2015





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

HOJA DE DATOS DEL JURADO

1. Datos del alumno

Hernández
Cardona
Alfonsina
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
302690303

2. Datos del tutor

M. en C.
Marco Fabio
Ortiz
Ramírez

3. Datos del sinodal 1

Dr.
Luis Antonio
Sánchez
González

4. Datos del sinodal 2

Dr.
Octavio Rafael
Rojas
Soto

5. Datos del sinodal 3

Dra.
Patricia
Ramírez
Bastida

6. Datos del sinodal 4

M. en C.
Marcos Rubén
Ortega
Álvarez

7. Datos del trabajo escrito

Distribución y diversidad de la avifauna de Tetela de Ocampo, Puebla, México.
77 pp.
2015

La tesis se realizó en el taller “Biodiversidad de los vertebrados terrestres de México” a cargo del Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza. El trabajo de campo de la tesis fue financiado por tres partes. Las salidas de muestreo al municipio, el cartel y postales fueron financiados por el Proyecto PAPIIT IN 217212 “Patrones geográficos de la diversidad de aves de las zonas montañosas de Mesoamérica” de la Universidad Nacional Autónoma de México cuyo responsable es el Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza. El gobierno municipal de Tetela de Ocampo periodo 2011-2014 a cargo del Ing. Marco Antonio Uribe Peña apoyó con parte del transporte, alimentación y hospedaje que se requirió durante el muestreo de campo. Por último, el gobierno municipal de Tetela de Ocampo periodo 2014-2018 a cargo del Profr. Ricardo G. Aco Farfán apoyó con la logística, transporte, alimentación y hospedaje durante el periodo de la entrega de carteles y postales así como para dar las pláticas en escuelas y comunidades.

Las ilustraciones en blanco y negro fueron realizadas por Miguel Ángel Hernández Espejo.

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

Agradezco a mi tutor de tesis M. en C. Marco Fabio Ortiz Ramírez su paciencia y apoyo tanto en el trabajo de campo como de escritorio.

Agradezco al Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza y al Biól. Alejandro Gordillo Martínez su apoyo con el financiamiento y organización de los muestreos de campo, así como por sus sugerencias para mejorar la presente tesis.

Agradezco al Dr. Luis Antonio Sánchez González, al Dr. Octavio Rafael Rojas Soto, a la Dra. Patricia Ramírez Bastida y al M. en C. Marcos Rubén Ortega Álvarez por formar parte del jurado y hacer observaciones para mejorar la presente tesis.

Agradezco al Dr. Erick Alejandro García Trejo su ayuda en la interpretación de los análisis de diversidad y consejos para mejorarlos.

Agradezco al Dr. César Antonio Ríos Muñoz su apoyo con comentarios a todos los análisis, texto y mapas.

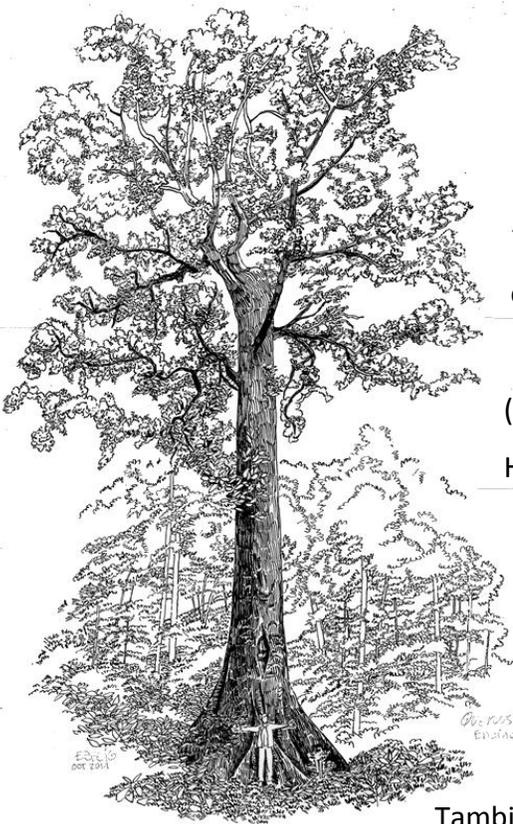
Agradezco al M. en C. Leopoldo Vázquez Reyes y a la Biól. Aura Puga Caballero sus comentarios y apoyo con los análisis altitudinales y de diversidad beta.

Agradezco al M. en A. Aldi de Oyarzabal Salcedo por acompañarme y apoyarme en el trabajo de campo y realizar las ilustraciones para el cartel y postales de las aves de Tetela de Ocampo.

Agradezco al Biól. Arturo Olvera Vital y a la Biól. Marisol Ocampo Sandoval su apoyo con el uso del software R.

Agradezco al M. en C. Carlos Alberto Hernández Jiménez y la pasante de bióloga Rosalía de la Ascensión Pérez y Soto por su apoyo con el trabajo de campo y la organización de las primeras salidas al municipio.

Agradezco a mis compañeros del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias por su apoyo en el trabajo de campo así como de escritorio: Martín Y. Cabrera Garrido, Arturo Olvera Vital, Héctor Cayetano Rosas, Sahid M. Robles Bello, Aura L. Puga Caballero, Vanessa Ayala González, Deborah V. Espinosa Martínez, Daniel Méndez Aranda, Luis E. Sánchez Ramos, Iván Reséndiz Cruz, Fernanda Bribiesca Contreras, Daniel Hernández Cardoso y Claudia R. Gutiérrez Arellano.



AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Tan pronto como me indicaron que debía escoger tema de tesis se presentó un proyecto con aves en la Sierra Norte de Puebla, en el municipio de Tetela de Ocampo. Agradezco a Carlos Hernández Jiménez, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) por haber invitado al Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias (MZFC) a participar en el inventario faunístico de esta localidad. Carlos hizo el contacto con el gobierno municipal de Tetela y acordó con éste el apoyo con transporte, alimentación y hospedaje. Agradezco al presidente municipal de Tetela de Ocampo (periodo 2011-2014) Marco Antonio Uribe Peña por apoyarnos con lo anterior.

También agradezco a Alejandro Fuentes por indicarnos localidades convenientes para el muestreo y por llevarnos a todas las partes del municipio que le pedíamos.

Agradezco a Don Germán Romero González por habernos hospedado en sus cabañas durante las primeras salidas al campo y también por proporcionarnos información física y social sobre Tetela. El hospedaje de las últimas salidas estuvo a cargo de varias personas. En Tetela agradezco a Doña Nachita y a Flavio por todas sus amabilidades. En las cabañas Acomomoca, agradezco a Don Eleuterio y a Don Perfecto por proporcionarnos las facilidades que necesitábamos. En Xochititan nos atendió Rodrigo Pineda, mostrándonos veredas para llegar a distintos lugares. Agradezco a Don Fidel y al señor Wulfrano Hernández por permitirnos trabajar en las cascadas de Xaltatempa.

Estoy muy agradecida con don Alejandro Luna, su esposa doña Teresa Correa y sus hijos Rocío, Javier y Juan, pues siempre nos recibieron amablemente en su casa y compartieron con nosotros deliciosa comida y calentito atole de arroz. Don Alejandro Luna nos brindó gran apoyo como guía de la localidad. Por supuesto no puede faltar el lugar donde, luego de terminar exhaustos de las labores de campo, se llega a descansar y platicar acompañándose de un vasito. Ese vasito nos lo ofrecía don Darío Torres, propietario de “El Atorón”, que se puede traducir como “lugar donde parece que no

pasa el tiempo mientras se degustan licores de frutos de la región”. Así pues, agradezco a Don Darío por siempre disponer de tiempo para nosotros con el propósito de platicar del curso de nuestras investigaciones.

Continúo agradeciendo a Adolfo Navarro Sigüenza, nuestro jefe en el MZFC y a quien debo el indispensable apoyo económico para realizar todas las salidas al campo. Agradezco también a Alejandro Gordillo Martínez por apoyarme en la organización de todas las salidas al campo y por administrar muy oportunamente el apoyo económico. Agradezco a mi tutor de tesis, Marco Ortiz Ramírez, quien me acompañó a las dos primeras salidas al campo y me inició en las artes (en ese momento para mí obscuras) de la taxidermia, colocación de redes de niebla e identificación de cantos de aves. Así mismo me guio en el proceso (doloroso) de la comprensión del método de campo y su relación con los análisis (poco menos que una pesadilla) así como en la elaboración de la presente tesis. Martín Cabrera Garrido fue mi hermano de tesis, pues él se encargó del estudio de los mamíferos de Tetela y casi todas las salidas las hicimos juntos. Agradezco su apoyo en cada momento de nuestra estancia en campo. En aquello de trepar cerros y explorar lugares no le faltó energía y le agradezco mucho el imperturbable buen semblante de su cara.

También agradezco a todos los miembros del MZFC que me apoyaron. Arturo Olvera y Héctor Cayetano fueron los primeros en ir a Tetela y en traer los primeros registros y colectas de aves. En especial agradezco a Aura Puga, Leopoldo Vázquez, César Ríos, Arturo Olvera y Marisol Ocampo por su amistad sincera y su apoyo en la comprensión y análisis de los datos. Estoy muy agradecida con todas aquellas personas que me acompañaron a las salidas al campo, sin ellas no hubiera podido realizar el muestreo: Sahid Robles, Aura Puga, Arnaldo Hernández, Daniel Méndez, Deborah Espinoza, Vanessa Ayala, Luis Enrique Sánchez, Iván Reséndiz y Fernanda Bribiesca. Agradezco a Sahid y Fernanda porque ellos hicieron todas las grabaciones de sonidos de aves. Agradezco a Livia León Paniagua por acompañarnos en una ocasión al campo. Entre otras cosas, las historias que nos contó sobre sus experiencias anteriores en campo al lado de otros biólogos fueron magníficas. Fue maravilloso haber realizado la tesis en el MZFC.

Agradezco a Aldi de Oyarzabal, porque gracias a él en una ocasión me sentí trasladada a aquellas expediciones antiguas donde la única manera de plasmar lo que se veía era la ilustración.

Cargando agua, acuarelas, pinceles, lápices, block de hojas, godete y banquito, Aldi caminó al lado de nosotros por las veredas para ilustrar tanto el paisaje como las aves y algunos mamíferos que caían en nuestras trampas. Agradezco a Nancy Mejía por el apoyo que me brindó en la elaboración del cartel digital, su paciencia fue muy importante para concluir con el trabajo.

Rosalía Pérez (estudiante de la BUAP) estuvo a cargo del estudio de la herpetofauna de Tetela. A ella agradezco su amistad y amabilidad, ya que, entre otras cosas, nos apoyó en el constante contacto que debíamos tener con las autoridades del municipio de Tetela.

Agradezco a Anna Lilia Vera Rodríguez, a su esposo Gil Aco y a sus hijos Ximena y Santiago por su amabilidad y hospitalidad durante la entrega de carteles y pláticas sobre las aves en Tetela. También agradezco a Anna Lilia el habernos apoyado increíblemente con la organización de las pláticas y por estar muy al tanto de nuestro hospedaje, alimentación y transporte, su apoyo fue clave para que lográramos cumplir nuestro objetivo. Durante esta salida me acompañaron Daniel Hernández Cardoso, Fernanda Bribiesca, Claudia Gutiérrez y Claudia Trillo. Les agradezco de todo corazón su apoyo, parecía una tarea sencilla, pero resultó toda una odisea, así son las sorpresas en el campo.

Quiero agradecer profundamente a mi papá y mamá, Miguel Ángel y Silvia. Ellos me llevaron al campo desde pequeña y todo lo que aprendí a su lado en este entorno ha sido la base para cumplir ciertas exigencias en el trabajo de campo de la tesis. Ellos siempre esperaban nuestro regreso de Tetela deseosos de escuchar todo lo que habíamos vivido. También agradezco a mi hermano, Arnaldo, ha sido un ejemplo para mí pues lo considero un gran caminante y explorador. Logré terminar el muestreo de campo de manera aceptable gracias a que mi hermano complementó mi aprendizaje a lo largo de mucho tiempo de salir juntos al campo. Y por último agradezco el apoyo de Julián Ávila, juntos compartimos muy buenos momentos al hacer el muestreo de campo en Tetela.

SENTIMIENTOS SOBRE LA TESIS DE LICENCIATURA

El Zotolo y el Cozoltépetl. ¿Sabes qué son?

¡Te cuento! Son dos cerros, grandes, el primero ya marcado por la deforestación pero el segundo aún cubierto completamente por un denso bosque de niebla. Tetela de Ocampo es el pueblo más cercano al Zotolo y del pequeño pueblo cafetalero de Totutla se parte para subir al Cozoltépetl o simplemente Cozol. También son dos de las cumbres más altas de la Sierra Norte de Puebla.

¡Ah sí!, la sierra, esa arrugada sábana verde que se antoja interminable si estás en una cumbre o alguna ladera alta y diriges la mirada hacia cualquier punto cardinal. A veces, las nubes bordean los flancos de los cerros sin llegar a las puntas de éstos haciendo que parezcan islas verdes en medio de un mar blanco. Hace ya algunos años me encontré en la punta del Zotolo, en campamento con unos compañeros. El amanecer nos sorprendió con un paisaje totalmente despejado, tanto que se alcanzaba a ver con nitidez hacia el sur la cumbre nevada y el glaciar de Jamapa del volcán Citlaltépetl (o Pico de Orizaba). Luego de dos días de caminata, cansados y al anochecer llegamos a una cueva que se encuentra a media hora de la cumbre del Cozol. A la mañana siguiente, al llegar a la cima, nos cubrió una barrera de neblina que no nos permitió ver ni a un metro y que terminó empapándonos.

¿Pero por qué estos dos cerros? ¿Qué tienen de especial? Bueno, por sí solos ya son dos lugares muy bellos, pero no están completos sin el resto de la sierra. Son sólo un pretexto para contarte lo que, para mí, es la Sierra Norte de Puebla, pues desde hace diez años la he caminado al lado de mi familia y amigos, y espero seguir haciéndolo, porque...

La Sierra Norte de Puebla nos ha brindado vasto terreno para deleitarnos con amaneceres y atardeceres espectaculares; para sentir el frío húmedo del bosque y el calor seco de las veredas serranas, cosas tan sencillas pero tan embalsamadoras del alma. Sólo por el placer de caminar en sus veredas hemos conocido un cansancio tal que se refleja en el dolor de todo el cuerpo y hasta pareciera que de los huesos. Al abrigo de sus bosques hemos tenido que pernoctar sin más protección que la bolsa de dormir –suertudos, sintiendo un poco de temor y preocupación por que en ese momento ya deberíamos encontrarnos en nuestras casas, y no rodeados por los contrafuertes de un

cerro por un lado y hacia el otro por una profunda cañada infranqueable. La sierra nos dio una lección, pues la subestimamos creyendo fácil librar sus empinadas laderas sorprendiéndonos la noche en medio de su tortuosa orografía. Ésta resguarda bosques templados de pino y encino que se transforman poco a poco en bosques de niebla, siempre acompañados de ríos y cascadas, pero con frecuencia interrumpidos por valles verdes donde pasta el ganado. Hay infinidad de pequeños espejos de agua escondidos entre la vegetación, manantiales de agua deliciosa.

También esta sierra ha sido escenario de olímpicos extravíos de compañeros descuidados. Pero nada de qué preocuparse, pues la Sierra Norte de Puebla está surcada por infinidad de veredas y caminos. En cada recoveco de sus cañadas y filos hay un pequeño pueblo, siempre adornado con la torre de una iglesita. Sólo basta seguir caminando y salir a alguna de esas poblaciones, donde vive gente tranquila y amistosa que está dispuesta a ayudar ya sea dando indicaciones precisas sobre los caminos, compartiendo su comida y, por supuesto, de pulque y aguardiente u ofreciendo algún espacio de su propia casa o patio para pernoctar.

Muchas veces dimos la mano fuertemente a estas amables personas, mostrándoles nuestro agradecimiento. A cambio, recibimos un leve toque en la palma de nuestra mano. Y no es que tengan miedo o sean penosos, así saludan y se despiden allá. Es un gesto suave, un sutil toque de manos sin llegar a cerrarlas. Una ocasión en que nos sentamos a comer un tentempié a la orilla de una lodosa vereda y rodeados, nuevamente, por neblina, se apareció una viejita, muy viejita, vestida casi por completo de blanco. Y así, sin conocernos y haciendo caso omiso de nuestro diferente aspecto que a otro habitante de la sierra hubiera llamado la atención, dio la mano suavemente a cada uno de nosotros y diciéndonos: *"hasta mostla"*. Después mi papá me dijo que se despidió de nosotros diciéndonos *"hasta mañana"* en náhuatl.

Sorpresiva y satisfactoriamente para mí, el año pasado la Sierra Norte de Puebla fue la región donde nos tocó realizar la tesis a tres biólogos pasantes, Rosalía (BUAP), Martín y yo (UNAM). Todas las experiencias antes vividas en las excursiones con mi familia y amigos se unieron a aquellas, estupendas por decir poco, del trabajo de campo que llevé a cabo en el municipio de Tetela de Ocampo. Esto ha hecho de esta sierra un lugar aún más apreciado por mi familia y yo. Sigue siendo para nuestros ojos una región que sobresale en el mapa del territorio mexicano, pues nunca deja de

sorprendernos con vivencias hermosas, pero tampoco se abstiene de mostrarnos que en sus cerros, cañadas y pueblos existen problemas sociales y ambientales. Por dar un ejemplo, las minas de oro que se encuentran en las afueras de la ciudad de Tetela de Ocampo comenzaron a representar un punto rojo desde el año pasado y hasta ahora lo son.

Los rasgos que describo de la Sierra Norte de Puebla no son exclusivos de ésta. Estoy convencida de que cada sierra de la República Mexicana guarda estos y muchos más encantos y tristezas. En cualquier parte de México se puede (o podía*) caminar y disfrutar de una inmensa diversidad biológica y social que enriquece el conocimiento y el alma. Sin embargo tanto el paisaje natural como social de la Sierra Norte de Puebla lo exalto y admiro porque es en esta sierra donde me ha tocado caminar más. De aquí guardo muchos recuerdos, tanto divertidos como amargos, y que conforman el mosaico de impresiones de una pequeña porción rural del México que estoy viviendo.

Haber tenido la oportunidad de realizar mi tesis de licenciatura en la Sierra Norte de Puebla fue, tal vez, un regalo de la vida y estoy muy agradecida por ello.



* La presente inseguridad ha imposibilitado el acceso a varias regiones del país.

A mamá, papá y manito.

ÍNDICE

1	Resumen	1
2	Introducción	2
3	Objetivos	6
4	Métodos	7
	Área de estudio	7
	Trabajo de campo	13
	Análisis de datos	18
5	Resultados	24
	Representatividad del muestreo	24
	Métodos de muestreo	25
	Diversidad gamma: riqueza avifaunística	26
	Estacionalidad	26
	Estaciones del año	27
	Endemismo y estatus de protección	28
	Diversidades alfa y beta	28
	Localidades	28
	Tipos de vegetación.....	30
	Afinidad avifaunística	33
	Distribución del cartel, postales y pláticas	34
6	Discusión	36
7	Conclusiones	44
8	Literatura citada	45
	Apéndice 1. Lista de aves	57
	Apéndice 2. Cartel y postales	63

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo analizar la diversidad y patrones de distribución de la avifauna, así como su grado de endemismo y estatus de protección en el municipio de Tetela de Ocampo, Puebla, México. Se realizaron 11 salidas al campo entre 2012 y 2014. Se emplearon cuatro métodos de muestreo: puntos de conteo, redes de niebla, grabación de sonidos y registro libre. La avifauna registrada fue de 147 especies, distribuidas en 11 Órdenes, 38 familias (mas una familia *Incertae Sedis*) y 103 géneros. Las especies residentes fueron 109 (74.1%), 33 fueron visitantes de invierno (22.4%), tres transitorias (2%) y dos residentes de verano (1.3%). Fueron 21 (14.2%) las especies que presentaron alguna categoría de endemismo. La NOM-059-SEMARNAT contiene 16 especies (10.8%), la CITES enlista a 14 especies (9.5%) y dos especies (1.3%) aparecen en la Lista Roja. Se registraron más especies en otoño (84), seguido de invierno (82 especies), primavera (65 especies) y verano (56 especies). Los tipos de vegetación encontrados en el municipio fueron bosque de pino-encino (BPE), bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque de galería (BG) y ambientes antropizados (AA). En términos de diversidad beta, hay un recambio de especies mucho más considerable entre el BG y los AA mientras que el recambio de especies entre el BPE y el BMM no fue tan marcado. El municipio de Tetela de Ocampo se encuentra en la transición de las regiones biogeográficas Sierra Madre Oriental (SMO) y Eje Neovolcánico Transversal (ENT), sin embargo, su avifauna se asemeja más a la de la Sierra Madre Oriental.

ABSTRACT

This work aims to analyze the diversity and distribution patterns of birds, their endemism and protection status in Tetela de Ocampo Municipality, Puebla, Mexico. A total of eleven field trips were done between 2012 and 2014. Four sampling methods were used: point counts, netting, sound recording and bird watching. 147 bird species were recorded, belonging to 11 Orders, 38 Families (plus an *Incertae Sedis* family) and 103 Genera. 109 (74.1%) species were resident, 33 (22.4%) were winter visitors, three (2%) transitory and two (1.3%) summer residents. 21 species (14.2%) presented some endemic category. There are 16 species (10.8%) in the NOM-059-SEMARNAT, 14 species (9.5%) are listed in CITES and two species (1.3%) appear in the Red List. The highest richness was recorded in fall (84 species), followed by winter (82 species), spring (65 species) and summer (56 species). The habitats observed were pine-oak forest (BPE), cloud forest (BMM), gallery forest (BG) and anthropogenic environments (AA). In terms of beta diversity, there was a significant turnover between bird species of BG and AA whereas the species turnover between BPE and BMM was not so marked. The municipality of Tetela de Ocampo is located in the transition of two biogeographic regions: Sierra Madre Oriental (SMO) and Eje Neovolcanico Transversal (ENT), but its avifauna is more related to that of the Sierra Madre Oriental.

2 INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica o biodiversidad es la propiedad de los seres vivos de ser diferentes entre sí como resultado de procesos y patrones ecológicos y evolutivos irrepetibles (Núñez *et al.*, 2003). No obstante, el uso más frecuente de diversidad biológica es el que se refiere a la riqueza de especies (Rodríguez, 2006). En ese sentido, la biodiversidad se ha dividido en tres tipos: alfa, beta y gamma; dichos componentes están fuertemente relacionados entre sí y su estudio es primordial para entender los patrones de variación espacial de la riqueza de especies (Koleff, 2005). La diversidad alfa se refiere al número de especies presentes en una localidad dada; la diversidad beta es una medida de la diferencia en la composición de especies entre dos o más ensamblajes regionales y la diversidad gamma es el número de especies que habitan en las distintas comunidades que forman un paisaje (Halffter y Moreno, 2005). En este contexto, la diversidad alfa se refiere a la riqueza de especies en una escala de resolución más fina que la diversidad gamma y la diversidad beta puede ser evaluada entre dos o más ensamblajes locales o regionales o entre sitios que tengan pocos metros cuadrados a decenas o centenas de kilómetros cuadrados (Koleff, 2005).

El recambio de especies está asociado usualmente con cambios en las condiciones ambientales (Koleff, 2005). Varios estudios han determinado que la riqueza y composición de las comunidades de aves se encuentran directamente relacionadas con la estructura de la vegetación (p. ej. Cueto y Lopez de Casenave, 1999; Ramírez-Albores, 2007a, Ramírez-Albores y Navarro-Sigüenza, 2011; Goetz *et al.*, 2014). En México, se sabe que los bosques tropicales, el bosque de pino-encino y el matorral xerófilo son los que presentan mayor cantidad de especies; mientras que los menos diversos son las áreas urbanas, el chaparral y los ríos (Escalante *et al.*, 1993; Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014).

El estado de Puebla comenzó a ser explorado con fines ornitológicos desde 1878, con listados que no sobrepasaban las 175 especies (Ferrari-Pérez, 1886; Sutton y Burleigh, 1942). Sin embargo, las investigaciones han continuado en el estado. Rojas (1995) realizó un análisis sobre la riqueza y distribución de las aves de Puebla y a los pocos años Rojas-Soto y Navarro (1999) agregaron al listado 22 nuevos registros. Arizmendi y Espinosa de los Monteros (1996) analizaron la distribución de la

riqueza específica de aves en el Valle de Tehuacán tomando en cuenta la estacionalidad, endemismo y aprovechamiento de recursos; Ramírez-Albores (2007b) presentó un estudio para la conservación de las aves en el Alto Balsas (suroeste de Puebla); Pineda *et al.* (2010) realizaron un estudio sobre las aves de la Laguna de Chapulco en el municipio de Puebla concluyendo que la zona es una región importante de reproducción de varias especies con importancia ecológica. Finalmente, Rose *et al.* (2012) estudiaron las aves de un bosque de encino en la ciudad de Puebla, registrando 158 especies y argumentando que el hábitat se encuentra amenazado debido a la degradación del tipo de vegetación original.

Puebla se encuentra dentro de los estados más diversos en avifauna, con 595 especies (51% de las especies registradas para México), superado por Oaxaca con 736, Veracruz con 719 y Chiapas con 611 (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). La gran diversidad de aves de Puebla está relacionada con los diversos tipos de vegetación que existen en el estado. En particular, la avifauna se concentra en la Sierra Norte de Puebla (donde existen bosques de pino y encino y bosques mesófilos de montaña), en las tierras bajas pertenecientes a la Planicie Costera del Golfo de México (con selvas tropicales) y en la cuenca del Balsas (selvas bajas y matorrales xerófilos). Existen 19 Órdenes de aves presentes en el estado, de los cuales el mejor representado es Passeriformes, con 327 especies. En Puebla se encuentran ocho especies cuasiendémicas y 55 endémicas a nuestro país, pero ninguna de las especies presentes en el estado es endémica al mismo. De las especies de aves reportadas para Puebla, 95 se encuentran bajo algún estatus de protección según la legislación mexicana (Jiménez *et al.*, 2011).

En lo que respecta a la protección biológica, en el estado de Puebla se distribuyen cinco Áreas Naturales Protegidas: Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Parque Nacional Malinche o Matlalcueyatl, Parque Nacional Pico de Orizaba, Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa y Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (CONANP, 2014). También, se establecen en Puebla cinco de las 230 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's): Sierra de Huautla, La Malinche, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Volcanes Iztaccíhuatl-Popocatepetl y Cuetzalan (Arizmendi y Márquez, 2000).

La presente investigación se realizó en el municipio de Tetela de Ocampo, ubicado en el norte del estado de Puebla y en el extremo meridional de la Sierra Madre Oriental, que en el estado toma el nombre de Sierra Norte de Puebla (Fuentes, 1972; Lugo-Hubp *et al.*, 2005). La fauna de la Sierra Norte de Puebla ha sido poco explorada, tal vez por la falta de interés para realizar investigaciones por parte del gobierno e instituciones (Aldama, 2009) o por el difícil acceso a la región debido a la intrincada orografía, con un relieve que corresponde al de sierra alta escarpada (INEGI, 2010). Sin embargo, existen algunos estudios sobre la avifauna de la Sierra Norte de Puebla. Por ejemplo, Villa-Bonilla *et al.* (2008) discutieron la importancia de los estudios avifaunísticos municipales realizando un estudio en Zacapoaxtla donde registraron 204 especies. González-García *et al.* (2012) ampliaron la distribución geográfica de la pava cojolita (*Penelope purpurascens*) a varios municipios de la Sierra Norte de Puebla. En lo que respecta a la conservación de aves en México, Leyequien (2006) analizó en Cuetzalan las plantaciones cafetaleras como regiones importantes para la conservación de las aves. Además, en la Sierra Norte de Puebla se localiza el AICA No. 38 “Cuetzalan”, (Arizmendi y Márquez, 2000), donde están reportadas 300 especies de aves cuyo hábitat es bosque mesófilo de montaña en buen estado de conservación (Berlanga *et al.*, 2008).

Los bosques mesófilos son los ecosistemas que albergan la mayor diversidad de flora y fauna respecto a su área y en ellos existe una gran concentración de endemismos (Challenger, 1998). En México la distribución de este tipo de vegetación se ha reducido debido a varios factores, entre ellos el desplazamiento de comunidades indígenas a estas zonas seguido por el aprovechamiento forestal y ganadería extensiva (Sánchez y Dirzo, 2014). En la actualidad, la superficie total que cubre el bosque mesófilo de montaña dentro del territorio nacional es de poco menos de 50% de lo que fue su extensión en los años 1940-1960 (Sánchez y Dirzo, 2014). Consecuentemente, los bosques mesófilos de montaña se encuentran severamente amenazados en México, dando lugar a estudios de priorización que proveen información para su conservación y manejo sostenible (CONABIO 2010). El municipio de Tetela de Ocampo se encuentra en contacto con el extremo sur de la subregión 3.2 “Mesófilos de San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan” (Región III “Huasteca Alta Hidalguense”; CONABIO, 2008 y 2010; INEGI, 2012), cuya prioridad de conservación es alta debido a que presenta una considerable fragmentación y niveles altos de amenaza a su permanencia (CONABIO, 2010).

Por último, el municipio de Tetela de Ocampo se encuentra en la transición de dos provincias biogeográficas (CONABIO, 1997; INEGI, 2012): la Sierra Madre Oriental, que es una de las regiones con más riqueza de especies de aves en México (Escalante *et al.*, 1993) y el Eje Neovolcánico Transversal, que presenta altos valores de especies endémicas a México (Escalante *et al.*, 1993). Navarro *et al.* (2004) sugieren que la Sierra Madre Oriental está compuesta por tres agrupamientos avifaunísticos distintos, cada uno caracterizado por taxones que le dan identidad. Es en la porción sur de la Sierra Madre Oriental, que se extiende desde el norte de Hidalgo hacia el sur hasta el centro de Veracruz, donde se encuentra el municipio de Tetela de Ocampo. Ésta se distingue por contener avifauna endémica a la Sierra Madre Oriental y con afinidades al Eje Neovolcánico Transversal y a la Sierra Madre del Sur (Navarro *et al.*, 2004). Además, el municipio de Tetela de Ocampo es un paso obligado para las aves migratorias que se desplazan por la ruta migratoria que pasa por el centro de América (Central Americas Flyway; BirdLife International, 2015), lo que representa un punto de escala (stopover) donde, aprovechando los recursos disponibles, reponen las reservas de energía para continuar con el viaje o bien permanecen allí durante el invierno para posteriormente regresar a sus sitios de reproducción (Finch, 1991).

Debido a su ubicación geográfica y a sus características topográficas, el municipio de Tetela de Ocampo presenta un mosaico de biodiversidad con diferentes afinidades biogeográficas y ecológicas, donde el estudio a detalle de la diversidad alfa y beta de su avifauna permitirá conocer los sitios con mayor riqueza e importancia para la conservación de las aves.

3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la diversidad y patrones de distribución de la avifauna del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la riqueza y estacionalidad de especies de aves presentes en Tetela de Ocampo.
- Evaluar la variación de la riqueza de especies durante las estaciones del año.
- Conocer la cantidad de aves endémicas y el estatus de protección de las aves en la zona de estudio.
- Estudiar la distribución avifaunística por tipo de vegetación.
- Analizar e identificar la afinidad de la avifauna de Tetela de Ocampo con respecto a la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico Transversal.

4 MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Tetela de Ocampo pertenece al estado de Puebla y ocupa el 0.96% de la superficie estatal, con 304.89 km². Se ubica entre los paralelos 19° 42' y 19° 56' de latitud norte y entre los meridianos 97° 39' y 97° 55' de longitud oeste, en la porción norte del estado, conocida como Sierra Norte de Puebla y que a su vez es parte de la Sierra Madre Oriental (INEGI, 2010; Figura 1). En esta región montañosa los intensos plegamientos causaron un paisaje escarpado de cimas elevadas y profundas depresiones y cañadas, con un intervalo altitudinal que va de 500 a 3,000 msnm (Fuentes, 1972).

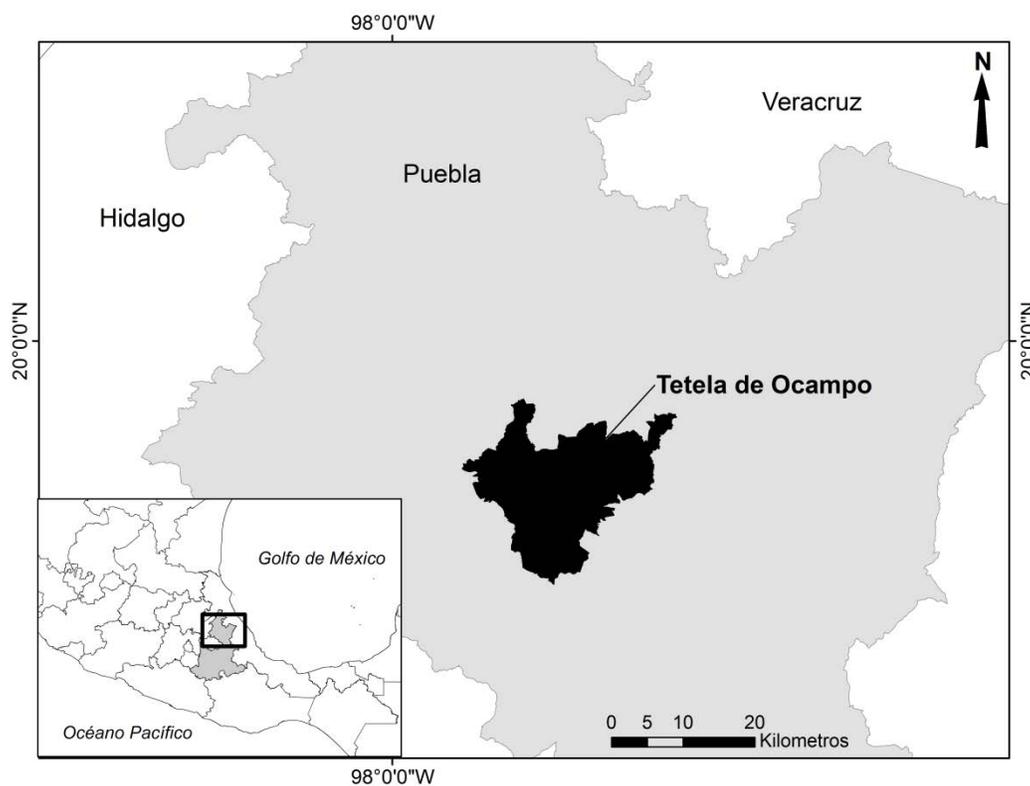


Figura 1. Mapa de la localización del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla, México.

Orografía

De la orografía del municipio destaca el cerro Sotolo, con 2,800 msnm y el cerro Poloco, con 2,460 msnm, en el centro y noreste del municipio, respectivamente. Los principales ríos perennes son Papaloteno, Cuautolanico, Cuxateno, Xaltatempa y Zitlacuautla (INEGI, 2010; Figura 2A).

Respecto a las provincias biogeográficas, en el municipio se encuentran dos de ellas: Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico (CONABIO, 1997; INEGI, 2012; Figura 2B).

Climas y tipos de vegetación

En el municipio se encuentran cinco tipos de clima que se presentan de norte a sur: semicálido húmedo con lluvias todo el año; templado húmedo con lluvias todo el año; templado húmedo con abundantes lluvias en verano, templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (INEGI, 2010; Figura 2C).

No existe estudio detallado sobre la vegetación de la región, sin embargo, las referencias consultadas reportan que la asociación vegetal típica de la región corresponde al bosque de pino-encino, donde la especie dominante es *Pinus patula* (Fuentes, 1972; INEGI, 2010 y 2011a). También están reportados parches aislados de bosque mesófilo de montaña (INEGI, 2000). Durante el trabajo de campo se identificó también bosque de galería. Además, existe agricultura de temporal, pastizales para ganado y asentamientos humanos (INEGI, 2010), los cuales se consideraron como ambientes antropizados en el presente estudio. A cada uno de los tipos de vegetación anteriores se le asignó una abreviatura para facilitar la referencia a ellos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tipos de vegetación observados durante los muestreos en Tetela de Ocampo, Puebla y abreviaturas para cada tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Abreviatura
Bosque de pino-encino	BPE
Bosque mesófilo de montaña	BMM
Bosque de galería	BG
Ambiente antropizado	AA

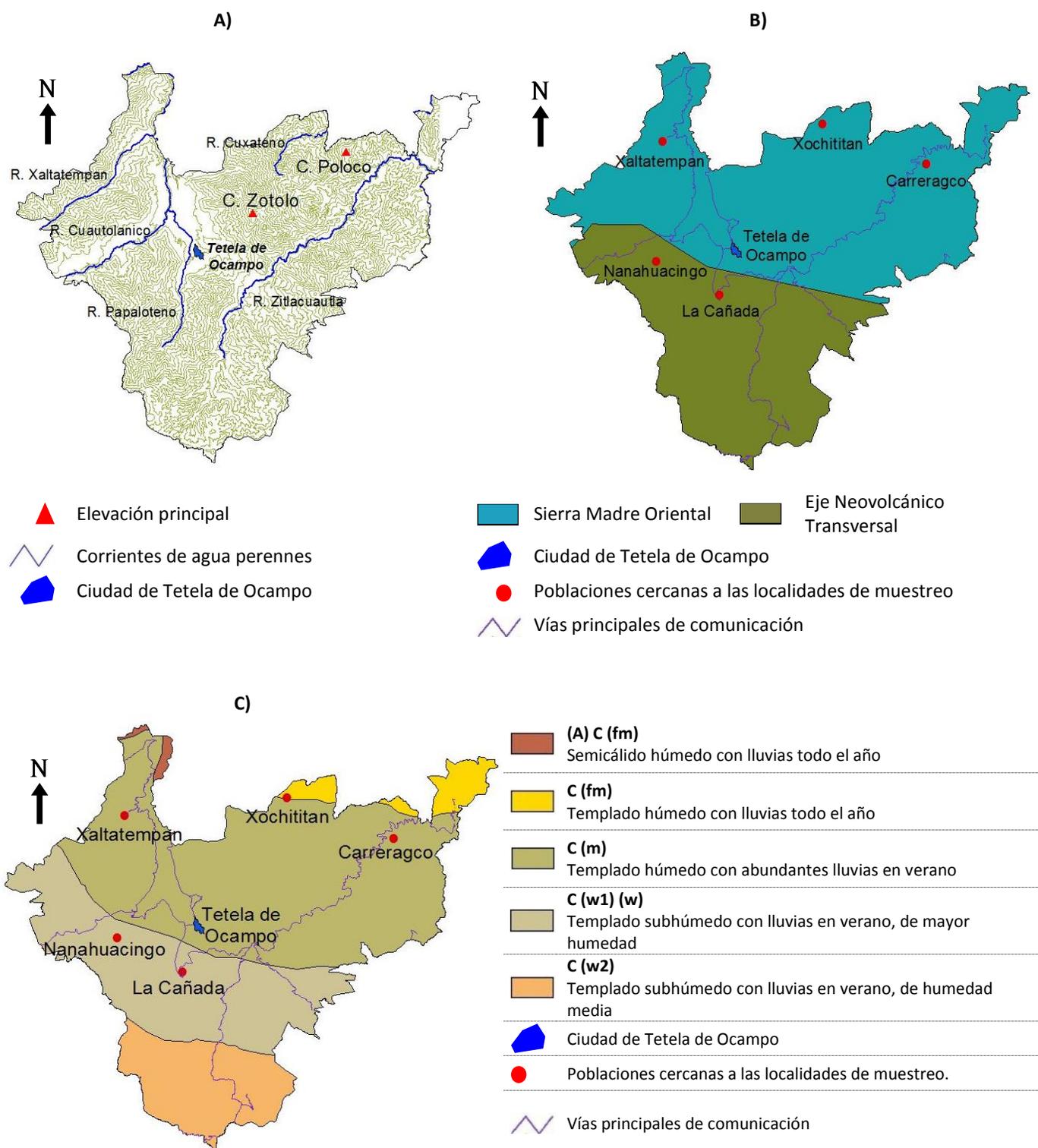


Figura 2. Mapas de las características físicas del Municipio de Tetela de Ocampo, Puebla, México. A) Elevaciones principales (curvas de nivel cada 100 m) y ríos perennes; B) Provincias biogeográficas; y C) Tipos de clima.

Bosque de pino-encino. Este tipo de vegetación se encuentra en casi todo el municipio, desde las cañadas hasta las cimas de los cerros. Sin embargo, se aprecia que dichos bosques templados en el municipio se caracterizan por ser más secos en el centro y oeste, mientras que aquellos en la zona noreste se encuentran en contacto con mayor humedad. La mezcla de pinos y encinos en bosques mixtos se deben a que las exigencias ecológicas de dichos árboles son similares, sin embargo, admiten en su composición otros árboles diversos (Rzedowski, 2006). En Tetela de Ocampo se observa que abunda el ilite o aile (género *Alnus*) en el bosque de pino-encino (Figura 3A).

Bosque mesófilo de montaña. Este tipo de vegetación tiene tolerancias ambientales muy amplias y una riqueza florística notable, de tal manera que existe una gran variedad de asociaciones florísticas dentro de este tipo de vegetación (Gual-Díaz y González-Medrano, 2014). El bosque mesófilo de montaña se caracteriza por la presencia persistente de neblina a nivel de la vegetación y suele encontrarse en regiones con relieve accidentado como laderas escarpadas y en cañadas protegidas contra el viento y la insolación (Toledo, 2010; INEGI, 2011b). Presenta en el dosel árboles caducifolios de clima templado como liquidambar (*Liquidambar*), encino (*Quercus*) y pino (*Pinus*). En el sotobosque destacan los helechos arborescentes (*Alsophila firma*, *Cyathea fulva* y *Dicksonia gigantea*) y especies tropicales perennifolias de las familias Acanthaceae, Rubiaceae y Myrsinaceae. En las copas de los árboles abundan las epífitas de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Araceae (Rzedowsky, 2006; Toledo, 2010). Con base en la descripción anterior, se determinó que el bosque mesófilo de montaña se encuentra en el extremo noreste del municipio de Tetela de Ocampo, por lo que el área que ocupa es mucho menor a la del BPE (Figura 3B).

Bosque de galería. El bosque de galería es característico de las orillas de ríos y arroyos y frecuentemente se encuentra embebido en encinares. Los árboles más comunes del bosque de galería son aquellos del género *Alnus*, *Buddleia*, *Fraxinus*, *Garrya*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus* y *Salix* (Rzedowski, 2006). En Tetela de Ocampo este tipo de vegetación se encuentra rodeado por cultivos o pastizales y BPE. Se ubica en las vegas de los ríos principales y abunda el papalote (*Platanus mexicana*) y el ilite o aile (*Alnus* sp.; Figura 3C).



Figura 3. Tipos de vegetación presentes en el municipio de Tetela de Ocampo, Puebla. A) BPE cercano a la localidad de Xaltatempa; B) BMM cercano a la localidad de Xochititan; C) BG en Escahuasco y; D) AA cerca de la localidad de Carreragco.

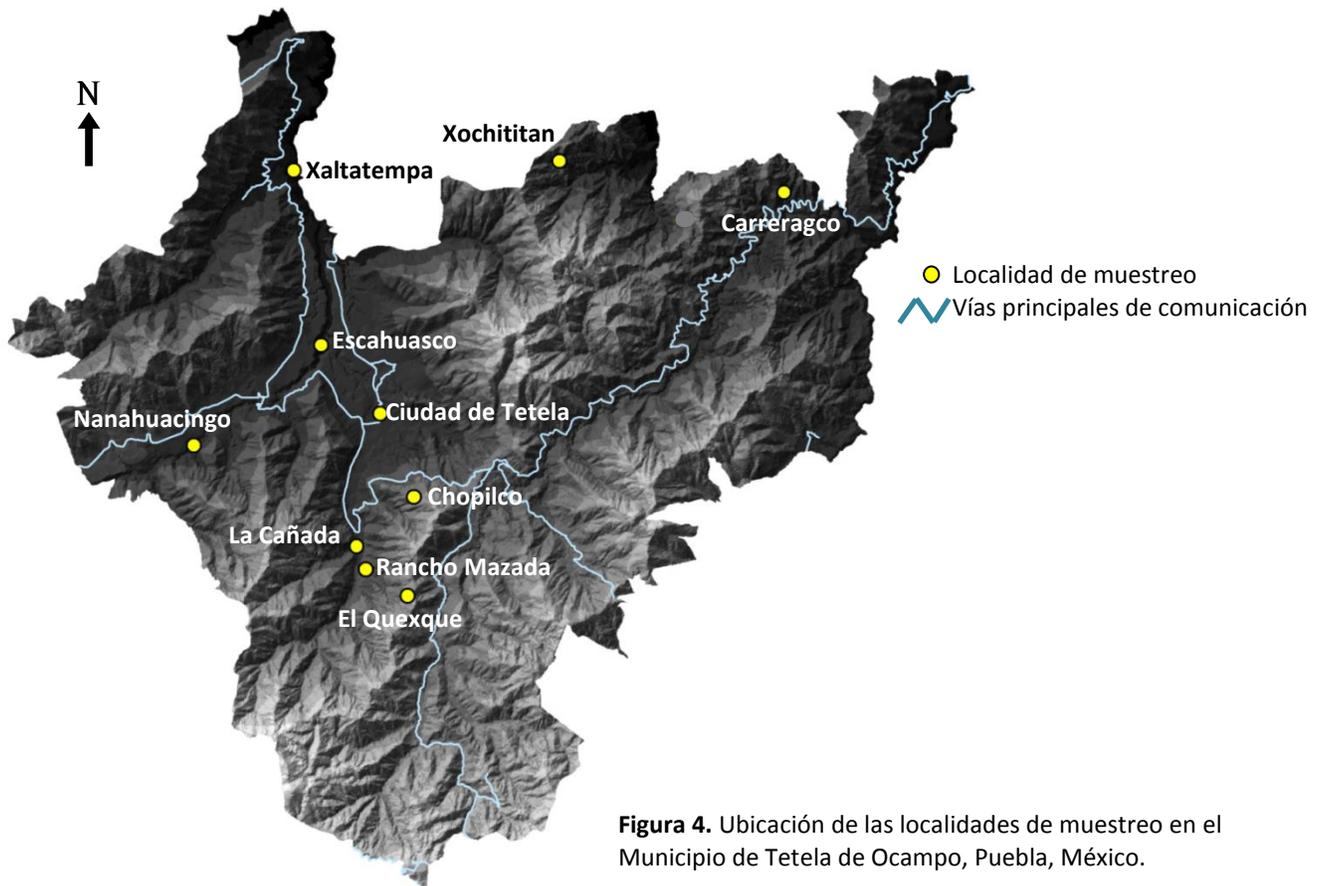
Ambientes antropizados. Un ambiente antropizado es aquel que se deriva de una modificación hecha por el humano en un ecosistema natural. Estos ambientes pueden ser campos agrícolas, plantaciones forestales, sistemas de acuicultura y en cierta forma también los centros urbanos (Sarukhan *et al.*, 2009). En Tetela de Ocampo los ambientes antropizados son asentamientos humanos y áreas para agricultura y ganadería que se encuentran dispersos heterogéneamente en el municipio. El centro urbano más grande es la ciudad de Tetela de Ocampo, con aproximadamente 4,000 habitantes. Los demás pueblos son pequeños, la mayoría tienen una población que no supera los 400 habitantes (SEDESOL, 2013). Las áreas forestales desmontadas para actividades agropecuarias son muchas pero de pequeña extensión, de tal manera que se encuentran rodeadas de vegetación más o menos conservada, ya sea BPE o BMM (Figura 3D).

Localidades

Se muestrearon 10 localidades donde estuvieron representados los cuatro tipos de vegetación (Cuadro 2; Figura 4) y donde el intervalo altitudinal se presenta desde los 1,443 hasta los 2,650 msnm.

Localidad	Tipo de vegetación	Altitud
Xaltatempa	BG	1443
Escahuasco	BG*, BPE, AA	1592-1708
Ciudad de Tetela	AA	1716-1722
Nanahuacingo	BG	1657
Chopilco	BPE*, AA	1832-2650
La Cañada	BPE, BG*, AA	1857
Rancho Mazada	BPE*, AA	2000
El Quexque	BPE	2378
Xochititan	BMM*, AA	1931-2072
Carreragco	BPE, BMM*, AA	1732-2135

Cuadro 2. Localidades muestreadas con sus respectivos tipos de vegetación y altitudes. *Tipo de vegetación predominante.



TRABAJO DE CAMPO

Salidas al campo

El trabajo de campo consistió en 11 salidas al municipio entre noviembre de 2012 y abril de 2014 con un promedio de duración de siete días cada una (Cuadro 3). Se procuró muestrear los cuatro tipos de vegetación en cada salida.

Cuadro 3. Fechas de las salidas al campo, localidades visitadas y tipos de vegetación muestreados (BPE: bosque de pino-encino, BMM: bosque mesófilo de montaña, BG: bosque de galería y AA: ambientes antropizados).

Salida	Fechas	Localidades visitadas	Tipos de vegetación			
			BPE	BMM	BG	AA
1	15-17 de noviembre de 2012	La Cañada	X	---	X	---
2	7-10 de diciembre de 2012	La Cañada, Chopilco, Carreragco	X	X	X	X
3	1-4 de febrero de 2013	Rancho Mazada, Ciudad de Tetela, El Quexque, Chopilco	X	---	---	X
4	22-26 de febrero de 2013	Chopilco, Rancho Mazada, Ciudad de Tetela, El Quexque, La Cañada	X	---	X	X
5	22-31 de marzo de 2013	Carreragco, Chopilco, Ciudad de Tetela	X	X	---	X
6	27-30 de abril de 2013	Nanahuacingo, Carreragco	X	X	X	X
7	11-22 de junio de 2013	Carreragco, Chopilco	X	X	---	X
8	19-31 de agosto 2013	Chopilco, Xaltatempa, Carreragco	X	X	X	X
9	6-16 de octubre de 2013	Nanahuacingo, Xaltatempa, Chopilco, La Cañada, Escahuasco, Xochititan	X	X	X	X
10	31 enero – 2 febrero 2014	Xochititan	---	X	---	X
11	13-19 de abril de 2014	Chopilco, Carreragco, Xaltatempa, Escahuasco	X	X	X	X

Métodos de muestreo

Los estudios faunísticos han demostrado que el número de especies registradas aumenta mientras más tiempo se invierte en la colecta (Soberón y Llorente, 1993). Sin embargo, no siempre se puede invertir mucho tiempo en los muestreos de campo, por lo que para maximizar el número de especies registradas y saber otras características de la avifauna de un lugar es necesario aplicar distintos métodos que se complementen entre sí (Bibby *et al.*, 2000). En el presente estudio el muestreo de aves consistió en la aplicación de cuatro métodos de campo: puntos de conteo, redes de niebla, grabación de sonidos y registro libre. Para reconocer la mayoría de las especies de aves así como para aprender e identificar sus llamados y cantos se pueden requerir varias semanas de práctica, en este sentido, es de suma importancia invertir tiempo en el entrenamiento de campo previo al comienzo de la investigación. En especial, el reconocimiento de los cantos y llamados de la mayoría de las especies, principalmente aquellas que son tímidas con la finalidad de aumentar las oportunidades de registro de dichas especies (Bibby *et al.*, 2000).

Puntos de conteo. En el presente estudio se ocupó este método debido a que es eficaz en ambientes como los de nuestra zona de estudio (bosques cerrados con árboles altos y donde el terreno es irregular), puesto que el observador al encontrarse en un punto fijo tiene mayor oportunidad de detectar una especie (Bibby *et al.*, 2000). Con los puntos de conteo se obtienen datos respecto a la estacionalidad, diferencias en composición de especies por tipo de vegetación, entre otros (Ralph *et al.*, 1996).

Se recorrieron transectos donde los puntos de conteo se situaron a intervalos de aproximadamente 200 m; el radio de censado fue de 25 metros y el periodo de censado en cada punto fue de 10 minutos (Hutto *et al.*, 1986). Los transectos se realizaron en la mañana, comenzando durante los 15 primeros minutos después de la hora de la salida del sol y terminando entre las 10:00 y 11:00 horas. Si el día amanecía nublado o con lluvia, no se llevaban a cabo los transectos, debido a que la capacidad de detección de las aves disminuye pues su actividad no es conspicua.

En total se realizaron 75 puntos de conteo, distribuidos en dos transectos, cada uno en dos localidades. El primer transecto se ubicó en la localidad de Chopilco (Figura 5A), midió 3.16 km de longitud y se muestrearon dos tipos de vegetación, BPE y AA. El segundo transecto se localizó en la zona del Cerro Miqueco, cercano a la localidad de Carreragco, midió 1.99 km de longitud y se cubrieron dos tipos de vegetación: BPE y BMM (Figura 5B).

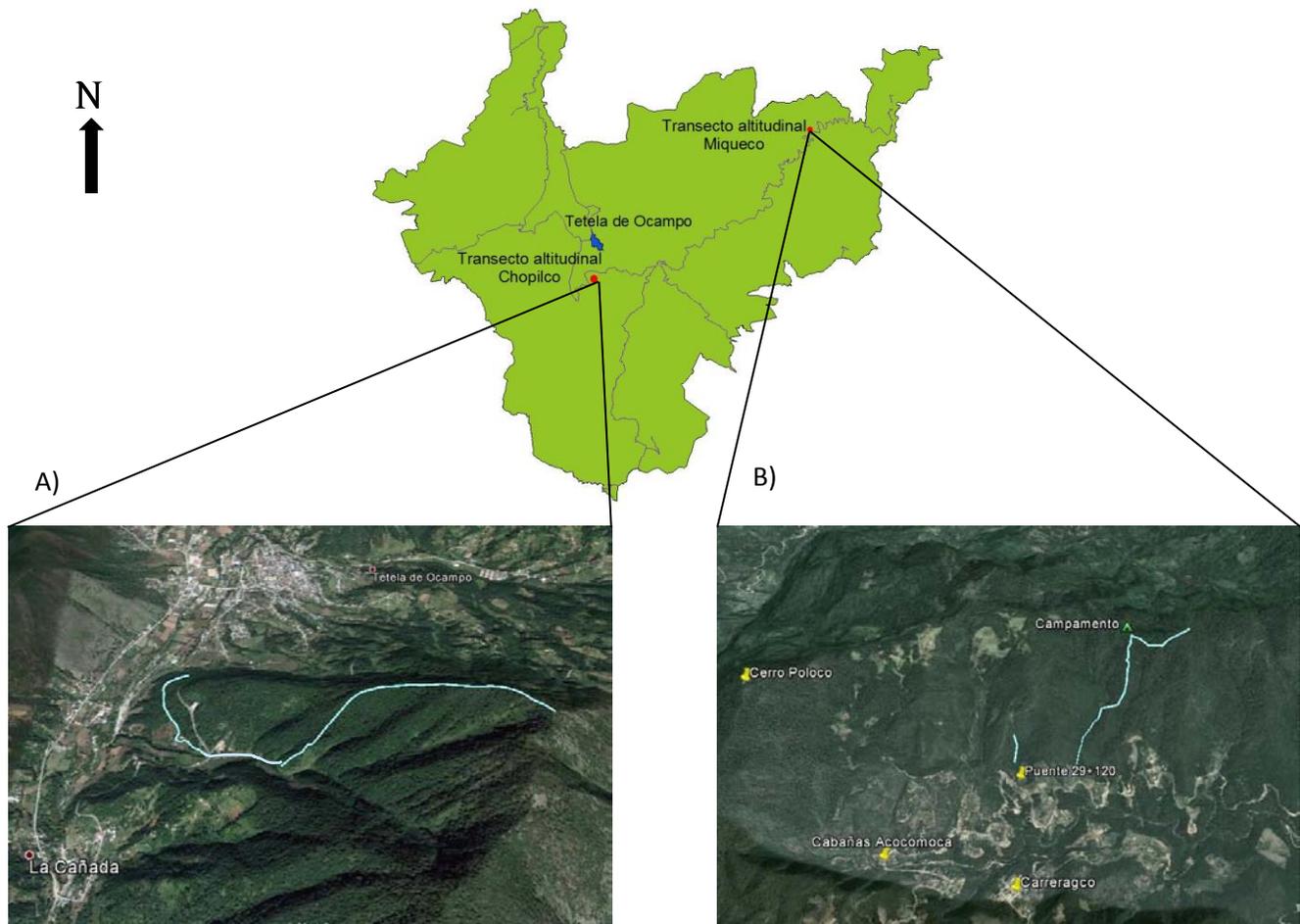


Figura 5. Localización de los dos transectos de puntos de conteo en la zona de Chopilco (A) y cerro Miqueco (B). Se indican las localidades más cercanas.

Redes de niebla y colecta de ejemplares. El muestreo con redes es una de las técnicas más adecuadas para la estimación de abundancias y densidades de aves, así como para la recolección de organismos de referencia para colecciones científicas y obtención de datos como la condición reproductiva, alimentación y ectoparásitos (Sélem-Salas *et al.*, 2004; Ralph *et al.*, 1996). Las redes se ocuparon para complementar el registro de especies en la zona y para la colecta científica de ejemplares de referencia.

Se colocaron redes de niebla de 6, 9 y 12 m de largo por 3 m de alto. Éstas permanecieron abiertas aproximadamente desde las 7:00 hasta las 18:00 horas y fueron revisadas aproximadamente cada 30 minutos. Si el día amanecía con lluvia las redes no se abrían. Las aves colectadas fueron taxidermizadas como pieles redondas de acuerdo a Vanzolini y Papavero (1990) y se obtuvieron muestras de los tejidos (músculo, corazón e hígado). Las pieles y tejidos se depositaron en la colección de aves del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (MZFC). Los datos de sexo, edad, muda, grasa y estado reproductivo obtenidos de cada ejemplar se encuentran anotados en los catálogos TEOC y AHC.

Grabación de sonidos. Las grabaciones de los llamados y cantos de las aves permiten el registro de especies raras y/o difíciles de observar (Sélem-Salas *et al.*, 2004). Es recomendable tener habilidad para reconocer y aprovechar las oportunidades de grabación, conocimiento sobre el manejo adecuado del equipo de grabación y la comprensión del comportamiento animal para obtener grabaciones con información acústica de calidad para su posterior identificación y análisis (Budney y Grotke, 1996).

Los equipos utilizados fueron las grabadoras Tascam DR-100 y Zoom H4n y un micrófono Sennheiser ME 67. Las grabaciones fueron realizadas en formato wave (.wav); calidad de 44.1 Hz y tasa de muestreo de 16 bits. Para la identificación de los sonidos de aves grabados se generaron espectrogramas de las grabaciones en el programa Adobe Audition (Adobe Systems Incorporated, 2007) y se compararon con las grabaciones de la colección de cantos de aves de Xeno-Canto (*xenocanto.org*) y de la biblioteca de sonidos Macaulay del Laboratorio de Ornitología de la Universidad de Cornell (*macaulaylibrary.org*).

Se realizaron grabaciones de sonidos de aves desde el amanecer hasta las 10:00 u 11:00 horas, sin embargo, durante todo el día estuvimos atentos a cualquier sonido que también se pudiera grabar. En algunas ocasiones se realizaron grabaciones durante la noche (a partir de las 20:00 horas). No se realizaron grabaciones durante las horas de lluvia ni cuando hubo mucho viento, debido a que las aves disminuyen su actividad y para evitar dañar el equipo de grabación. Las grabaciones fueron realizadas por Marco Fabio Ortiz Ramírez, Sahid Martín Robles Bello y Fernanda Bribiesca Contreras, las cuales se encuentran catalogadas y almacenadas en la Biblioteca Digital de Sonidos Naturales del MZFC.

Registro libre. Los muestreos libres consistieron en registrar todas aquellas especies vistas y escuchadas en cualquier lugar y a cualquier hora. La mayoría de los muestreos libres se realizaron durante el día y algunos durante la noche. En la mayoría de las salidas no dio tiempo de realizar recorridos nocturnos. Sin embargo, en aquellas ocasiones donde sí fue posible nos apoyamos en el uso de grabaciones previas de aves nocturnas (*playback*; Gregory *et al.*, 2004) que de acuerdo a la literatura deberían estar presentes en el municipio de Tetela de Ocampo: nueve especies de búhos y tres de tapacaminos (Howell y Webb; 1995). Dichas grabaciones se reprodujeron con una bocina Marca Cygnett Modelo CY-3-TW para atraer a las especies y poder registrarlas.

La observación e identificación de aves a nivel de especie se realizó con la ayuda de binoculares marca Vortex modelo Crossfire 8x42 y las guías de campo especializadas: A guide to the birds of Mexico and Northern Central America (Howell y Webb, 1995), Birds of Mexico and Central America (Van Perlo, 2006) y National Geographic Field Guide to the Birds of North America (Dunn y Alderfer, 2011).

ANÁLISIS DE DATOS

La *diversidad gamma* se consideró como el número total de especies registradas durante el estudio. La *diversidad beta* se evaluó entre las localidades y tipos de vegetación muestreados, siendo las *diversidades alfa* las riquezas de especies de cada uno de los elementos anteriores.

Representatividad del muestreo

Existen ecuaciones que describen la relación del esfuerzo de la colecta con el tamaño del inventario. Las curvas de acumulación derivadas de dichas ecuaciones ayudan a evaluar la calidad del muestreo, pues permiten extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que potencialmente estarían presentes en la zona (Soberón y Llorente, 1993; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). La función de Clench y el estimador de Chao2 se usaron para evaluar la representatividad del muestreo para el municipio y para los tipos de vegetación.

Función de Clench. La ecuación de Clench ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales con la mayoría de los taxones y se recomienda para estudios que abarcan grandes áreas, así como para protocolos donde mientras más tiempo se muestree mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario (Moreno, 2001; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). La ecuación de Clench es la siguiente (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003):

$$S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$$

Donde:
a= tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario
b= es un parámetro relacionado con la forma de la curva.

Para obtener las curvas de acumulación de las especies con la ecuación de Clench se construyó una matriz de las especies contra los muestreos en el programa Excel ver.14.0.7 (Microsoft Corporation, 2010), la cual se importó en el software R (R Core Team, 2014) y se utilizaron los paquetes Vegan (Oksanen *et al.*, 2015) y nlstools (Baty *et al.*, 2015).

Estimador de Chao2. Chao2 es un estimador basado en la incidencia, es decir, requiere de datos de presencia-ausencia de la especie y cuántas veces está presente esa especie en el conjunto de muestras. La fórmula original de Chao2 se puede consultar en Escalante (2003); sin embargo, para el presente estudio se utilizó la fórmula corregida e implementada en el programa EstimateS ver. 9 (Colwell, 2013):

$$S_{est} = S_{obs} + \left(\left(\frac{L^2}{2M} + 1 \right) - \left(\frac{LM}{2(M+1)^2} \right) \right)$$

Donde:
L= número de especies que ocurren sólo en una muestra (especies "únicas")
M= número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (especies "dobles" o "duplicadas")

Se usó la misma base de datos para el análisis con la ecuación de Clench y se importó en el programa EstimateS ver. 9 (Colwell, 2013) para obtener el valor de especies estimado por Chao2.

Lista de especies presentes

La lista de especies contiene aquellas registradas mediante todos los métodos, sin estandarizar. La lista de especies está en orden taxonómico, para lo cual se siguió la clasificación del Comité Internacional de Ornitología (IOC; Gill y Donsker, 2015). Dicha lista incluye para cada especie la estacionalidad, la endemidad, el estatus de protección, las localidades y los tipos de vegetación donde fueron registradas (Apéndice I).

Estacionalidad

Se anotaron las categorías estacionales indicadas para México por Howell y Webb (1995):

Residentes: Aves que se reproducen y residen en el área de estudio a lo largo del año.

Residentes de verano: Aves que solamente están en el área de estudio durante la etapa reproductiva en primavera y verano.

Visitante de invierno: Aves presentes durante el invierno y que no se reproducen en México.

Transitoria: Aves visitantes que solo están presentes durante la primavera y/o en la migración de otoño como parte de su ruta de migración hacia Centro o Sudamérica.

Estaciones del año

Las estaciones del año se consultaron en el Anuario del Observatorio Astronómico Nacional de los años 2013 y 2014 (UNAM, 2010 y 2014). El muestreo comenzó en el invierno del 2012 y finalizó primavera del 2014 (Cuadro 4). Para analizar la riqueza de especies en las estaciones del año se hizo una estandarización del muestreo, utilizando el menor número de días muestreados.

Cuadro 4. Estaciones del año muestreadas.

	Inicio muestreo 15/nov/2012	2013				Fin muestreo 19/abr/2014
Estación	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Inicio	21/dic	20/mar	20/jun	22/sep	21/dic	20/mar

Endemismo

Para asignar el endemismo a las especies presentes en el área de estudio se utilizaron las categorías establecidas por González-García y Gómez de Silva (2002), que se definen como Endémica: Aquella especie que está circunscrita a los límites políticos de la República Mexicana; Cuasiendémica: Especies cuya distribución se extiende fuera de México en un área no mayor de 35,000 km² y Semiendémica: Especies que son endémicas a un país o a una región durante una época del año.

Estatus de protección

Se estableció con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), misma que considera cuatro categorías: probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr); la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (IUCN, 2015), que establece nueve categorías: especies de preocupación menor (LC), casi amenazadas (NT), vulnerables (VU), amenazadas (EN), críticamente amenazadas (CR), extintas en el medio silvestre (EW), extintas (EX), con datos deficientes (DD) y no evaluadas (NE); y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2014), donde el Apéndice I contiene a todas las especies en peligro de extinción cuyo comercio se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales, el Apéndice II incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción pero que su comercio

debe controlarse a fin de que no se ponga en riesgo su supervivencia, y el Apéndice III enlista las especies que están protegidas al menos en un país que ha solicitado la asistencia de otras partes en la CITES para controlar su comercio.

Distribución de especies por localidad y tipo de vegetación

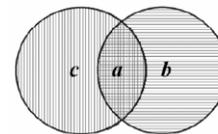
El análisis de recambio de especies entre localidades y tipos de vegetación se evaluó mediante el índice de disimilitud de Simpson modificado por Lennon *et al.* (2001), denominado β_{sim} . La fórmula re-expresada por Koleff *et al.* (2003) de β_{sim} es la siguiente:

$$\frac{\min(b, c)}{\min(b, c) + a}$$

Donde:

- a= número total de especies que ocurren en ambos cuadrantes.
- b= número total de especies que ocurren en el cuadrante vecino pero no en el focal
- c= número total de especies que ocurren en el cuadrante focal, pero no en el vecino.

Posible distribución de especies en un par de cuadrantes o sitios.



El intervalo de valores para el índice β_{sim} va desde 0 cuando la composición de especies entre los dos sitios es idéntica, hasta 1 cuando los dos sitios tienen diferente composición de especies (Koleff, 2005).

Para medir la disimilitud entre dos sitios se construyó una matriz de datos de presencia-ausencia de las especies registradas y clasificadas en su respectiva localidad y tipo de vegetación en el programa Excel ver.14.0.7 (Microsoft Corporation, 2010), la cual se importó en el software R (R Core Team, 2014), donde se utilizó el paquete Vegan y la función “betadiver” (Oksanen *et al.*, 2015) para obtener el dendrograma con β_{sim} . Los dendrogramas obtenidos mediante este programa incluyen una línea de corte, la cual ayuda a decidir cuáles ramas son importantes, pues representa la diferencia promedio entre los grupos. Para llevar cabo este análisis para los tipos de vegetación, se estandarizó el muestreo utilizando el menor número de días muestreados.

Afinidad con la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico Transversal

Para determinar la similitud avifaunística de Tetela de Ocampo con la Sierra Madre Oriental (SMO) y el Eje Neovolcánico Transversal (ENT), se comparó la avifauna del municipio con la de seis diferentes Áreas Naturales Protegidas Federales (ANPs) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) presentes en dichas provincias biogeográficas (Figura 6). Los listados de aves de las ANPs y AICAs se obtuvieron de la página web de AvesMX de la CONABIO (Berlanga *et al.*, 2008). Para determinar el grado de similitud entre las áreas, se siguió el mismo procedimiento antes mencionado utilizando el índice de β_{sim} .

Para asignar las AICAs y ANPs a sus respectivas provincias biogeográficas, se utilizaron las coberturas de CONABIO (1997), CIPAMEX/CONABIO (1999) y CONANP (2014). El programa utilizado fue ArcView GIS 3.3 (Environmental Systems Research Institute, Inc., 2002). Las AICAs y ANPs se eligieron dependiendo de: 1) pertenecen a las provincias biogeográficas de la SMO o ENT; 2) su área se encuentra casi o totalmente en la subregión a la cual pertenece el municipio de Tetela de Ocampo (SMO: subregión sur (Navarro *et al.*, 2004); ENT: subregiones Pico de Orizaba-Oaxaca y Llanos de Apam (Navarro *et al.*, 2007)); 3) los tipos de vegetación en dicha AICA o ANP son similares a los presentes en el Municipio de Tetela de Ocampo. El AICA "Tlachinol" se incluyó dentro del análisis debido a que Navarro *et al.* (2004) sí la consideran dentro de la SMO.



Figura 6. Localización de cada AICA y ANP en su respectiva provincia biogeográfica. Se muestra la ubicación del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

Elaboración y distribución del cartel

Se seleccionaron 24 especies de aves entre las más comunes en el municipio y con alguna categoría de endemismo (González-García y Gómez de Silva, 2002) y/o protección por la NOM-059-SEMARNAT (SEMARNAT, 2010). El M. en A. Aldi de Oyarzabal Salcedo hizo ilustraciones de las aves y su hábitat *in situ*. La composición de las ilustraciones resultó en un cartel, donde cada especie se acompañó de una breve y sencilla descripción de su ecología (Apéndice 2). Se diseñaron cinco postales, las cuales se obtuvieron de fragmentos de la ilustración del cartel (Apéndice 2).

Se imprimió un millar de carteles y un millar de postales, los cuales se distribuyeron en diversas escuelas y localidades del municipio, a la par que se daban pláticas sobre las aves. Las pláticas consistieron en una breve introducción sobre generalidades de las aves para luego abundar en aquellas que encontramos en el municipio durante el estudio de campo, recalcando las especies con alguna categoría de endemismo y/o protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

5 RESULTADOS

REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO PARA EL MUNICIPIO DE TETELA DE OCAMPO

En el presente estudio se registraron 147 especies. El modelo de Clench predijo 180 especies para todo el municipio, por lo que se registró el 81.8% de las especies esperadas (Figura 7A). El estimador de Chao2 predice 190 (190.48) especies, así que se registró el 77% de las especies predichas (Figura 7B).

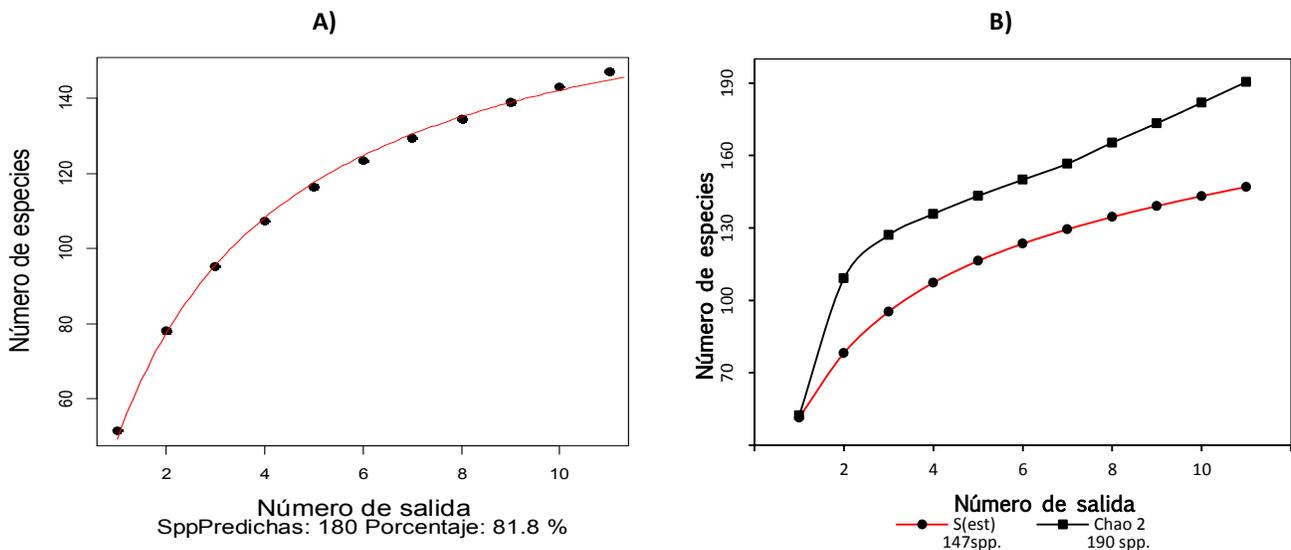


Figura 7. A) Curva de acumulación de especies según la función de Clench (línea roja). Los puntos negros son las especies observadas aleatorizadas. Especies observadas= 147; Especies predichas= 180; Proporción de especies registradas= 81.8%. Pendiente de la curva: 2.55. B) El estimador no paramétrico Chao2 predice 190 especies para el presente estudio. S(est)= número de especies observadas (147 especies). Chao 2= Valores estimados por el estimador (190.48 especies). Proporción de especies registradas= 77%.

AVES REGISTRADAS MEDIANTE LOS DIFERENTES MÉTODOS DE MUESTREO

La riqueza de especies así como las especies exclusivas fueron distintas entre métodos. Mediante el registro libre se obtuvo la mayor cantidad de especies, seguido por las grabaciones, los puntos de conteo y finalmente por las redes de niebla. El registro libre presentó la mayor cantidad de especies exclusivas al método, seguida por las redes de niebla, grabaciones y puntos de conteo (Cuadro 5).

	Total	Exclusivas
Redes	54	9 (16.6%)
Puntos conteo	63	2 (3.1%)
Grabaciones	85	8 (9.4%)
Observación libre	104	44 (42.3%)

Cuadro 5. Especies totales y exclusivas para cada método de muestreo.

Puntos de conteo

Se detectaron 63 especies, de las cuales dos especies únicamente se registraron por este método (*Setophaga virens* y *Passerina caerulea*). Durante los puntos de conteo se registraron de manera auditiva 31 especies, 14 especies de manera visual y 18 especies de ambas maneras. Del total de registros para todas las especies 353 fueron auditivos y 77 fueron visuales.

Redes de niebla y colecta

Las redes se colocaron en los cuatro tipos de vegetación. El tipo de vegetación donde se capturaron más especies fue el bosque de pino-encino (29 especies), seguido por el bosque mesófilo de montaña (22 especies), los ambientes antropizados (20 especies) y por último el bosque de galería (nueve especies). En total se capturaron 54 especies, de las cuales nueve fueron registradas únicamente por este método (*Zenaida macroura*, *Geotrygon albifacies*, *Lampornis clemenciae*, *Lamprolaima rhami*, *Sclerurus mexicanus*, *Empidonax hammondii*, *Catharus guttatus*, *Icteria virens* y *Diglossa baritula*). Se colectaron 162 ejemplares de 46 especies. También se colectaron dos nidos, uno de *Pyrocephalus rubinus* y otro de *Catharus occidentalis*. Las pieles, tejidos y nidos tienen los números de catálogo MZFC27412–MZFC27415, MZFC26518–MZFC26685, MZFC27051, MZFC27078–MZFC27094 y MZFC27396.

Grabación de sonidos

Las grabaciones se realizaron en todos los tipos de vegetación. Se obtuvieron 211 grabaciones, de las cuales 199 (94%) se grabaron durante el día y 12 (6%) se grabaron durante la noche. Se identificaron 85 especies en las grabaciones, de las cuales ocho fueron registradas exclusivamente por este método (*Strix virgata*, *Contopus cooperi*, *Vireo solitarius*, *V. flavoviridis*, *Thryomanes bewickii*, *Pheugopedius maculipectus*, *Geothlypis nelsoni* y *Aimophila rufescens*).

Registro libre

Se registraron 104 especies mediante este método, tanto visual como auditivamente, de las cuales, 44 especies fueron exclusivas a este método (Apéndice 1).

DIVERSIDAD GAMMA: RIQUEZA AVIFAUNÍSTICA DEL MUNICIPIO DE TETELA DE OCAMPO

Se registraron 147 especies de aves en el municipio de Tetela de Ocampo (Apéndice 1), que representan el 24.7% del total de aves reportadas para el estado de Puebla (595 especies de aves; Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). Se encuentran distribuidas en 11 Órdenes, 38 familias y 103 géneros. El orden con mayor número de especies es el de Passeriformes con 110, le sigue Apodiformes y Columbiformes con ocho y siete especies respectivamente. Las familias mejor representadas son Parulidae (21 especies), Turdidae (12 especies), Emberizidae (11 especies) y Tyrannidae (10 especies).

ESTACIONALIDAD

De las 147 especies registradas, 109 (74.1%) son residentes permanentes y 38 son migratorias, de las cuales 33 (22.4%) son visitantes de invierno, tres transitorias (2%) y dos residentes de verano (1.3%; Figura 8). Las 33 especies visitantes de invierno se distribuyen en 14 familias, de las cuales las mejor representadas son Parulidae y Cardinalidae con 13 y cuatro especies respectivamente (Apéndice 1). Las especies residentes de verano fueron *Hirundo rustica* y *Vireo flavoviridis*. Las especies transitorias fueron *Contopus cooperi*, *Setophaga pensylvanica* e *Icteria virens*.

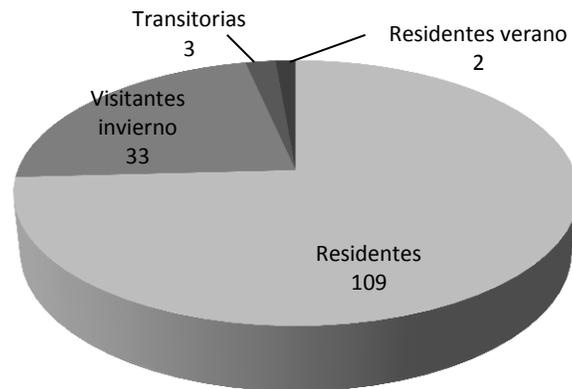


Figura 8. Total de especies registradas por categoría de estacionalidad.

ESTACIONES DEL AÑO

El total de especies registradas así como las especies residentes, visitantes de invierno, residentes de verano y transitorias fluctuaron en cada estación del año, siendo en otoño e invierno donde se registró el mayor número de especies y en verano donde se registró el menor número de especies (Figura 9).

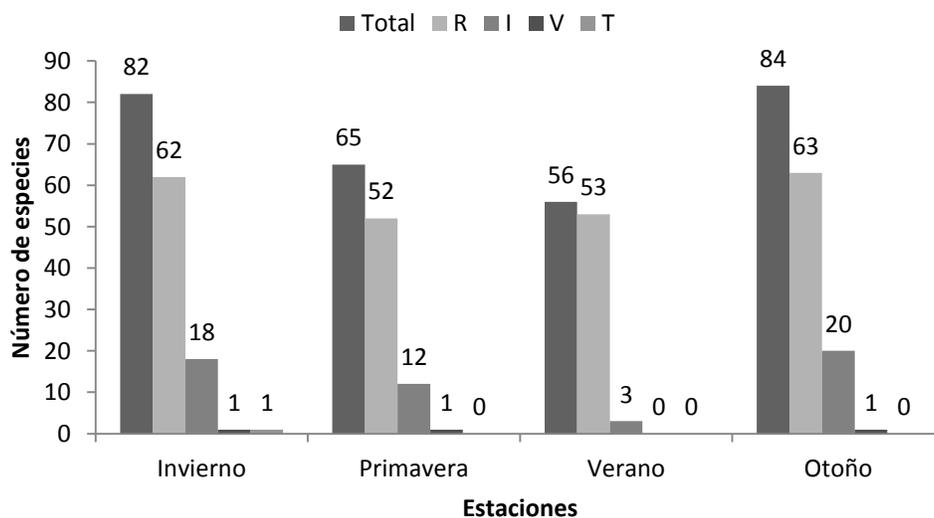


Figura 9. Total de especies registradas y total de especies por estacionalidad registradas en cada estación del año. La estacionalidad se designa como R: Residentes, I: Visitantes de invierno, V: Residentes de verano y T: Transitorias.

ENDEMISMO Y ESTATUS DE PROTECCIÓN

Se registraron 21 especies con alguna categoría de endemismo (siete endémicas, siete cuasiendémicas y siete semiendémicas; Apéndice 1); 16 especies se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT (SEMARNAT, 2010; Apéndice 1), 14 especies se enlistan en los apéndices de la CITES (CITES, 2014; Apéndice 1) y dos especies aparecen en la Lista Roja (IUCN, 2015; Apéndice 1).

DIVERSIDADES ALFA Y BETA

Localidades

Para los siguientes resultados debe considerarse ampliamente el sesgo de muestreo, puesto que todas las localidades se muestrearon en diferente medida. La localidad donde se registraron más especies fue Carreragco (95 especies), seguida por Chopilco (86 especies) y Xochititan (55 especies), la localidad donde se registraron menos especies fue Xaltatempa (nueve especies). Cabe destacar que las localidades con mayor número de registros son aquellas que presentan la vegetación mejor conservada. La composición de especies en cuanto a su estacionalidad, especies exclusivas, endemismo y estatus de protección varió entre cada una de las localidades (Cuadro 6).

Cuadro 6. Riqueza, estacionalidad, especies exclusivas, endemismo y estatus de protección para cada localidad. Se resalta en negritas los valores más altos para cada categoría. Carr.: Carreragco, Chop.: Chopilco, Xoch.: Xochititan, Cañ.: La Cañada, Maz.: Rancho Mazada, Tetela: Ciudad de Tetela, Nana.: Nanahuacingo, Quex.: El Quexque y Xalta.: Xaltatempa.

	Carr.	Chop.	Xoch.	Cañ.	Maz.	Esca.	Tetela	Nana.	Quex.	Xalta.
Riqueza	95	86	55	51	37	23	22	20	14	9
Estacionalidad										
Residentes	74	67	45	39	27	21	15	17	13	7
Visitantes de invierno	18	18	9	11	10	2	6	3	---	2
Residentes de verano	2	1	---	---	---	---	1	---	---	---
Transitorias	1	---	1	1	---	---	---	---	1	---
Especies exclusivas	16	8	5	9	2	2	2	1	---	2
Endemismo										
Endémicas	5	7	3	2	2	1	1	1	2	---
Cuasiendémicas	3	6	1	1	3	1	2	---	---	---
Semiendémicas	6	4	2	2	1	---	---	---	---	---
Estatus protección										
NOM-059-SEMARNAT	9	8	10	3	1	3	0	2	1	2
CITES	6	3	5	4	2	1	2	1	0	2
Lista Roja	1	1	2	---	---	---	---	---	1	---

El análisis de disimilitud con β_{sim} entre todas las localidades indica cuatro grupos (Figura 10). El primero está formado por las localidades de Nanahuacingo, La Cañada, Carreragco, Xochititan, El Quexque, Chopilco y Rancho Mazada. Los tipos de vegetación dominantes son BPE, BMM y AA. Los siguientes grupos en realidad están compuestos por una rama. La primera corresponde a Escahuasco que presenta BG como vegetación dominante; la segunda rama corresponde a la ciudad de Tetela, con AA y la última rama corresponde a Xaltatempa, que presenta BG.

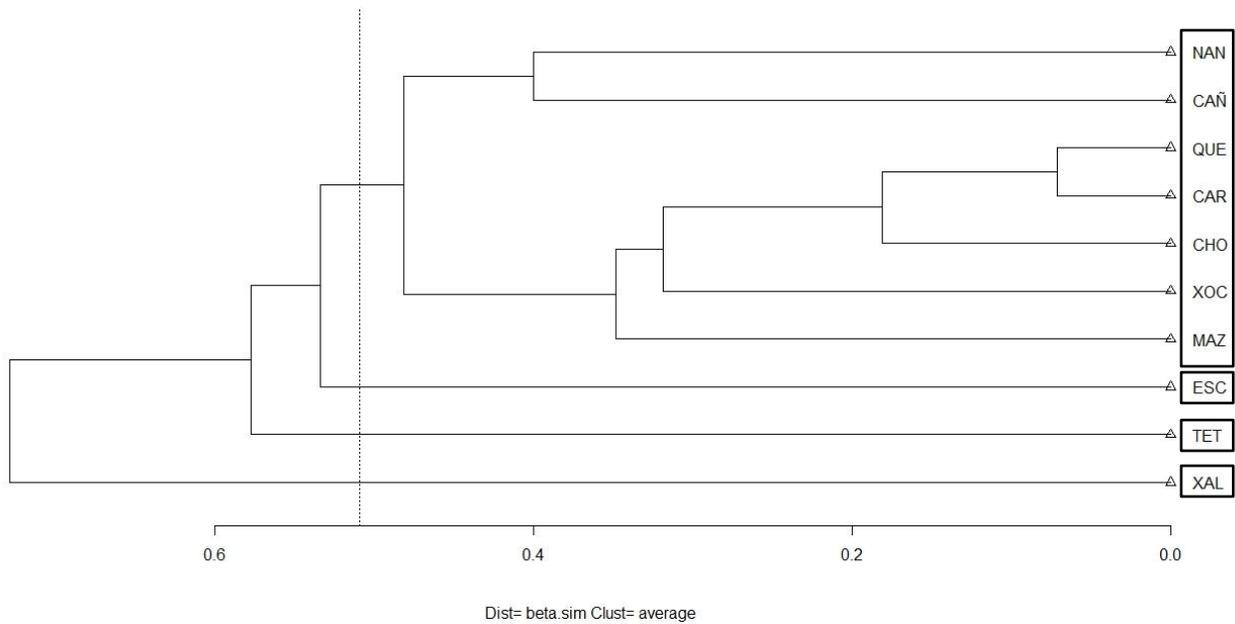


Figura 10. Dendrograma elaborado con el índice de disimilitud de β_{sim} que muestra el agrupamiento de las localidades muestreadas. NAN= Nanahuacingo, CAÑ= La Cañada, CAR= Carreragco, XOC= Xochititan, QUE= El Quexque, CHO= Chopilco, MAZ= Rancho Mazada, TET= Ciudad de Tetela de Ocampo, XAL= Xaltatempa, ESC= Escahuasco. La línea punteada representa el valor promedio de disimilitud.

Tipos de vegetación

Los resultados que se presentan a continuación son aquellos obtenidos luego de la estandarización del muestreo. La función de Clench sugiere que ninguno de los tipos de vegetación fue muestreado satisfactoriamente, pues en ninguna de las curvas de acumulación se alcanzó la asíntota. El tipo de vegetación que tuvo el menor número de especies registrado respecto a lo estimado por la función de Clench fue el BG (58.4%). Los tipos de vegetación donde se registraron más del 70% de las especies estimadas fueron el BPE (74.5%), el BMM (76.1%) y los AA (78.6%). Chao2 estimó valores similares a los de la función de Clench. Todos los tipos de vegetación fueron muestreados en más del 50%, siendo los AA los mejor muestreados (88%) y el BG el menos muestreado (66.6%; Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de especies observadas y valores estimados de riqueza de especies por la función de Clench y el estimador de Chao2 para cada tipo de vegetación. BPE: Bosque de pino-encino, BMM: Bosque mesófilo de montaña, BG: Bosque de galería, AA: Ambientes antropizados.

Veg.	Observadas	CLENCH		CHAO2	
		Estimadas	Porcentaje observado	Estimadas	Porcentaje observado
BPE	82	110	74.5%	105	78%
BMM	48	63	76.1%	66	72.7%
BG	52	89	58.4%	78	66.6%
AA	48	61	78.6%	54	88.8%

En todos los tipos de vegetación la mayor cantidad de especies fueron de aves residentes, seguidas de las visitantes de invierno. Todos los tipos de vegetación presentaron especies con alguna categoría de endemismo y categoría de protección, excepto el BG, donde no hubo especies registradas en la Lista Roja (IUCN, 2015; Cuadro 8). El tipo de vegetación donde se registró la mayor riqueza de especies y la mayor cantidad de especies residentes y especies endémicas fue en el BPE; sin embargo, el BMM fue el que presentó mayor cantidad de especies bajo alguna categoría de protección (Cuadro 8).

Se registraron ocho especies presentes en todos los tipos de vegetación: *Anrostomus arizonae*, *Basilinna leucotis*, *Chlorospingus flavopectus*, *Henicorhina leucophrys*, *Lampornis amethystinus*, *Melanerpes formicivorus*, *Myadestes occidentalis* y *Turdus grayi*.

Cuadro 8. Riqueza, estacionalidad, especies exclusivas, endemismo y estatus de protección para cada tipo de vegetación. Se resalta en negritas los valores más altos para cada categoría.

	BPE	BMM	BG	AA
Riqueza	82	48	52	48
Estacionalidad				
Residentes	66	41	39	36
Visitantes de invierno	14	7	12	11
Residentes de verano	1	---	1	1
Transitorias	1	---	1	---
Exclusivas	33	7	10	14
Endemismo				
Endémicas	6	2	2	3
Cuasiendémicas	5	---	1	2
Semiendémicas	5	2	1	2
Estatus protección				
NOM-059-SEMARNAT	8	10	6	3
CITES	3	6	6	2
Lista Roja	2	1	---	1

El análisis de disimilitud de β_{sim} entre los tipos de vegetación indica que existen tres grupos (Figura 11). El primer grupo está formado por una sola rama, de igual manera que el segundo grupo; BG y AA, respectivamente. El segundo grupo contiene al BMM y BPE.

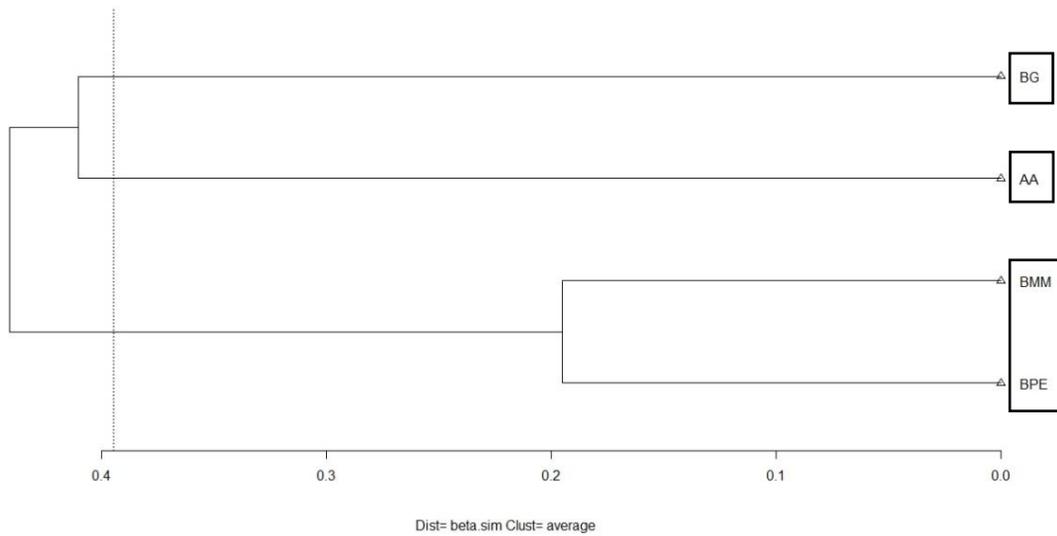


Figura 11. Dendrograma elaborado con el índice de disimilitud β_{sim} que muestra el agrupamiento de los tipos de vegetación presentes en el municipio de Tetela de Ocampo. BG: Bosque de galería; AA: Ambientes antropizados; BMM: Bosque mesófilo de montaña y BPE: Bosque de encino-pino. La línea punteada representa el valor promedio de disimilitud.

Se observó una aparente distribución del BMM y el BPE a lo largo del gradiente de climas presente en el municipio de Tetela de Ocampo (INEGI, 2010; Figura 2C). Los BPE muestreados más secos se encuentran cerca de la localidad de La Cañada, en la franja del clima “Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad” (INEGI, 2010). El ambiente se torna más húmedo hacia el norte del municipio y es precisamente en la franja del clima “Templado húmedo con lluvias todo el año” donde se encontraron las localidades muestreadas con BMM y BPE más húmedo. El BG se encuentra asociado a los ríos, por lo que su distribución depende primordialmente de éstos y no del clima donde se ubique. Los AA que existen en Tetela son asentamientos humanos y áreas para agricultura y ganadería que se encuentran dispersos heterogéneamente en el municipio.

AFINIDAD DE LA AVIFAUNA DEL MUNICIPIO DE TETELA DE OCAMPO CON LA SIERRA MADRE ORIENTAL Y EL EJE NEOVOLCÁNICO TRANSVERSAL

De acuerdo al análisis de disimilitud es posible apreciar dos grupos, uno formado por las zonas pertenecientes al Eje Neovolcánico Transversal (Malinche, Iztaccíhuatl-Popocatépetl y Pico de Orizaba) y el otro integrado por las zonas pertenecientes a la Sierra Madre Oriental (Tlanchinol, Huayacocotla y Cuetzalan), siendo éste último donde se inserta Tetela de Ocampo (Figura 12).

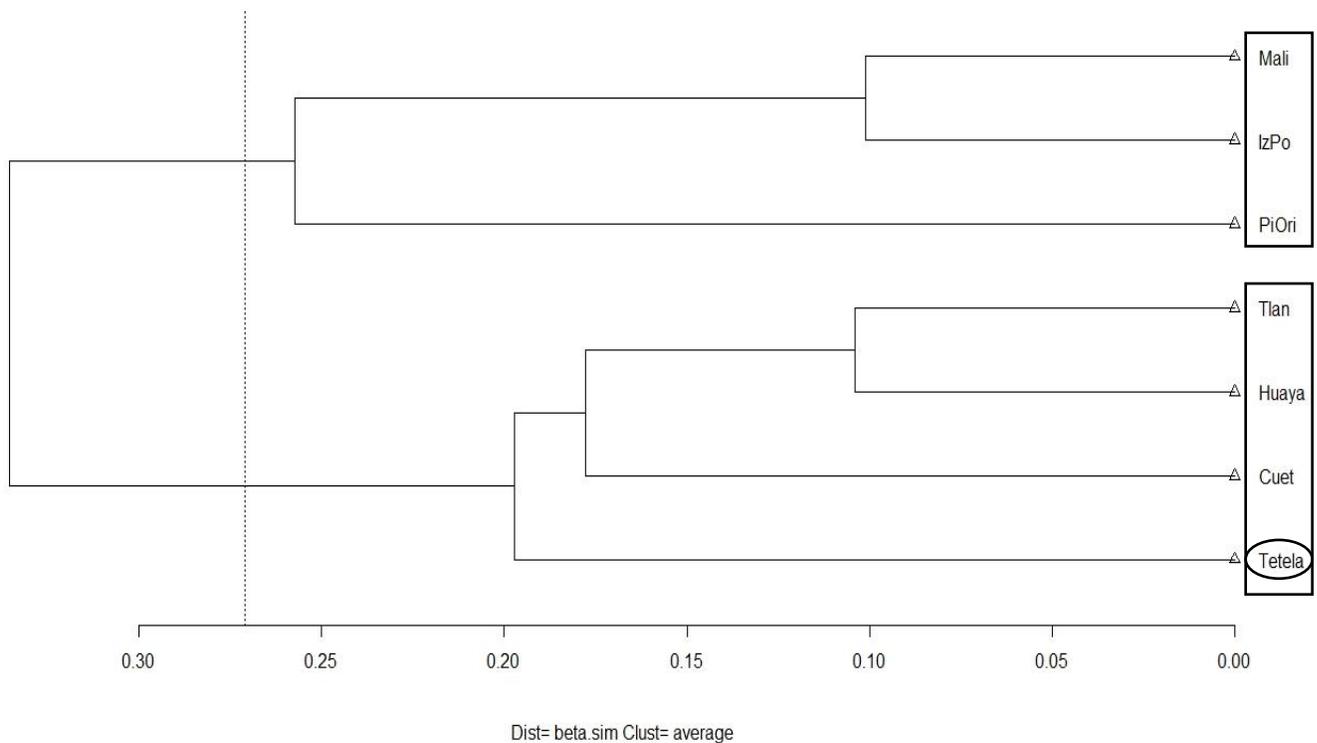


Figura 12. Dendrograma de disimilitud con β_{sim} entre Tetela de Ocampo y las localidades del Eje Neovolcánico Transversal y de la Sierra Madre Oriental. Mali: La Malinche, IzPo: Iztaccíhuatl-Popocatépetl, PiOri: Pico de Orizaba, Tlan: Tlanchinol, Huaya: Huayacocotla y Cuet: Cuetzalan. La línea punteada representa el valor promedio de disimilitud.

DISTRIBUCIÓN DEL CARTEL Y POSTALES Y PLÁTICA SOBRE LAS AVES DE TETELA DE OCAMPO

La elaboración de las ilustraciones de las aves y su hábitat se llevaron a cabo en la salida de campo del 6 al 16 de octubre de 2013, donde las localidades visitadas fueron Chopilco y Xochititan (Figura 13). La distribución de los carteles y las postales así como las pláticas a la población del municipio se llevaron a cabo del 15 al 22 de enero de 2015. Se dieron pláticas en siete escuelas del municipio y a varios grupos dentro de cada una de éstas. También, se dieron pláticas en tres comunidades del municipio y una en el palacio municipal. Al finalizar las pláticas se entregaban los carteles y las postales (Cuadro 9; Figura 13).

Cuadro 9. Cronograma de las pláticas y entrega de carteles en distintas escuelas y comunidades del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

Fecha	Escuela / Comunidad
15-ene-2015	Esc. Primaria Lic. Gustavo Díaz Ordaz Esc. Primaria Melchor Ocampo Esc. Secundaria Técnica #28.
16-ene-2015	Esc. Secundaria Rafael S. Bonilla COBAEP Plantel 29
18-ene-2015	Xochititan; plática a pobladores en el edificio principal de la población.
19-ene-2015	Centro Escolar Jorge Murad Macluf Carreragco; plática a pobladores en el las Cabañas Acomomoca.
20-ene-2015	Escuela Primaria Leandro Valle Xaltatempa; plática a miembros de la sociedad ZempoalTekitini, que administra las cascadas Aconco.
21-ene-2015	Escuela Primaria de la comunidad de La Cañada Salón de Actos del Palacio Municipal de Tetela de Ocampo.
22-ene-2015	Esc. Primaria Lic. Gustavo Díaz Ordaz



A)



B)



F

C)

Figura 13. A) Ilustración *in situ* de aves y hábitats en la localidad de Xochititan (bosque mesófilo de montaña). B) Plática y entrega de cartel en la escuela de la comunidad de La Cañada; C) Entrega de cartel en las Cabaña Acomomoca, cerca de Cerreragco.

6 DISCUSIÓN

REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO Y MÉTODOS DE MUESTREO

Existen varias formas de evaluar la representatividad de los inventarios avifaunísticos, por ejemplo, Gómez de Silva y Medellín (2001) proponen la utilización de criterios para determinar si el listado de aves de una región es aceptablemente completo. Al respecto, el presente estudio cumple con estos criterios al haber registrado taxones “omnipresentes” y un mínimo de especies y familias determinadas

Jiménez-Valverde y Hortal (2003) afirman que la mayoría de los inventarios faunísticos normalmente están incompletos, sin embargo las curvas de acumulación de especies ayudan a conocer el porcentaje registrado a partir de los muestreos realizados. Los modelos utilizados para obtener las curvas de acumulación para todo el municipio sugieren que aún faltan especies por registrarse. De acuerdo a las ecuaciones de Clench y Chao², el presente muestreo registró el 81.8% y 77% de las especies predichas, respectivamente. Lo anterior puede deberse a que aún en las últimas salidas al campo se encontraban especies previamente no registradas, lo cual hace que la curva de acumulación no alcance la asíntota. Además, hay que considerar un efecto del esfuerzo de muestreo en las localidades y en los tipos de vegetación, puesto que hubo muestreo desigual entre éstas. Por último, las especies que faltan por registrar tal vez sean localmente raras (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ejemplo de lo anterior es que en los últimos tres muestreos se registraron *Campephilus guatemalensis*, *Geotrygon albifacies* y *Patagioenas fasciata*, especies poco comunes en el municipio (com. per. con personas del lugar).

Sin embargo, los resultados obtenidos con Clench y Chao² son comunes en estudios avifaunísticos que se han llevado a cabo en hábitats y escalas de tiempo similares a los del presente estudio. Por ejemplo, García (2010) registró en la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca el 67% de las especies predichas por la ecuación de Clench y Olvera (2012) registró en el municipio de Misantla, Veracruz, el 78% de las especies predichas.

Comparando nuestro listado con el de Villa-Bonilla *et al.* (2008), que también se llevó a cabo en la Sierra Norte de Puebla y en ambientes similares a los del municipio de Tetela de Ocampo, resalta la poca o nula cantidad de especies registradas de aves de hábitos acuáticos (como las familias Anatidae y Ardeidae) y aves nocturnas (familias Strigidae y Caprimulgidae). De acuerdo al INEGI (2010) en el municipio de Tetela de Ocampo no existen lagos o lagunas, lo cual comprobamos en los muestreos en campo; por tal motivo en el presente estudio no registramos patos ni aves vadeadoras. Sin embargo, posterior a las salidas al campo destinadas al muestreo, la gente del lugar nos mencionó que existe una pequeña laguna donde llegan patos y garzas durante el invierno, lo cual puede considerarse para futuras incursiones. Respecto a las aves nocturnas, sólo se registró una especie de tapacaminos (Caprimulgidae: *Antrostomus arizonae*) y dos especies de búhos (Strigidae: *Strix virgata* y *Glaucidium gnoma*). Lo anterior se debe a que no empleamos métodos específicos de muestreo para aves nocturnas.

Uno de los propósitos de este estudio fue llevar a cabo muestreos en distintos lugares del municipio, sin focalizarnos en zonas específicas. Sin embargo, faltó visitar, por dar un par de ejemplos, el extremo sur del municipio, el cual es más seco y con una elevación considerable, y el Cerro Poloco, con BPE y BMM en buen estado de conservación. Además, en el río de la localidad de Nanahuacingo no pudimos identificar la especie de dos individuos de ave playera pues levantaron el vuelo rápidamente. Por último, un señor de la localidad de Xochititan nos informó haber visto en el año 2013 a la tucaneta verde (*Aulacorhynchus prasinus*). Hay que considerar que la Sierra Norte de Puebla es una de las regiones del país más afectadas por los procesos de remoción en masa, causados en poco tiempo por lluvias voluminosas que producen caídas y deslizamientos masivos de roca y suelo, modificando drásticamente el relieve montañoso (Alcántara y Murillo, 2008; Lugo-Hubp *et al.*, 2005). La jornada de muestreos del presente estudio se vio afectada por dicho fenómeno, ya que dificultó nuestro acceso a algunas zonas.

Con respecto a la estrategia de muestreo, es recomendable que se utilicen diferentes métodos si se está interesado en la diversidad de aves y asociaciones de éstas a los tipos de vegetación, debido a que cada método tiene ventajas y desventajas para detectar a las especies Bibby *et al.* (2000). Lo anterior se confirma en el presente estudio, puesto que hubo algunas especies que sólo fueron

registradas por un método en particular. Por ejemplo, únicamente mediante las redes de niebla registramos dos especies: *Geotrygon albifacies* y *Sclerurus mexicanus*. Además, el registro de *Strix virgata* únicamente fue mediante la grabación de sonidos, debido a que es un ave rapaz nocturna que por consiguiente es complicada de ver. Bibby *et al.* (2000) mencionan que la mayoría de los registros de aves en bosques son a través de los llamados y cantos de éstas, por tal circunstancia, los puntos de conteo son buenos y se ve reflejado en que la mayoría de las especies registradas fueron de manera auditiva (31 especies de manera auditiva, 14 especies de manera visual y 18 especies de ambas maneras).

ESTACIONALIDAD Y ESTACIONES DEL AÑO

El 74% de las aves registradas fueron aves residentes y el 26% restante correspondió a aves migratorias (residentes de verano, visitantes de invierno y transitorias). Este mismo patrón se observa a escala nacional, donde aproximadamente el 70% de las 1,150 especies registradas en México son residentes permanentes y en especial la mayor concentración de especies residentes se encuentra en las zonas de colindancia entre la Sierra Madre Oriental y la vertiente del golfo de México (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). Villa-Bonilla *et al.* (2008) también reportan para la región de Zacapoaxtla (Sierra Norte de Puebla) un porcentaje similar de especies residentes (72.55%). En estudios de similar escala espacial y temporal al del presente estudio se han encontrado proporciones similares para especies residentes: entre un 57% y un 68% (Argote, 2002; Contreras, 2004; Cayetano, 2014).

En cuanto a las especies visitantes de invierno, la familia mejor representada fue Parulidae con 13 especies, seguida por Cardinalidae con cuatro especies y por último Emberizidae y Vireonidae con tres especies cada una. Howell y Webb (1995) mencionan que dos de los grupos de aves que representan cerca del 60% de las especies migratorias de invierno en México son los chipes (familia Parulidae) y los gorriones (familia Emberizidae).

Las estaciones de otoño e invierno fueron las que presentaron la mayor cantidad de especies migratorias y especies en total, debido a que al componente residente se suma el migratorio.

En todos los tipos de vegetación se registraron especies migratorias. Lo anterior puede deberse a que éstas tienen dietas más amplias y variadas que las especies residentes, ya que al migrar

deben enfrentar retos físicos y fisiológicos y, entre otras cosas, deben de poder alimentarse de una mayor variedad de recursos (Levey y Stiles, 1994; Berlanga y Rodríguez, 2010). Esta flexibilidad ya ha sido comprobada para ciertas especies, donde éstas tienen la capacidad de llegar a sitios de migración con características ecológicas distintas a las de sus sitios de reproducción (Nakazawa *et al.*, 2004).

ENDEMISMO Y ESTATUS DE PROTECCIÓN

Para las categorías de endemismo (endémicas, semiendémicas y cuasiendémicas) se registraron siete especies para cada una de ellas. Comparando estos resultados con los obtenidos por Villa-Bonilla *et al.* (2008) en Zacapoaxtla (Sierra Norte de Puebla), ellos encontraron 10 endémicas y cinco cuasiendémicas. La SMO no es tan rica en especies endémicas, más bien tiene una gran diversidad de especies de aves en comparación con otras regiones de México (Escalante *et al.*, 1993). Sin embargo, entre esas pocas especies restringidas a la SMO están *Glaucidium sanchezi*, *Rhynchopsitta terrisi* y *Dendrortyx barbatus* (Navarro *et al.*, 2004). Por otro lado el ENT es una de las provincias biogeográficas donde se concentra gran cantidad de especies endémicas a México (Escalante *et al.*, 1993), entre ellas *Geothlypis speciosa*, *Xenospiza baileyi* y *Campylorhynchus megalopterus* (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2007). En este estudio registramos una especie endémica a la SMO (*Dendrortyx barbatus*) y una especie endémica al ENT y a la parte sur de la SMO (*Campylorhynchus megalopterus*).

En lo que se refiere al estatus de protección, destaca *Dendrortyx barbatus*, ya que es una especie que además de ser endémica a la Sierra Madre Oriental, está protegida tanto por la NOM-059-SEMARNAT (categoría: en peligro de extinción) como por la Lista Roja (categoría: especie vulnerable). Se conoce poco sobre las poblaciones de esta especie debido a que no existen estudios que profundicen en zonas de difícil acceso (Aguilar, 2002); sin embargo, desde 1941 esta especie ya se consideraba a punto de desaparecer (Aguilar-Rodríguez, 2000) y la IUCN (Fuller *et al.*, 2000) la clasificaba en estado de vulnerabilidad por la pérdida de su hábitat y por caza. Estudios recientes han ampliado su área de distribución o detallado su ecología; sin embargo, sus poblaciones siguen estando fragmentadas y amenazadas (Aguilar-Rodríguez, 2000; Aguilar, 2002; Villordo *et al.*, 2013). Mota-Vargas *et al.* (2012) analizan el área de distribución de esta especie mediante modelado de nicho ecológico y concluyen que podría dejar de considerarse como una especie en peligro de

extinción, puesto que los resultados amplían su distribución y demuestran que es tolerante a diversos grados de perturbación del hábitat. Lo anterior concuerda con los registros de esta especie para el presente estudio, pues en la localidad de Xochititan se escucharon muy cerca de los cultivos y las personas del lugar nos comentaron que las veían en los maizales.

Destacan también *Falco peregrinus* y *Lamprolaima rhami*, pues están protegidos tanto por la NOM-059-SEMARNAT como por el apéndice I o II de la CITES. *F. peregrinus* es un ave rapaz de amplia distribución en América del Norte (Dunn y Alderfer, 2011). Sin embargo, en México sus poblaciones están amenazadas por la pérdida de hábitat así como por la captura para cetrería (Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, 2010). *L. rhami* es un colibrí cuya distribución en México está restringida a las tierras altas del este y sur del país donde se encuentran bosques mesófilos de montaña (Howell y Webb, 1995), los cuales presentan procesos de deterioro que ponen en riesgo su supervivencia (Gual-Díaz y González-Medrano, 2014). Además, en México los colibríes son usados como amuletos para el amor y supuestamente para curar padecimientos cardiacos, de tal manera que pueden ser objeto de comercialización tanto dentro del país como fuera de éste (Vásquez-Dávila *et al.*, 2014).

DIVERSIDAD ALFA Y BETA EN LOCALIDADES Y TIPOS DE VEGETACIÓN

Los resultados obtenidos para el análisis por localidad están sesgados por la diferencia en el muestreo. Sin embargo, de manera general se puede observar en el dendrograma que las localidades se agrupan por tipo de vegetación, donde aquellas con predominancia de BPE y BMM se agruparon independientemente de aquellas con predominancia de AA y BG. Lo anterior es congruente con el dendrograma por tipo de vegetación.

En cuanto a la diversidad presente en cada tipo de vegetación, en el BPE se registró la mayor cantidad de especies. Éste resultado concuerda con las cifras que presentan Navarro-Sigüenza *et al.* (2014) en general para todo el país, donde el BPE es mucho más diverso que el BMM, BG y zonas de agricultura. Sin embargo Villa-Bonilla *et al.* (2008), cuyo estudio se hizo muy cerca de nuestra área de estudio y es similar en cuanto a tipos de vegetación, reportan el mayor número de especies para el

BMM. Esta discrepancia se puede deber a que en el municipio de Tetela de Ocampo el BMM se encuentra distribuido en parches (INEGI, 2000) rodeados de AA.

La diversidad de aves en los AA fue menor que en el BPE y el BG, probablemente se deba a que en los ambientes mejor conservados hay una mayor disponibilidad de alimentos, lo cual influye en las comunidades de aves (Nocedal, 1984).

En el dendrograma de disimilitud para los tipos de vegetación, el BG se agrupó con los AA y en otra rama se encontraron el BMM y BPE. Sin embargo, el recambio de especies es más evidente entre el BG y los AA que entre el BPE y el BMM. El resultado anterior concuerda con Escalante *et al.* (1993), quienes observaron, a una escala mucho más grande que la del presente estudio, que la composición de las avifaunas del BMM y BPE es bastante similar. Sin embargo, nuestro resultado contrasta con aquel presentado por Villa-Bonilla *et al.* (2008), donde encuentran que el BMM se diferencia significativamente del BPE. Nuestros resultados pueden estar influidos por el grado de conservación del BMM en el municipio de Tetela, puesto que se encuentra distribuido en parches (INEGI, 2000) y también, porque el área que cubre el BMM es mucho menor a la del BPE, por lo que probablemente se estudió una transición entre estos dos tipos de bosque.

AFINIDAD DE LA AVIFAUNA DE TETELA DE OCAMPO CON LA SIERRA MADRE ORIENTAL Y EL EJE NEOVOLCÁNICO TRANSVERSAL

De acuerdo con CONABIO (1997) e INEGI (2012), el área que abarca el municipio de Tetela de Ocampo se encuentra en la transición de las regiones biogeográficas Sierra Madre Oriental (SMO) y Eje Neovolcánico Transversal (ENT). Así mismo, Navarro-Sigüenza *et al.* (2004 y 2007) hacen un análisis biogeográfico de ambas regiones, donde la zona en que se ubica el municipio estudiado es común a éstas. Sin embargo, en lo que respecta a la fisiografía, el municipio se encuentra casi en su totalidad en la provincia de la Sierra Madre Oriental (INEGI, 2010).

Los datos indicaron dos agrupamientos, en el primero se encontraron todas las regiones que se ubican en el ENT. En el segundo grupo se encontraron las regiones de la SMO y es aquí donde se inserta Tetela de Ocampo, lo que sugiere que el municipio comparte más especies con las zonas pertenecientes a la SMO que con aquellas pertenecientes al ENT. La provincia biogeográfica del Eje

Neovolcánico Transversal en su extremo este se encuentra en contacto con la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental, de tal manera que las regiones ubicadas en esa conjunción comparten especies de ambas provincias (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2007). Tal es el caso de Tetela de Ocampo, puesto que se registraron especies como *Dendrortyx barbatus* (endémica a la SMO) pero también especies como *Campylorhynchus megalopterus*, cuya mayor área de distribución se encuentra en el ENT. En la lista obtenida en el presente estudio la mayoría de la avifauna es común tanto al ENT como a la SMO (123 especies, 83.6%). Sin embargo, la proporción de especies que solo habitan en la SMO es mayor a aquella del ENT. Son 23 (15.6%) las especies registradas que están presentes en la SMO y no en el ENT (p. ej.: *Sclerurus mexicanus*, *Psilorhinus morio*, *Aphelocoma unicolor*, *Pheugopedius maculipectus*, *Turdus infuscatus* y *Piranga leucoptera*) y solo una especie que se presenta en la ENT y no en la SMO (*Leiothlypis virginiae*).

Hernández-Baños *et al.* (1995) analizaron los diferentes bosques montanos de Mesoamérica. Específicamente en México encontraron cuatro unidades biogeográficas que se diferencian entre ellas por la composición de aves, donde la 1) está formada por la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico Transversal, la 2) está constituida por los bosques del este de México y el norte del Istmo de Tehuantepec, la 3) se refiere a la avifauna del interior de Oaxaca y la 4) está representada por la Sierra Madre del Sur. Considerando que Tetela de Ocampo se encuentra en la Sierra Madre Oriental desde el punto de vista fisiográfico, el municipio entonces pertenece a la unidad biogeográfica 2), donde evidentemente no se incluye la avifauna del ENT. Aunque la avifauna de Tetela de Ocampo presenta algunos elementos del ENT, se agrupa con las regiones pertenecientes a la SMO, por lo que nuestros resultados concuerdan con lo encontrado por Hernández-Baños *et al.* (1995).

DISTRIBUCIÓN DEL CARTEL Y POSTALES Y PLÁTICA SOBRE LAS AVES DE TETELA DE OCAMPO

Aunque no fue medido con algún método, podemos decir que aparentemente hay una diferencia en el reconocimiento por parte de los alumnos al ver las aves que les mostrábamos en la plática. Posiblemente aquellos alumnos de escuelas urbanas tienden a estar menos familiarizados con la avifauna del municipio. Esto también fue encontrado por Romero-González *et al.* (2014) en un estudio realizado en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, donde el conocimiento de las niñas y niños sobre las aves varió dependiendo de si la escuela era rural o urbana. Sin embargo, los alumnos tanto de escuelas urbanas como rurales y las personas de las comunidades donde también se dieron pláticas reconocieron especies como *Penelope purpurascens*, *Dendrortyx barbatus*, *Campephilus guatemalensis* y *Myadestes occidentalis*, aunque no sabían que son de importancia para la conservación.

7 CONCLUSIONES

- Se registraron 147 especies de aves en el municipio de Tetela de Ocampo, de las cuales 74.1% fueron residentes y el 22.4% migratorias de invierno.
- Las estaciones de otoño e invierno fueron en las que se registraron mayor cantidad de especies en total y mayor cantidad de especies migratorias.
- Las especies endémicas representaron el 14.2%, las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT el 10.8%, las incluidas en los apéndices de la CITES el 9.5% y las enlistadas en la Lista Roja 1.3%.
- Los tipos de vegetación identificados en la zona de estudio fueron bosque de pino-encino (BPE), bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque de galería (BG) y ambientes antropizados (AA). El más diverso en especies fue el BPE (82 especies), seguido por el BG (52 especies) y finalmente los AA y el BMM (48 especies cada uno). En cada uno de los tipos de vegetación se registraron especies exclusivas a estos y especies bajo alguna categoría de endemismo y protección.
- La diversidad Beta entre el BMM y BPE indica que ambos tipos de vegetación se parecen bastante en composición de especies de aves, lo cual probablemente está sesgado por el área de cada uno de ellos en el municipio, siendo la del BMM mucho menor que la del BPE.
- La avifauna del municipio de Tetela de Ocampo está más relacionada con aquella de la Sierra Madre Oriental que con la del Eje Neovolcánico Transversal.
- Los diversos métodos de muestreo empleados se complementaron entre sí, ya que mediante cada uno de ellos se registraron especies distintas, lo cual permitió registrar una mayor cantidad de especies.
- El muestreo de las aves de Tetela de Ocampo requiere de trabajo de campo adicional, que incluya técnicas específicas para aves nocturnas y rapaces.

LITERATURA CITADA

- Adobe Systems Incorporated. 2007. Adobe Audition Version 3.0. Adobe Systems Incorporated. EUA.
- Aguilar, S. 2002. Perdiz veracruzana o Chivizcoyo (*Dendrortyx barbatus*). En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras de Ita (Eds.). Conservación de aves, experiencias en México. Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A. C., National Fish and Wildlife Foundation, México. 167-168 pp.
- Aguilar-Rodríguez, S. 2000. Registro de la perdiz veracruzana o Chivizcoyo (*Dendrortyx barbatus* Gould) en la sierra norte de Oaxaca, México. Huitzil 1:9-11.
- Alcántara, I. y F. G. Murillo. 2008. Procesos de remoción en masa en México: hacia una propuesta de elaboración de un inventario nacional. Investigaciones Geográficas 66:47-64.
- Aldama, S. E. 2009. Aspectos ecológicos de una comunidad de murciélagos en la Sierra Norte del estado de Puebla. Tesis de Licenciatura Biología. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México 70 pp.
- Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. 2010. Monitoreo del Halcón Peregrino (*Falco peregrinus anatum*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. CONANP. 7 pp.
- Argote, A. 2002. Distribución de la avifauna del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 93 pp.
- Arizmendi, M. C. y A. Espinosa de los Monteros. 1996. Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 67:25-46.

- Arizmendi, M. C. y L. Márquez (eds.). 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. CIPAMEX-CONABIO-UNAM. México.
- Baty F., C. Ritz, S. Charles, M. Brutsche, J. P. Flandrois y M. L. Delignette-Muller. 2015. A Toolbox for Nonlinear Regression in R: The Package nlstools.
- Berlanga, H. y Rodríguez, V. 2010. Las aves migratorias: a prueba de muros. Especies, Enero-Febrero 2010.
- Berlanga, H., Rodríguez-Contreras, V., Oliveras de Ita, A., Escobar, M., Rodríguez, L., Vieyra, J., Vargas, V. 2008. Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://avesmx.conabio.gob.mx/index.html>. Consultada el 9 de septiembre de 2014.
- Bibby, C., M. Jones y S. Marsden. 2000. Expedition Field Techniques. Bird Surveys. Bird Life International. Cambridge, U. K. 137 pp.
- BirdLife International. 2015. Migratory birds and Flyways. <http://www.birdlife.org/worldwide/programme-additional-info/migratory-birds-and-flyways>. Consultada el 22 de mayo de 2015.
- Budney, G. F. y R. W. Grotke. 1996. Técnicas para la grabación de las vocalizaciones de las aves tropicales. Biblioteca de Sonidos Naturales. Laboratorio de Ornitología de Cornell Ithaca, Nueva York. 14 pp.
- Cayetano, H. 2014. Avifauna de Amatlán de Quetzalcóatl, Tepoztlán, Morelos. Tesis de licenciatura. Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 79 pp.

- Challenger, A. 1998. La zona ecológica templada húmeda (el bosque mesófilo de montaña). En: Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 443-518 pp.
- Colwell, R. K. 2013. *EstimateS*: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.
- Contreras, V. 2004. Distribución de las aves en Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). 2014. Apéndices I, II y III en vigor a partir del 14 de septiembre de 2014. <http://www.cites.org/esp>.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2014. Áreas Naturales Protegidas de México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. CONABIO, México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. Categoría de prioridad para la conservación del bosque mesófilo de montaña en México. Escala 1: 250 000. CONABIO. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. CONABIO. México. 197 pp.
- Cueto, V. R. y J. Lopez de Casenave. 1999. Determinants of bird species richness: role of climate and vegetation structure at a regional scale. *Journal of Biogeography* 26:487-492.

- Dunn, J. L. y J. Alderfer. 2011. Field Guide to the Birds of North America. National Geographic Society. Sexta edición. China. 574 pp.
- Escalante, P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. 1993. A Geographic, Ecological, and Historical Analysis of Land Bird Diversity in Mexico. En: Ramamoorthy, T. P.; R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Biological Diversity of Mexico. Origins and Distributions. Oxford University Press. EUA. 281-307 pp.
- Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla 52:53-56.
- Environmental Systems Research Institute. 2002. ArcView GIS Version 3.3.
- Ferrari-Pérez, F. 1886. Catalogue of animals collected by the Geographical and Exploring Commission of the Republic of Mexico. Proceedings of the United States National Museum 86:125-199.
- Finch, D. 1991. Population ecology, habitat requirements, and conservation of neotropical migratory birds. General Technical Report RM-205. United States Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colorado. 26 pp.
- Fuentes Aguilar, L. 1972. Regiones Naturales del Estado de Puebla. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 143 pp.
- Fuller, R., J. Carroll y P. McGowan (eds.). 2000. Partridges, Quails, Francolins, Snowcocks, Guineafowl, and Turkeys. Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. WPA/BirdLife/SSC Partridge, Quail, Francolin Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, World Pheasant Association, UK. 63 pp.
- García, M. A. 2010. Avifauna de la región de Pluma Hidalgo, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 68 pp.
- Gill, F. y D. Donsker (Eds.). 2015. IOC World Bird List (v 5.3).

- Goetz, S. J., M. Sun, S. Zolkos, A. Hansen y R. Dubayah. 2014. The relative importance of climate and vegetation properties on patterns of North America breeding bird species richness. *Environmental Research Letters* 9:1-18.
- Gómez de Silva, H. y R. A. Medellín. 2001. Evaluating Completeness of Species Lists for Conservation and Macroecology: a Case Study of Mexican Land Birds. *Conservation Biology* 15(5):1384-1395.
- González-García, F y H. Gómez de Silva. 2002. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras de Ita (Eds.). *Conservación de aves, experiencias en México*. Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A. C., National Fish and Wildlife Foundation, México. 150-165 pp.
- González-García, F., L. A. Pérez-Solano, O. E. Ramírez-Bravo, S. Mandujano, R. Ramírez-Julián, G. Reyes, J. M. Salazar-Torres y A. Guillén-Servent. 2012. Localidades adicionales en la distribución geográfica de la pava cojolita (*Penelope purpurascens*) en Puebla y Oaxaca, México. *Huitzil. Revista de ornitología mexicana* 13(1): 61-67.
- Gregory, R. D., D. W. Gibbons y P. F. Donald. 2004. Bird census techniques. En: Sutherland W. J., I. Newton y R. E. Green (eds.). *Bird Ecology and Conservation; a Handbook of Techniques*. Oxford University Press, Oxford. 17-56 pp.
- Gual-Díaz, M. y F. González-Medrano. 2014. Los bosques mesófilos de montaña en México. En Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (Comps.). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 27-56 pp.
- Halfpter, G. y C. E. Moreno. 2005. Significado biológico de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. En: Halfpter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidad Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías Tercer Milenio, Vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, España. 5-18 pp.

- Hernández-Baños, B., T. Peterson, A. Navarro-Sigüenza y P. Escalante-Pliego. 1995. Bird faunas of the humid montane forests of Mesoamerica: biogeographic patterns and priorities for conservation. *Bird Conservation International* 5:251-277.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. China. 851 pp.
- Hutto, R. L., S. M. Pletschet y P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 103:593-602.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2000. *Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Puebla*. INEGI. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. *Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tetela de Ocampo, Puebla. Clave geoestadística 21172*. INEGI. México. 10 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2011a. *Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000, Serie V (Capa Unión)*. INEGI, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2011b. *Tipos de vegetación de Puebla*. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. *La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado*. México. CONABIO, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 440 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2012. *Áreas Geoestadísticas Municipales, 2012. Escala 1:250000*. INEGI. *Marco Geoestadístico 2013 versión 6.0c (Inventario Nacional de Viviendas 2012)*. México.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2015. *The IUCN Red List of Threatened Species*. <http://www.iucnredlist.org>. Consultada el 5 de junio de 2015.

- Jiménez, F. J., M. C. López, R. Mendoza, M. A. Pineda y O. R. Rojas. 2011. Aves en Puebla. En: La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 159-163 pp.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de arcnología* 8:151-161.
- Koleff, P. 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidad Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías Tercer Milenio, Vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, España. 19-40 pp.
- Koleff, P., K. J. Gaston y J. J. Lennon. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72:367-382.
- Lennon, J. J., P. Koleff, J. J. D. Greenwood y K. J. Gaston. 2001. The geographical structure of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology* 70:966-979.
- Levey, D. J. y F. G. Stiles. 1994. Variabilidad de recursos, hábitats y movimientos estacionales en aves neotropicales: implicaciones para la evolución de la migración a larga distancia. *Bird Conservation International* 4(2-3):109-113.
- Leyequien, E. 2006. *Birds, Traditional Coffee Plantations and Spatial complexity: The Diversity Puzzle*. Tesis de Doctorado. Wageningen University. Netherlands. 238 pp.
- Lugo-Hubp, J., J. J. Zamorano-Orozco, L. Capra, M. Inbar e I. Alcántara-Ayala. 2005. Los procesos de remoción en masa de la Sierra Norte de Puebla, octubre de 1999: Causas y efectos. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 22(2):212-228.
- Microsoft Corporation. 2010. Excel. Versión 14.0.7106.5003.

- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis de la Sociedad Entomológica Aragonesa. Vol. 1. España. 83 pp.
- Mota-Vargas, C., O. R. Rojas-Soto, C. Lara, C. Castillo-Guevara y C. Ballesteros-Barrera. 2012. Geographic and ecological analysis of the Bearded Wood Partridge *Dendrortyx barbatus*: some insights on its conservation status. Bird Conservation International 0:1-15.
- Nakazawa, Y., A. T. Peterson, E. Martínez-Meyer y A. G. Navarro-Sigüenza. 2004. Seasonal niches of nearctic-neotropical migratory birds: implications for the evolution of migration. The Auk 121(2):610-618.
- Navarro-Sigüenza, A. G., A. Lira-Noriega, A. T. Peterson, A. Oliveras de Ita, A. Gordillo-Martínez. 2007. Diversidad, endemismo y conservación de las aves. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 461-483 pp.
- Navarro-Sigüenza, A. G., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. T. Peterson, H. Berlanga-García y L. A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 84:476-495.
- Navarro-Sigüenza, A. G., H. A. Garza-Torres, S. López de Aquino, O. R. Rojas-Soto y L. A. Sánchez-González. 2004. Patrones biogeográficos de la avifauna. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 439-467 pp.
- Nocedal, J. 1984. Estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. Acta Zoológica Mexicana 6:1-45.
- Núñez, I., E. González y A. Barahona. 2003. La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. Interciencia 28(7):387-393.

- Olvera, A. 2012. Avifauna del municipio de Misantla, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 64 pp.
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens y H. Wagner. 2015. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.2-1. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Pineda, M. A., R. Mendoza, M. E. Martínez y A. Galicia. 2010. Aves de la Laguna de Chapulco del Municipio de Puebla, México. *El canto del Centzontle* 1(1):65-74.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 pp.
- Ramírez-Albores, J. E. 2007a. Avifauna de cuatro comunidades del oeste de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78:439-457.
- Ramírez-Albores, J. E. 2007b. Bird diversity and conservation of Alto Balsas (Southwestern Puebla), México. *Revista de Biología Tropical* 55(1):287-300.
- Ramírez-Albores, J. E. y A. G. Navarro-Sigüenza. 2011. Relationships between bird species richness and natural and modified habitat in southern Mexico. En: Grillo, O y G. Venora (eds.). *Changing Diversity in Changing Environment*. InTech. Croacia. 183-210 pp.
- Rodríguez, J. P. 2006. Sobre diversidad biológica, el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. *Interciencia* 31(10):764.

- Rojas, O. R. 1995. Riqueza y distribución de las aves del Estado de Puebla, Tesis de Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rojas-Soto, O. R. y A. G. Navarro S. 1999. Información reciente sobre la avifauna del estado de Puebla, México. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica 70(2):205-213.
- Romero-González, P., P. Enríquez y G. Álvarez-Gordillo. 2014. Conocimientos y percepciones de niñas y niños sobre las aves en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. En: Vásquez-Dávila, M. A. (Ed.). Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1. CONACYT, ITVO, Carteles Editores, UTCH. Oaxaca, México. 133-150 pp.
- Rose, J., F. J. Jiménez y R. Mendoza. 2012. Aves del bosque de encino de la ciudad de Puebla y zonas conurbadas. Elementos, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla 87:27-35.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- Sánchez, G. y R. Dirzo. 2014. El bosque mesófilo de montaña, un ecosistema prioritario amenazado. En: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 109-139 pp.
- Sarukhan, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. de la Maza. 2009. Capital Natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 100 pp.

Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Escala 1:250000. México. Financiado por CONABIO-FMCN-CCA. CONABIO. México.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2013. Catálogo de localidades. Resumen municipal. Municipio Tetela de Ocampo, Puebla. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/>. Consultada el 1 de mayo de 2015.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 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. 77 pp.

Sélem-Salas, C. I., J. Sosa-Escalante y S. Hernández. 2004. Aves y Mamíferos. En: Bautista, F., H. Delfín, J. L. Palacio y M. C. Delgado (eds.). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Autónoma de Yucatán. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Ecología. México. 269-302 pp.

Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3):480-488.

Sutton, G. M. y T. D. Burleigh. 1942. Birds recordered in the Federal District and states of Puebla and Mexico by the 1939 Sample Expedition. *The Auk* 59:418-423.

Toledo, T. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 16-17 pp.

- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Instituto de Astronomía. 2010. Anuario del Observatorio Astronómico Nacional. Edición CXXXIII 2013. Instituto de Astronomía, UNAM. México. 220 pp.
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Instituto de Astronomía. 2014. Anuario del Observatorio Astronómico Nacional. Edición CXXXIV 2014. Instituto de Astronomía, UNAM. México. 232 pp.
- Vásquez-Dávila, M. A., E. A. Montaña-Contreras y C. E. Sánchez-Cortés. 2014. Plumas, picos y cultura, a manera de presentación. En: Vásquez-Dávila, M. A. (Ed.). Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1. CONACYT, ITVO, Carteles Editores, UTCH. Oaxaca, México. 9-18 pp.
- Van Perlo, B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Princeton University Press. Hong Kong. 336 pp.
- Vanzolini, P. E. y N. Papavero. 1990. Manual de recolección y preparación de animales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 270 pp.
- Villa-Bonilla, B, O. R. Rojas-Soto, A. G. Colodner-Chamudis y 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.
- Villordo, A., A. Juárez y L. Chapa. 2013. Primer registro de la perdiz veracruzana o chizcoyo (*Dendrortyx barbatus*) en la Sierra Norte de Tlaxcala, México. *Huitzil* 14(2):132-135.

Apéndice 1. Lista sistemática de las aves del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla. Estacionalidad (Est): R, residente; I, visitante de invierno; V, visitante de verano y T: transitoria. Endemismo (End): E, endémica; C, cuasiendémica y S, semiendémica. Método de registro (MReg): P, puntos de conteo; R, redes de niebla; O; observación libre y G, grabación de cantos. Estatus de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM): P, en peligro de extinción; A, amenazada y Pr, sujeta a protección especial. Apéndices I, II y III de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). Las categorías de la Lista Roja (LR) de las especies amenazadas de la IUCN son VU, especie vulnerable y NT, especie casi amenazada. Tipos de vegetación: AA, ambientes antropizados; BG, bosque de galería; BPE, bosque de pino-encino y BMM, bosque mesófilo de montaña. Localidades: Xal, Xaltatempa; Esc, Escahuasco; Tet, Ciudad de Tetela; Nan, Nanahuacingo; Cho, Chopilco; Cañ, La Cañada; Maz, Rancho Mazada; Que, El Quexque; Xoc, Xochitlan y Car, Carreragco.

Orden	Familia	Especie	Est	End	MReg	Protección			Vegetación				Localidad	
						NOM	CITES	LR	AA	BG	BPE	BMM		
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	R		O	A						1	Car, Xoc	
	Odontophoridae	<i>Dendrortyx barbatus</i>	R	E	P,G	P		VU	1		1	1	Car, Cho, Xoc	
	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	R		O				1	1			Cañ, Cho, Tet	
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	R		O				1	1	1		Cañ, Car, Esc, Nan	
		<i>Coragyps atratus</i>	R		O						1		Esc, Tet	
	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	R		O	Pr	II		1	1	1		Cañ, Cho, Xoc	
		<i>Accipiter cooperii</i>	I		O,G	Pr	II				1		Cho	
		<i>Buteo jamaicensis</i>	R		O,G		II				1		Car, Cho	
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	R		O				1	1			Cañ, Cho, Tet	
		<i>Patagioenas fasciata</i>	R		O							1	Xoc	
		<i>Zenaida macroura</i>	R		R				1					Cañ
		<i>Zenaida asiatica</i>	R		O						1			Nan
		<i>Columbina inca</i>	R		O					1				Cañ
		<i>Leptotila verreauxi</i>	R		P,G					1	1			Cañ, Car, Cho
		<i>Geotrygon albifacies</i>	R		R	A							1	Xoc
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	R		O		II		1				Tet	
	Strigidae	<i>Strix virgata</i>	R		G		II				1	1	Cho, Esc, Xoc	
		<i>Glaucidium gnoma</i>	R		O		II			1				Cañ
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrastomus arizonae</i>	R		R,O,G				1	1	1	1	Cañ, Car, Cho, Xoc	
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne rutila</i>	R		O				1				Cañ	

Orden	Familia	Especie	Est	End	MReg	Protección			Vegetación				Localidad
						NOM	CITES	LR	AA	BG	BPE	BMM	
		<i>Aeronautes saxatalis</i>	R		O						1		Esc
	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	R		P,R,G		II		1		1	1	Car
		<i>Lampornis clemenciae</i>	R	S	R		II				1		Cañ
		<i>Lampornis amethystinus</i>	R		P,R,G		II		1	1	1	1	Cañ, Car, Cho, Xoc
		<i>Basilinna leucotis</i>	R		P,R,O,G		II		1	1	1	1	Cañ, Car, Cho, Nan, Maz, Tet, Xoc
		<i>Lamprolaima rhami</i>	R		R	A	II					1	Car, Xoc
		<i>Eugenes fulgens</i>	R		R,G		II			1	1	1	Car, Maz, Xal, Xoc
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	R		P,R,O,G						1	1	Car, Cho, Que, Xoc
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	R		R,O,G				1	1			Cañ, Car, Esc, Nan, Xal
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	R		P,O,G				1	1	1	1	Cañ, Car, Cho, Xoc
		<i>Sphyrapicus varius</i>	I		O				1		1		Cho, Maz
		<i>Picoides scalaris</i>	R		O							1	Xoc
		<i>Picoides villosus</i>	R		O						1		Car, Cho, Que
		<i>Colaptes auratus</i>	R		P,G						1		Car
		<i>Campephilus guatemalensis</i>	R		O,G	Pr						1	Xoc
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	I		O		II		1				Car
		<i>Falco peregrinus</i>	R		O	Pr	I			1			Xal
Passeriformes	Furnariidae	<i>Sclerurus mexicanus</i>	R		R	A					1		Car
		<i>Sittasomus griseicapillus</i>	R		P,R,O,G						1	1	Car, Xoc
		<i>Lepidocolaptes affinis</i>	R		P,R,O,G						1	1	Car
	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	R		R,O				1	1	1		Cañ, Car, Esc, Nan, Tet, Xal
		<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	R		P,R,O,G				1		1	1	Car, Cho
		<i>Contopus cooperi</i>	T		G			NT	1		1		Que, Xoc
		<i>Contopus pertinax</i>	R		P,G				1	1	1		Cañ, Car, Cho
		<i>Empidonax hammondii</i>	I		R						1		Maz
		<i>Empidonax occidentalis</i>	R	S	P,R,G						1		Car

Orden	Familia	Especie	Est	End	MReg	Protección			Vegetación				Localidad		
						NOM	CITES	LR	AA	BG	BPE	BMM			
		<i>Empidonax fulvifrons</i>	R		R,G						1			Car, Cho, Maz	
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R		O					1	1			Cañ, Car, Cho, Nan, Que, Tet	
		<i>Myiozetetes similis</i>	R		O,G					1	1	1		Cañ, Car, Nan, Maz, Xoc	
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R		P,G						1	1		Car, Cho, Xoc	
	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	R		P,R,O,G						1	1		Car, Cho, Que, Xoc	
	Vireonidae	<i>Vireolanius melitophrys</i>	R	C	R,G							1	1	Car	
		<i>Vireo cassinii</i>	I	S	P,R,G					1	1	1		Cañ, Car, Cho	
		<i>Vireo solitarius</i>	I		G						1	1	1	Cañ, Cho, Nan, Maz, Xoc	
		<i>Vireo huttoni</i>	R		P,G						1	1		Cañ, Car, Cho, Que, Maz	
		<i>Vireo gilvus</i>	I		O							1		Car	
		<i>Vireo leucophrys</i>	R		P,R,G						1	1	1	Cañ, Car, Cho	
		<i>Vireo flavoviridis</i>	V		G							1	1	Car, Cho	
	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	R		P,G						1	1	1	Car, Cho, Xoc	
		<i>Cyanocitta stelleri</i>	R		P,O,G							1		Car, Cho, Maz	
		<i>Aphelocoma wollweberi</i>	R		P,O,G							1	1	Cañ, Car, Xoc	
		<i>Aphelocoma unicolor</i>	R		P,O,G	A						1	1	Car, Cho, Xoc	
	Ptiliognatidae	<i>Ptiliognys cinereus</i>	R	C	P,R,O,G						1	1	1	Car, Cho, Maz, Tet, Xoc	
	Paridae	<i>Poecile sclateri</i>	R	C	O								1	Cho	
	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	I		O							1		Xal	
		<i>Tachycineta thalassina</i>	R		O							1	1	Esc, Xoc	
		<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	R		O						1	1	1	Car, Cho, Esc, Nan, Tet	
		<i>Hirundo rustica</i>	V		O						1			Car, Tet	
	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	R		P,O,G							1	1	Car, Cho	
	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	I		P,O,G						1	1	1	Cañ, Car, Cho, Xoc	
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	R	E	P,O,G								1	Car, Cho, Que	
		<i>Catherpes mexicanus</i>	R		R,G							1	1	1	Cañ, Esc, Nan, Maz, Xal

Orden	Familia	Especie	Est	End	MReg	Protección			Vegetación				Localidad
						NOM	CITES	LR	AA	BG	BPE	BMM	
		<i>Thryomanes bewickii</i>	R		G				1	1	1		Cañ, Cho, Maz, Xoc
		<i>Pheugopedius maculipectus</i>	R		G					1			Car
		<i>Troglodytes aedon</i>	I		P,R,O,G				1	1	1		Cho, Tet, Xoc
		<i>Henicorhina leucophrys</i>	R		P,R,O,G				1	1	1	1	Cañ, Car, Cho, Esc, Que, Maz, Xoc
	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	I		P,G				1	1	1		Car, Xoc
	Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	R	E	O,G				1	1	1		Cañ, Car, Cho, Nan, MAZ, Tet, Cho
	Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	R		O,G				1	1			Car, Cho, Esc, Que, Maz
		<i>Sialia mexicana</i>	R		O				1				Car
		<i>Myadestes occidentalis</i>	R		P,R,O,G	Pr			1	1	1	1	Cañ, Car, Cho, Esc, Nan, Que, Maz, Xoc
		<i>Catharus aurantiirostris</i>	R		P,G					1	1	1	Cañ, Car
		<i>Catharus occidentalis</i>	R	E	P,R,O,G						1	1	Car, Cho, Xoc
		<i>Catharus frantzii</i>	R		P,R,G	A					1	1	Car, Cho, Xoc
		<i>Catharus mexicanus</i>	R		P,R,G	Pr				1	1	1	Car, Cho, Esc, Nan
		<i>Catharus guttatus</i>	I		R					1	1		Cañ, Cho
		<i>Turdus infuscatus</i>	R		P,R,O,G	A			1		1	1	Car, Cho, Xoc
		<i>Turdus grayi</i>	R		P,R,G				1	1	1	1	Cañ, Car, Cho
		<i>Turdus assimilis</i>	R		P,R,O,G				1	1	1	1	Car, Nan, Xal, Xoc
		<i>Turdus migratorius</i>	R		P,O,G				1		1	1	Cho, Maz, Xoc
	Cinclidae	<i>Cinclus mexicanus</i>	R		R,O	Pr				1			Esc, Xal
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	R		P,O,G				1		1		Cho, Nan, Tet
	Peucedramidae	<i>Peucedramus taeniatus</i>	R		O						1		Cho, Maz
	Fringillidae	<i>Hesperiphona abeillei</i>	R	C	O				1		1		Cho, Tet
		<i>Haemorhous mexicanus</i>	R		P,O,G				1		1		Car, Cho, Esc, Nan, Maz, Tet, Xoc
		<i>Spinus psaltria</i>	R		P,R,O,G				1		1		Car, Cho, Nan, Maz
		<i>Spinus notata</i>	R		O,G				1		1		Car, Cho, Esc, Nan, Maz, Xoc

Orden	Familia	Especie	Est	End	MReg	Protección			Vegetación				Localidad
						NOM	CITES	LR	AA	BG	BPE	BMM	
		<i>Euphonia elegantissima</i>	R		P,O,G						1	1	Car, Cho, Maz, Xoc
	Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	I		R,O				1	1			Cañ, Car, Xal
		<i>Mniotilta varia</i>	I		R,O				1	1	1	1	Cañ, Car, Maz, Tet
		<i>Oreothlypis superciliosa</i>	R		P,O,G				1		1	1	Car, Cho, Que, Maz, Xoc
		<i>Leiothlypis celata</i>	I		O						1		Maz
		<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	I		O						1	1	Car, Cho
		<i>Leiothlypis virginiae</i>	I		O						1		Car
		<i>Geothlypis tolmiei</i>	I		O	A				1			Cañ
		<i>Geothlypis nelsoni</i>	R	E	G						1		Cho
		<i>Setophaga pensylvanica</i>	T		O						1		Cañ
		<i>Setophaga coronata</i>	I		P,O,G				1	1	1		Cañ, Car, Cho, Esc, Nan, Maz, Xoc
		<i>Setophaga nigrescens</i>	I	S	O,G							1	Xoc
		<i>Setophaga townsendi</i>	I		P,R,O				1		1	1	Car, Cho, Maz, Tet, Xoc
		<i>Setophaga occidentalis</i>	I		O				1				Cho
		<i>Setophaga virens</i>	I		P						1		Car
		<i>Basileuterus rufifrons</i>	R	C	P,R,G						1		Cho, Esc
		<i>Basileuterus belli</i>	R		P,R,O,G					1	1	1	Cañ, Car, Cho, Maz, Xoc
		<i>Cardellina pusilla</i>	I		P,R,O,G				1	1	1	1	Cañ, Car, Cho, Nan, Maz, Tet, Xoc
		<i>Cardellina rubrifrons</i>	I	S	O						1		Car, Cho
		<i>Cardellina rubra</i>	R	E	P,O,G						1		Cho
		<i>Myioborus pictus</i>	R		P,O,G						1		Car, Cho
		<i>Myioborus miniatus</i>	R		P,R,O,G				1		1	1	Car, Cho, Que, Xoc
	Incertae Sedis	<i>Icteria virens</i>	T		R					1			Car
	Icteridae	<i>Icterus wagleri</i>	R		O						1		Cañ
		<i>Icterus graduacauda</i>	R	C	O,G						1	1	Cañ, Cho, Maz
		<i>Icterus bullockii</i>	I	S	P,G						1	1	Car, Cho

Orden	Familia	Especie	Est	End	MReg	Protección			Vegetación				Localidad	
						NOM	CITES	LR	AA	BG	BPE	BMM		
		<i>Molothrus aeneus</i>	R		O						1		Car	
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	R		P,O					1			Cañ, Cho, Tet	
	Emberizidae	<i>Melospiza lincolnii</i>	I		O						1		Cañ	
		<i>Melospiza georgiana</i>	I		O					1			Tet	
		<i>Junco phaeonotus</i>	R	C	R,O,G					1			Car, Cho, Maz	
		<i>Passerculus sandwichensis</i>	I		O						1		Cho, Maz	
		<i>Spizella passerina</i>	R		R,O,G					1			Car, Cho, Esc, Tet, Xoc	
		<i>Aimophila rufescens</i>	R		G					1	1		Cho	
		<i>Pipilo maculatus</i>	R		P,R,O,G					1	1		Cañ, Car, Cho, Que, Maz, Xoc	
		<i>Melozone fusca</i>	R		O,G					1	1		Cañ, Car, Esc, Maz, Tet	
		<i>Arremon brunneinucha</i>	R		P,R,G						1	1	Car, Cho, Xoc	
		<i>Atlapetes pileatus</i>	R	E	P,R,O,G					1	1	1	1	Cañ, Car, Cho, Esc, Que, Maz
		<i>Chlorospingus flavopectus</i>	R		P,R,O,G					1	1	1	1	Cañ, Car, Cho, Xoc
	Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	R		O							1		Car, Cho
		<i>Diglossa baritula</i>	R		R							1		Cho
	Cardinalidae	<i>Piranga bidentata</i>	R		O,G					1	1	1		Cañ, Car
		<i>Piranga flava</i>	R		P,O					1	1	1		Cañ, Car, Cho, Esc
		<i>Piranga rubra</i>	I		P,R,O,G					1	1	1		Cañ, Car, Cho, Maz, Tet, Xoc
		<i>Piranga ludoviciana</i>	I		P,O,G							1	1	Car
		<i>Piranga leucoptera</i>	R		O					1			1	Car, Cho
		<i>Habia fuscicauda</i>	R		O					1				Car
		<i>Pheucticus melanocephalus</i>	R	S	P,R,O,G					1		1		Car, Cho, Maz, Xoc
		<i>Passerina caerulea</i>	I		P					1				Car, Cho, Esc
		<i>Passerina cyanea</i>	I		O					1				Cho

B)



Acuareta sobre papel, Aldi de Oyarzabal, 2014.

AVES DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA
Sierra Norte de Puebla

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MUSEO DE ZOOLOGÍA "ALFONSO L. HERRERA" DE LA FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM



Acuareta sobre papel, Aldi de Oyarzabal, 2014.

PAJARO BANDERA O PAJARO COA
Trogon mexicanus

COLIBRÍ ALA CASTAÑA
Lamprolaima rhami

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MUSEO DE ZOOLOGÍA "ALFONSO L. HERRERA" DE LA FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM



Acuareta sobre papel, Aldi de Oyarzabal, 2014.

CHINCHINERO COMÚN
Chlorospingus flavopectus

PAVA COJOLITA
Penelope purpurascens

COLIBRÍ MAGNÍFICO
Eugenes fulgens

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MUSEO DE ZOOLOGÍA "ALFONSO L. HERRERA" DE LA FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

B) Continuación

