



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO



DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

**IMPACTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES SOBRE EL
HÁBITAT DE LA AVIFAUNA EN EL BOSQUE DE ENCINO-
PINO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESALES

P R E S E N T A:

LAURA PATRICIA PONCE CALDERÓN

CHAPINGO, MÉXICO, MAYO DE 2010

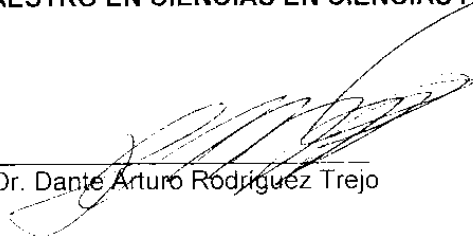


**Impacto de los incendios forestales sobre el hábitat de la avifauna en un
bosque de encino-pino de Chignahuapan, Puebla, México**

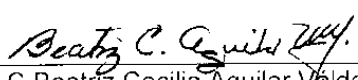
Tesis realizada por **Laura Patricia Ponce Calderón** bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

DIRECTOR:


Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo

CODIRECTORA:


M.C. Beatriz Cecilia Aguilar Valdez

ASESORA:


Dra. Elvia López Pérez

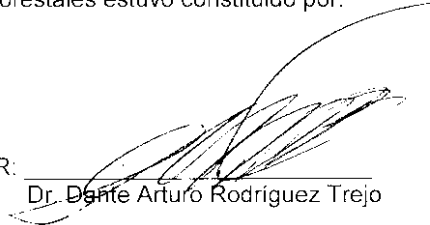
ASESOR:


M.C. Javier Santillán Pérez

Impacto de los incendios forestales sobre el hábitat de la avifauna en un bosque de encino-pino de Chignahuapan, Puebla, México

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de la **C. Laura Patricia Ponce Calderón** autora de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales estuvo constituido por:

DIRECTOR:


Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo

CODIRECTORA:


M.C. Beatriz Cecilia Aguilar Valdez

ASESORA:


Dra. Elvia López Pérez

ASESOR:


M.C. Javier Santillán Pérez

DEDICATORIA

A mi Madre, Sra. Ma. de Lourdes Calderón Flores y a mi padre Sr. Alfredo Ponce Coronel, por apoyarme incondicionalmente en esta etapa de mi vida, este logro es fruto del ejemplo que ustedes me dieron, de lucha, esfuerzo y superación.

A Diego por ponerle música y sabor a mi vida.

Gracias por acompañarme en las noches de desvelo.

A Quauhtli por darle cordura a esta locura, te amo.

A toda mi familia, Coutiño Montes, Montes Calderón y Pérez Montes

A la familia Rivera González y Rivera Abadía.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron para en el logro de este trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar mis estudios y a la Comisión Nacional Forestal del estado de México por su apoyo a través del proyecto Ajusco.

A la Universidad Autónoma Chapingo y a la División de Ciencias Forestales por la oportunidad brindada para la realización de mis estudios de postgrado.

A la Comisión Nacional Forestal del estado de Puebla por el apoyo durante el desarrollo de la fase de campo.

A la MC Beatriz Aguilar por su experiencia y conocimiento aportado para el trabajo y sobre todo por la paciencia, apoyo, amistad y comprensión. Gracias

Al Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo por su asesoría, conocimiento y por la valiosa participación para la realización del presente trabajo.

A la Dra. Elvia López Pérez por su amistad, empeño y aportaciones para la revisión del presente.

Al MC Javier Santillán Pérez por la colaboración en el desarrollo de este trabajo.

Al Sr. Juan Sánchez por su invaluable entusiasmo, apoyo en campo e identificación de las aves.

Al Biol. Andrés Gelacio Miranda Moreno por la identificación de la mayoría de plantas colectadas.

A la Dra. Antonia González Embarcadero por la identificación de pastos.

Al Herbario de preparatoria Agrícola y División de Ciencias Forestales.

A Miriam, Paty, Gris y Marco por su apoyo en campo.

CONTENIDO

	PÁGINA
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
Justificación.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivo específico.....	3
Hipótesis.....	3
CAPITULO II. INFLUENCIA DEL FUEGO EN LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DE AVES EN UN BOSQUE DE ENCINO-PINO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA.....	4
Resumen.....	4
Abstract.....	5
Introducción.....	6
Materiales y métodos.....	7
Resultados y discusión.....	11
Conclusiones.....	19
Recomendaciones.....	19
Literatura citada	20

CAPITULO III. IMPACTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES SOBRE EL HÁBITAT DE LA AVIFAUNA EN UN BOSQUE DE ENCINO-PINO EN CHIGNAHUAPAN, PUEBLA....	22
Resumen.....	22
Abstract.....	23
Introducción.....	24
Materiales y métodos.....	25
Resultados y discusión.....	31
Conclusiones.....	42
Recomendaciones.....	43
Literatura citada	44
IV. CONCLUSIÓN GENERAL.....	47
V. LITERATURA CITADA.....	48
VI. ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Resumen de datos obtenidos por medio de los dos métodos de conteo de aves.....	12
2. Coeficientes de similitud de Sorensen (Cs) y Jaccard (Cj) entre condición para Red de niebla y Parcela circular en el bosque de Encino-Pino de Chignahuapan, Puebla, México...	16
3. Riqueza, abundancia, diversidad e índice de similitud de Jaccard de especies de avifauna por condición y mes de muestreo.....	32
4. Prueba de Ji-cuadrada para especies comunes en áreas incendiadas.....	35
5. Especies arbustivas y herbáceas de mayor Valor de Importancia (VI), para las tres diferentes condiciones en el mes de junio.....	37
6. Especies arbustivas y herbáceas de mayor Valor de Importancia (VI), para las tres diferentes condiciones en el mes de octubre.....	37
7. Especies arbustivas y herbáceas de mayor Valor de Importancia (VI), para las tres diferentes condiciones en el mes de noviembre.....	38
8. Riqueza y diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas por condición y mes de muestreo.....	38
9. Similitud de la riqueza de especies entre meses de muestreo con índice de Jaccard.....	39
10. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables avifáunicas y de vegetación.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Localización del área de estudio.....	8
2. Riqueza de especies de aves (No. total de especies), abundancia (No. de individuos/ha) en las tres parcelas del bosque mixto de Chignahuapan, Pue.....	13
3. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y error Estándar para especies de avifauna	14
4. Localización del área de estudio.....	25

RESUMEN

Impacto de los incendios forestales sobre el hábitat de la avifauna en un bosque de encino-pino de Chignahuapan, Puebla

Los incendios forestales, producen cambios en la estructura vegetal y animal, esto es un aspecto importante para comprender la función del fuego dentro de un ecosistema. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia del fuego a diferentes intensidades en la riqueza y diversidad de especies de aves, así como determinar tanto en encinares y pinares no afectados, como en aquellos quemados a baja y alta intensidad, la calidad del hábitat de la avifauna. Esto último se hizo por medio de la asociación de riqueza, abundancia y diversidad de especies vegetales y de aves. Se capturaron y visualizaron las aves, para su identificación y cuantificación del número de individuos de cada especie. Se determinó la diversidad de especies, mediante el índice de Shannon-Wiener y se aplicó la prueba de t Hutchenson para encontrar diferencias de diversidad entre condiciones. Los resultados muestran que la diversidad más baja fue para la condición quemada a alta intensidad (2.028). La diversidad en los encinares quemados recientemente fue menor ($p < 0.05$). Para evaluar la calidad del hábitat se realizó un muestreo de vegetación (arbórea, arbustiva y herbácea), determinando el valor de importancia, diversidad entre condiciones y se correlacionó con las variables de avifauna. Se analizó si había asociación entre condición y la presencia de especies de aves por medio de una prueba de χ^2 . Los resultados indican mayor diversidad de especies vegetales en la condición quemada años atrás. Esto nos indica que los incendios forestales, a un año de ocurridos, pueden reducir la riqueza vegetal y esto puede representar una mejora en la calidad del hábitat para algunas aves. Tal fue el caso de *Certhia americana*, especie adaptada al fuego y que mostró asociación significativa con sitios quemados a baja intensidad recientemente.

ABSTRACT

The changes in structure of plant and animal communities caused by forest fires, are an important issue to understand the role of fire in an ecosystem. The objective of this study was to evaluate the influence of fire at different intensities and times (high intensity recently burned, low intensity recently burned, and burned some years ago) on the richness and diversity of bird species. The quality of the habitat for birds, was estimated with the association of plant and bird species richness, abundance and diversity. To determine the richness and diversity of species, birds were caught and visually identified and quantified for each species. We applied the Shannon-Wiener index for each condition and the Hutchenon t test to find differences in diversity. The results show that diversity was lower for the condition burned at high intensity (2.028). Diversity in the recently burned oak forest was lower ($p < 0.05$) in comparison to the other conditions. To assess the quality of habitat the vegetation was sampled (trees, shrubs and herbs), to determine the importance value and diversity among conditions, and to correlate with variables from bird sampling. The possible associations between condition and the presence of bird species were determined with a χ^2 test. The results indicate greater diversity of plant species in the condition burned years ago. The forest fires occurred recently can reduce plant richness, but the quality of habitat for some birds increases, as the case of *Certhia americana*, species adapted to fire that was associated to the recently low intensity burned condition.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

El fuego es un elemento esencial que desempeña una función importante en la salud de ecosistemas que dependen de él. Desde hace miles de años los seres humanos han usado el fuego como una herramienta de ordenación de la tierra, sin embargo, el cambio climático y el uso sin control de este elemento son una amenaza para los bosques y su biodiversidad (FAO, 2001).

Existen algunas consideraciones relacionadas con los incendios, debido a que disturbios como este han estimulado la evolución de la tolerancia al fuego por parte de animales que sobreviven al paso de un incendio (Whelan, 1995). Desde el punto de vista ecológico, el fuego generalmente tiene efectos positivos sobre la vida silvestre y su hábitat. Diversas especies animales requieren de incendios periódicos para su supervivencia; especies vegetales se ven disminuidas en diversidad, abundancia y calidad nutricional al no estar presente el factor fuego. Además de reducir el alimento, también se ve disminuido el uso que hacen de estas áreas muchas especies de aves y otros animales silvestres debido a su excesiva vegetación (Main y Tanner, 2003). Investigaciones de los efectos de los incendios, específicamente en la avifauna, revelan que en la región mediterránea que es propensa a sufrir incendios, el régimen actual de fuego ha contribuido probablemente a mantener la diversidad de aves en Portugal (Moreira *et al.*, 2001). Así mismo Hutto, (1995) citado por Smith (2000), encontró 15 especies de aves más en comunidades recientemente quemadas

que en las no quemadas en el norte de las Montañas Rocosas. Kotliar *et al.* (2007) realizó un estudio en el que las poblaciones de ciertas especies de aves disminuían drásticamente con el aumento en la intensidad del incendio. Cabrera *et al.* (2006) muestra la abundancia del gorrión serrano endémico de la Sierra Madre de México (*Xenospiza baileyi*) al mantener un régimen adecuado de quemadas en las áreas de distribución del gorrión, esto puede ofrecer un mosaico de pastos y otros elementos vegetales, disponibles para la especie y su conservación.

En México, la ecología del fuego es objeto de interés por parte de los gobiernos, investigadores, estudiantes y personas del campo, debido a que los incendios forestales son considerados como una de las principales amenazas para los bosques (Cespedes, 2002). Un ejemplo claro fue durante el período de 1998 a 2006 en el cual el fuego afectó en promedio 218,627 ha (SEMARNAT, 2006).

El municipio de Chignahuapan, Puebla es un área de gran importancia por sus altos valores en diversidad; en sus diferentes tipos de bosque se han inventariado 249 géneros y 402 especies de plantas representadas en 102 familias, de las cuales las más representativas son: Asteraceae, Lamiaceae, Poaceae, Rosaceae, Fabaceae, Fagaceae, Solanaceae, Verbenaceae y Pinaceae (Olguín, 2009). Para la fauna existen registros de escorpión (*Barisia imbricata*), cascabel (*Crotalus triseriatus*), musaraña (*Cryptotis mexicana*), tuza (*Thomomys umbrinus*). En el caso de aves se indica la presencia de colibrí (*Eugenes fulgens*), mosquero (*Empidonax difficilis*), azulejo (*Cyanocitta stelleri*),

primavera (*Turdus migratorius*), ojos de lumbre (*Junco phaeonotus*) y gorrión (*Carpodacus mexicanus*), entre otros (Aguilar y Padilla, 2001).

Justificación

En nuestro país prácticamente no han sido estudiados los efectos del fuego en la avifauna. Por lo anterior en el presente estudio se pretende evaluar el efecto de los incendios forestales sobre la avifauna. Para lo que se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo general

Evaluar el impacto de los incendios forestales sobre el hábitat de la avifauna en un bosque de encino-pino en Chignahuapan, Puebla, México.

Objetivo específico

- Evaluar la influencia del fuego a diferentes intensidades en la riqueza y diversidad de especies de aves.
- Determinar tanto en encinares y pinares no afectados, como en aquellos quemados a baja y alta intensidad, la calidad del hábitat para la avifauna, por medio de la asociación de riqueza, abundancia y diversidad de especies vegetales y de aves.

Hipótesis

Las áreas afectadas por incendios superficiales de baja intensidad y relativamente frecuentes ayudan a mantener el hábitat y la diversidad de la avifauna en el bosque de Encino-Pino en Chignahuapan, Puebla.

CAPÍTULO II

INFLUENCIA DEL FUEGO EN LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DE AVES EN UN BOSQUE DE ENCINO-PINO DE CHIGNAHUAPAN, PUEBLA.

Laura P. **Ponce-Calderón**¹, Beatriz C. **Aguilar-Váldez**¹, Dante A. **Rodríguez-Trejo**¹,
Elvia **López-Pérez**² y Javier **Santillán-Pérez**¹

¹División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, ²Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: quautli_@hotmail.com; cyrtonyxmontezumae@yahoo.com; dantearturo@yahoo.com; loel50@hotmail.com; santillan850@hotmail.com.

Resumen

Desde el punto de vista ecológico, el fuego generalmente tiene efectos positivos sobre la vida silvestre y su hábitat. En nuestro país prácticamente no han sido estudiados los efectos del fuego en la avifauna. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia del fuego en la riqueza y diversidad de aves, en encinares bajo tres condiciones distintas (no quemado recientemente, quemado recientemente a baja y alta intensidad) en un bosque de encino-pino de Chignahuapan, Puebla. Se empleo el método de parcelas circulares y red de niebla, para la identificación de aves. Se obtuvieron registros de 30 especies de aves, pertenecientes a 6 órdenes y 20 familias. Se registraron 22 especies en el encinar no quemado recientemente, 12 en el quemado a baja intensidad y 10 en el quemado a alta intensidad. Se estimó la diversidad de especies de avifauna con el índice de Shannon-Wiener para cada condición, obteniéndose la diversidad más alta para el encinar quemado años atrás (2.767), 2.113 para el quemado a baja intensidad y 2.028 para el quemado a alta intensidad. Al aplicar la prueba de t Hutchenson, se observó que el encinar quemado años atrás, difiere en diversidad tanto del quemado a baja intensidad como del quemado a alta intensidad ($p < 0.05$); sin embargo, no se halló diferencia en la diversidad entre encinares quemados a baja y alta intensidad ($p > 0.05$). Con base en lo anterior se concluye que el fuego es un factor ecológico que provoca cambios importantes en la diversidad y riqueza de las aves a corto plazo.

Palabras clave: Aves, diversidad, fuego, índice de Shannon-Wiener, prueba de t Hutchenson, riqueza.

Abstract

Ecologically, the fire generally has positive effects on wildlife and their habitat in fire dependant ecosystems. In Mexico there is very few studies regarding the effects of fire on the birds. The objective of this study was to evaluate the influence of fire on the richness and diversity of birds in oak-pine woodlands under three different conditions (not recently burned, burned at low and high intensity) in Chignahuapan, Puebla. We used the method of circular plots and mist net for bird identification. We obtained records of 30 bird species belonging to seis orders and 20 families. A total of 22 species were recorded in the unburned oak recently burned, 12 in the low intensity and 10 in the high-intensity sites. We estimated bird species diversity with the Shannon-Wiener index for each condition, obtained the highest diversity for oaks burned years ago (2.767), followed by 2.113 for burning at low intensity and 2.028 for high intensity. The t Hutchenson test, showed that the diversity in the condition burned years ago differs from the diversity of low intensity burning and the burning of high intensity ($p < 0.05$); but diversity in oak woodlands burned at low and high intensity was not significantly different ($p > 0.05$). Based on the aforementioned it is concluded that fire is an ecological factor that causes significant changes in richness and diversity of birds.

Key words: Birds, diversity, fire, index of Shannon-Wiener, Hutchenson t test, richness

Introducción

Las aves resultan ser de especial interés para monitorear pues se les ha considerado indicadoras biológicas del estado en que se encuentra un ecosistema (González, 2003).

En nuestro país, donde el 45.5% de las zonas forestales están perturbadas, el uso de la avifauna podría ayudar a determinar la calidad ambiental de las áreas. Las aves reúnen cualidades como: facilidad para identificarlas, visual y auditivamente, a distancia, y muchas especies suelen ser consumidoras secundarias o terciarias, por lo que concentran efectos contaminantes o muestran cambios en la cadena trófica y todo esto resulta adecuado para el monitoreo ambiental (Villaseñor y Santana, 2003). En el caso de perturbaciones forestales, Whelan (1995) señaló que las aves suelen ser candidatas en estudios de los efectos directos del fuego en los vertebrados.

Existen ecosistemas que dependen del fuego, es decir especies que han evolucionado en presencia del fuego, ya que este factor es esencial para el mantenimiento de la biodiversidad en todo el mundo. Si se excluye o se introduce fuego de manera inadecuada, los sistemas pueden ser alterados seriamente (Anónimo, 2007). Este es el caso del bosque de encino-pino, que presenta adaptaciones al fuego, este factor aparte de contribuir a mantener la biodiversidad, reciclar nutrientes y contribuir a que las especies que están adaptadas al fuego prevalezcan, también crea ambientes favorables, para muchos animales silvestres (Rodríguez, 2000).

Existen estudios como el de Cabrera (2006) que indican que comunidades con un manejo apropiado de fuego crea un mosaico de pastos que promueven la diversidad y un hábitat favorable para aves como el gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*) que es fundamentalmente de alimentación granívora.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia del fuego a diferentes intensidades mediante la estimación de la riqueza y diversidad de especies de aves en Chignahuapan, Puebla, México.

Materiales y métodos

Chignahuapan se localiza en la parte norte del estado de Puebla, las coordenadas geográficas del área de estudio son: 19°48'29" de latitud norte y 97°59'35" de longitud oeste, las coordenadas de cada condición fueron proporcionadas por la CONAFOR del estado de Puebla (Figura 1). De acuerdo con García (1973), predomina el clima templado en el cual, la temperatura media anual es de 12.6 °C, con una precipitación media anual de 1096.6 mm. Es posible delimitar entre los 100m a 2400m como tipos de vegetación al Bosque tropical perennifolio, Bosque de *Quercus*, Bosque de *Pinus*, Bosques mixtos de *Pinus* y *Quercus* y Bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978).

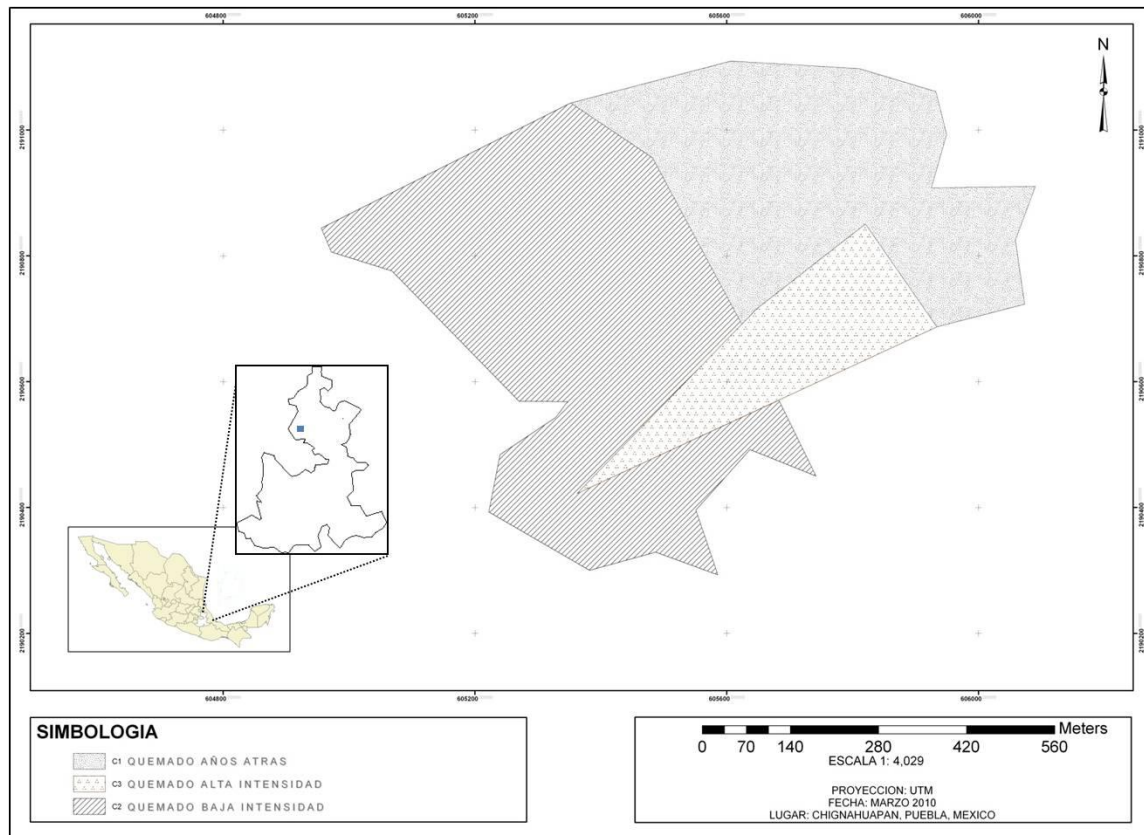


Fig. 1 Localización del área de estudio

Se determinó la riqueza y diversidad de especies por condición: bosques mixtos de encino pino no afectados recientemente por incendios de más de cinco años (C1), así como en aquellos quemados a baja (C2) y alta intensidad (C3) ocurridos el año anterior al muestreo. Por último se realizó una comparación entre las tres condiciones.

Los bosques muestreados no afectados por incendios recientemente, representan una superficie aproximada de 20 ha.

El área quemada a baja intensidad es un parche de 28.9 ha, que es parte del predio Coacoyunga el cual se quemó en el mes de abril del 2008.

El área quemada a alta intensidad represente la menor superficie con 6.89 ha, está se incendió el mes de abril del 2008.

El trabajo de campo comprendió tres salidas en junio, octubre y noviembre del 2009. Se realizó un muestreo dirigido en el que se definió un tamaño de muestra de 500 m² para cada unidad de muestreo es decir para cada condición. Los polígonos de cada condición fueron georreferenciados con un Sistema de Posición Global (GPS por sus siglas en inglés) para ubicar el sitio de muestreo en cada visita.

Para la obtención de datos de las comunidades de aves, en cada una de las condiciones estudiadas se empleó el método de recuento en puntos con radio fijo (Wunderle, 1994), en el que se detectaron todas la aves en un radio de 25 m por un periodo de 15 minutos. Se establecieron tres de estos puntos con radio fijo por unidad de muestreo, los puntos fueron establecidos de manera irregular a intervalos de 100m sobre toda la unidad para dar una cobertura equitativa. Para la observación de las aves se emplearon binoculares de 25x50m marca Bushnell y para su identificación se utilizaron diferentes guías de campo, como las de Howell y Webb (1995), Peterson y Chalif (2008), National Geographic (1999), Kaufman (2005) y The National Audubon Society (2005). Se elaboró una ficha de registro por punto para acumular la información de las aves encontradas.

Debido al tiempo disponible, los recursos humanos y materiales y las condiciones del hábitat, se colocaron cuatro redes de niebla dos de 12 m y dos

de 6 m en cada condición del bosque, para la captura, identificación y liberación de las aves. Las redes fueron ubicadas de manera sistemática tratando de cubrir toda la unidad de muestreo, dejando una distancia mínima de 100 m entre cada red. Esta actividad se realizó, para cada unidad de muestreo, de 7 a 12 y de 16 a 19 horas, con revisiones cada 45-60 minutos, haciendo en total 72 revisiones en todo el estudio.

La riqueza de especies se calculó sumando el número total de especies en cada parcela con los dos métodos de muestreo (Redes de niebla y puntos de conteo). Para obtener la abundancia se sumó el número de individuos de la especie i (Chi, 2007). Para cada especie fue asignado un estatus de permanencia en el área (Bojorges y López-Mata, 2004), como local o migratoria (Peterson y Chalif, 2008).

Para cada condición se obtuvo el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y los valores que se obtuvieron fueron sometidos a pruebas de t Hutchenson (Zar, 1971).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

p_i = Abundancia relativa

$\ln$ = Logaritmo natural

S = Número total de especies en la muestra

Se determinó la similitud de especies de avifauna entre condiciones con el Coeficiente de Comunidad de Jaccard y Sorensen (Magurran, 1988).

$$C_j = \frac{j}{a+b-j} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

C_j = Coeficiente de Jaccard

a = Número de especies en la comunidad A

b = Número de especies en la comunidad B

j = Número de especies comunes en ambas comunidades

El Coeficiente de Sorensen se calculó de la siguiente forma:

$$C_s = \frac{2j}{a+b} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

C_s = Coeficiente de Sorensen

a = Número de especies encontradas en la comunidad A

b = Número de especies encontradas en la comunidad B

j = Número de especies comunes en ambas localidades

Resultados y Discusión

Se registraron 30 especies de aves, pertenecientes a 6 órdenes y 20 familias (Anexo 1). El orden que predominó fue el Passeriformes con 22 especies seguido de los órdenes Strigiformes, Falconiformes, Apodiformes, Columbiformes y Trogoniformes. Del total de las especies, 17 fueron locales y 13 migratorias (Anexo 1).

El total de riqueza, abundancia y diversidad para las tres condiciones fue de 30, 100 y 2.939, respectivamente. Algunas aves sólo se lograron atrapar en una sola ocasión con el método de Red de niebla (Anexo 2), otras sólo se observaron una vez (Parcela circular), esto se puede atribuir a la baja densidad predominante durante los muestreos o, a disturbios antrópicos como el cambio de uso del suelo que en las cercanías han ejercido presión sobre estas áreas. En el Anexo 3 se muestra un listado completo del número de especies encontradas en cada condición, por medio del método de Red de niebla y Parcela circular.

Se identificaron 19 especies en total con la Red de niebla, de las cuales siete también fueron registradas con el método de Parcelas circulares y 12 capturadas, pero no observadas en las Parcelas circulares. El cuadro 1 muestra el resumen de resultados obtenidos de riqueza y abundancia de aves por medio de redes de niebla y parcelas circulares.

Cuadro 1. Resumen de datos obtenidos por medio de los dos métodos de Conteo de aves.

Condición	Red de niebla		Parcelas Circulares	
	Riqueza (No. de especies)	Abundancia (No. de individuos/ha)	Riqueza (No. de especies)	Abundancia (No. de individuos/ha)
C1	12	240	12	580
C2	7	140	10	580
C3	3	80	8	380
TOTAL	19	460	18	1540

C1= Encinar no quemado recientemente C2= Encinar quemado a baja intensidad, C3= Encinar quemado a alta intensidad.

En la figura 2 se presenta la riqueza y abundancia de especies en las tres parcelas (determinada con el método de Parcelas circulares y Red de Niebla) para cada uno de los muestreos.

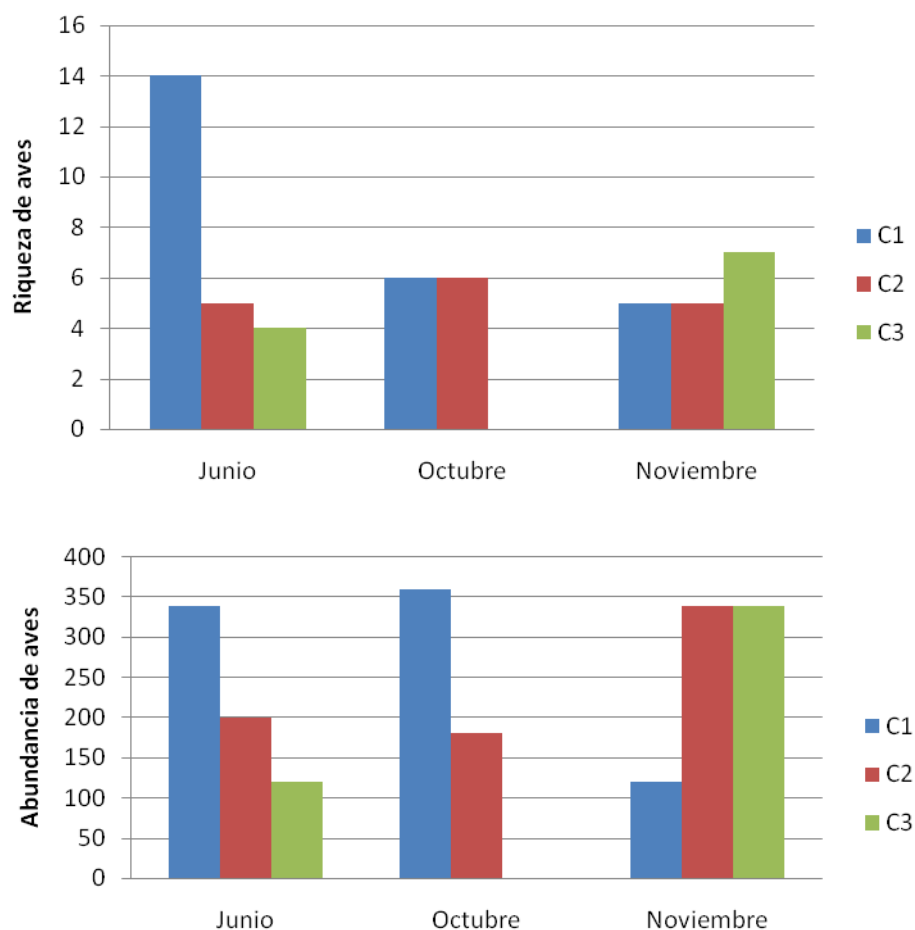


Figura 2. Riqueza de especies de aves (No. total de especies), abundancia (No. de individuos/ha) en las tres parcelas del bosque mixto de Chignahuapan, Pue. C1= encinar no quemado recientemente, C2= encinar quemado a baja intensidad y C3= encinar quemado a alta intensidad.

El índice de diversidad de especies obtenido para cada parcela, junto con el error estándar se ilustra en la figura 3.

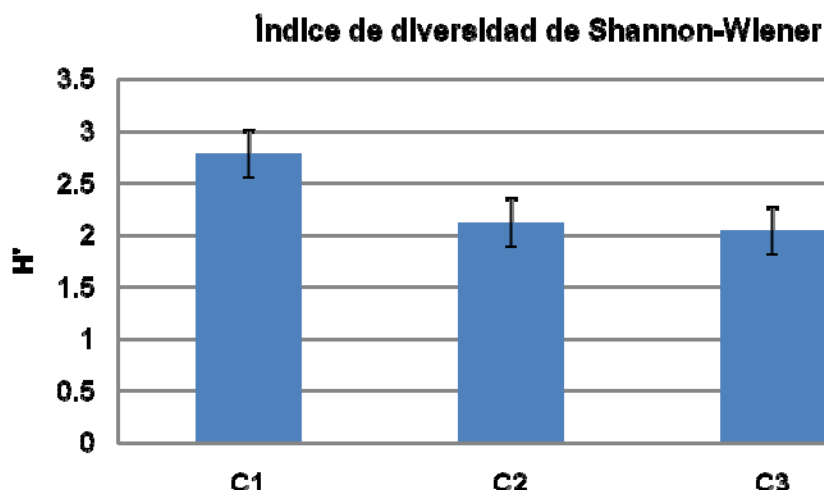


Figura 3. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y error estándar para especies de avifauna en C1: encinar no quemado recientemente, C2: encinar quemado a baja intensidad y C3: encinar quemado a alta intensidad.

El índice de diversidad entre bosque mixto quemado años atrás, quemado a baja y alta intensidad, disminuyó al aumentar el grado de afectación. La diversidad de especies estimada en el bosque mixto quemado años atrás (2.767) difiere de la diversidad del bosque quemado a baja intensidad (2.113) ($t_{50(2)}=3.51$, $P<0.05$) y del bosque quemado a alta intensidad (2.028) ($t_{50(2)}=3.88$, $P<0.05$); sin embargo, la diversidad en bosques mixtos quemados a baja y alta intensidad, no fue significativamente diferente ($t_{56(2)}=0.39$, $P>0.05$).

En el presente trabajo, se encontró una diversidad de aves mayor en el área que se quemó aproximadamente hace cinco años. De manera similar con lo encontrado por Whelan (1995) quien señala que los dos primeros años después de un incendio hay disminución de la riqueza de aves; posteriormente se incrementa, una vez recuperada la vegetación. El régimen actual de fuego en la región mediterránea que es propensa a sufrir incendios, ha contribuido

probablemente a mantener la diversidad de aves en Portugal (Moreira *et al.*, 2001), lo que coincide con la hipótesis planteada. La condición quemada a alta intensidad presenta mayor riqueza y abundancia para el muestreo de noviembre; de manera semejante Kotliar, *et al.* (2007), midieron la riqueza y densidad de especies antes y después del incendio, en donde hallaron que a lo largo de gradientes de severidad de quemas, la densidad de especies de aves se incrementó significativamente tiempo después del incendio, aunque la riqueza fue similar a la de antes del incendio. Según Main y Tanner (2003), algunas especies que se alimentan de forraje, hacen uso de áreas quemadas recientemente para la alimentación de sus polluelos. Por lo tanto, el fuego puede influir de manera positiva en poblaciones de vida silvestre. Lo que significa que el mantener las áreas en estado sucesional puede favorecer la diversidad, ya que el papel del fuego en la alteración de la sucesión vegetal es reconocido y se ha utilizado por mucho tiempo (Wildlife society, 1987). En muchos sentidos el fuego tiene un efecto similar a la entrada de la primavera, ambos eventos representan un nuevo comienzo para las comunidades vegetales y para la vida silvestre que dependen de ellos (Main y Tanner, 2003). Se usaron los coeficientes de similitud de Sorensen y Jaccard para el método de red de niebla. Para las áreas quemadas a baja y alta intensidad, se encontró mayor similitud de especies de aves, esto se debe a que ambas comparten dos especies de las 11 que se detectaron en ambas condiciones. La combinación del área no quemada recientemente y la quemada a alta intensidad, muestra la menor similitud debido a que no presentan ninguna especie en común. Por

último, las áreas no quemada recientemente y quemada a baja intensidad muestran una muy baja similitud, estas dos condiciones comparten una especie de las 19 que se encontraron. El área quemada a baja y alta intensidad, están directamente relacionadas, ya que ambas fueron sometidas a un disturbio y la vegetación presenta mayor complejidad en el área quemada años antes, lo que significa refugio, alimento y protección para las aves. El cuadro 2 ilustra los resultados de los índices de similitud calculados.

Cuadro 2. Coeficientes de similitud de Sorensen (C_s) y Jaccard (C_j) entre condición para Red de niebla y Parcela circular en el bosque de Encino-Pino de Chignahuapan, Puebla, México.

	Coeficiente de Sorensen		Coeficiente de Jaccard	
	C2	C3	C2	C3
Red de niebla				
C1	0.105	0	0.056	0
C2	-	0.363	-	0.222
Parcelas circulares				
C1	0.207	0.208	0.115	0.116
C2	-	0.167	-	0.091
Red y parcelas				
C1	0.353	0.375	0.214	0.231
C2	-	0.545	-	0.375

C1= Encinar no quemado recientemente C2= Encinar quemado a baja intensidad, C3= Encinar quemado a alta intensidad.

Para el método de Red de niebla se reportó un menor número de especies, esto se debió posiblemente a las condiciones ambientales, como la lluvia, que propició que las aves bajaran y redujeran su actividad y no se pudieran atrapar a muchas de ellas, pero sí fueron identificadas por medio de sus cantos.

La condición quemada a baja y alta intensidad indican ser más similares debido a que comparten especies tales como: *Certhia americana*, *Pipilo*

erythrophthalmus, *Cyanocitta stelleri*, *Hylocháaris leucotis*, *Myadestes obscurus* y *Trogon mexicanus*, estas últimas cuatro especies estuvieron presentes en las tres condiciones. Especies que únicamente se encontraron en el área no quemada recientemente son: *Accipiter bicolor*, *Atlapetes pileatus*, *Basileuterus belli*, *Buteo jamaicensis*, *Campylorhynchus rufinucha*, *Caprimulgus ridgwayi*, *Caprimulgus vociferus*, *Catharus occidentalis*, *Diglossa baritula*, *Empidonax difficilis*, *Habia fuscicauda*, *Myioborus miniatus*, *Sialia mexicana*, *Vireolanius melitophrys*. Existen ocho especies que se encontraron exclusivamente en las dos condiciones quemadas recientemente de las cuales cuatro fueron únicas del la condición quemada a baja intensidad (*Dendroica occidentalis*, *Ergaticus ruber*, *Regulus calendula* y *Wilsonia pusilla*) y dos de la condición quemada a alta intensidad (*Dendroica townsendi* y *Turdus migratorius*), *Certhia americana* y *Pipilo erythrophthalmus* se encontraron en ambas condiciones. Las especies que se encontraron exclusivamente en cada condición podría deberse a que son especies territoriales, como menciona Whelan (1995) que algunas aves se quedan en su territorio aunque esté quemado, y que las demás especies se desplazan temporalmente a territorios que no han sido quemados. Para las especies encontradas mayormente en el área quemada a alta intensidad como el *Hylocháaris leucotis* se puede deber a que son especies de hábitos nectívoros y son atraídas por el color rojo o naranja de las flores abundantes en esta condición, así mismo, su pico largo y delgado les permite obtener néctar de flores de especies como *Bouvardia ternifolia* presentes en dicha condición y para esta estación.

La abundancia y riqueza de aves tuvo cambios significativos entre condiciones y entre muestreos, principalmente entre la condición quemada años atrás y quemada a alta intensidad recientemente, donde en los meses de junio y octubre la riqueza y abundancia de aves para el área quemada a alta intensidad son muy bajas, pero en el mes de noviembre fue la condición más diversa, esto se puede deber a la cantidad de aves migratorias de invierno que arriban en busca de las condiciones que se dan en el área quemada recientemente.

Hutto (1995) citado por Smith (2000), encontró 15 especies de aves más abundantes en comunidades recientemente quemadas en el norte de las Montañas Rocosas que en otros hábitats. Algunas comunidades de aves, presentan una gran capacidad para la resistencia de las perturbaciones, es por eso que el fuego no suele acarrear grandes cambios en ellas (Pons, 2005).

El fuego es un factor ecológico que provoca cambios importantes en el ecosistema. Sus consecuencias no siempre son devastadoras, siempre y cuando se tenga un manejo adecuado y el cuidado de no alterar su régimen.

La diversidad es compleja y la influencia del fuego imprime condiciones (cobertura, especies del sotobosque), que contribuyen para favorecer a otras especies; de este modo los incendios pueden contribuir a la diversidad en espacio (por ejemplo, entre áreas quemadas y no quemadas) y en el tiempo (desde la ocurrencia del fuego), debiendo sumar el efecto de las distintas severidades de este fenómeno, para poder analizar integralmente. Esto se refleja en la mayor riqueza y diversidad de aves en conjunto que se halló para las tres condiciones, si se le compara con cada condición individual.

Conclusiones

Las condiciones de quemas recientes tuvieron una menor riqueza y abundancia de especies, lo que indica que los impactos de los incendios al primer año suelen disminuir las especies que hacen uso del hábitat para buscar condiciones apropiadas que requiere cada una como son: refugio, disponibilidad de alimento, cobertura arbórea para percha.

El área quemada años atrás, tiene mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies.

La riqueza y diversidad totales de aves en las tres condiciones, es mayor que la diversidad de éstas en cualquier condición.

Recomendaciones

Para el caso particular de esta área, en estudios posteriores de riqueza y abundancia de especies de aves como respuesta a un incendio, se recomienda un muestreo más intenso durante todo el año, o por lo menos en las cuatro estaciones, para obtener un mayor número de registros.

También es recomendable poder hacer un análisis de impacto, desde el punto de vista de gremios alimenticios, ya que da a conocer con más veracidad los requerimientos de la dieta de las especies y de esta manera se puede explicar con más certeza lo que buscan en cada condición y cuales son más afectadas o favorecidas.

Literatura citada

Anónimo. 2007. El fuego, los ecosistemas y la gente: Amenazas y estrategias para la conservación global de la biodiversidad. The Nature conservancy. Tallahassee, FL. 3-5 pp.

Bojorges, B. J.C. y L. López-Mata. 2004. Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología 20(3): 10 pp.

Cabrera G., L., J. Velázquez M., and W. Escamilla E. 2006. Identification of priority habitats for conservation of the Sierra Madre sparrow *Xenospiza baileyi* in Mexico.

Chi, P. R. A. 2007. Avifauna en bosque manejado de *Pinus patula* en la mojonera, Zacualtipán, Hidalgo. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, México. 19-38 pp.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México. 164-170pp.

González, O. J. A. 2003. Aplicación de análisis multivariantes al estudio de las relaciones entre las aves y sus hábitats: un ejemplo con paseriformes montanos no forestales. Ardeola 50(1): 47-58.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New Cork. 851p.

Kaufman. 2005. Guía de campo, las aves de Norteamérica. Hillstar Editions L.C.

Kotliar N. B., P.L. Kennedy, and K. Ferree. 2007. Avifaunal Responses to Fire in Southwestern Montane Forests along a burn severity gradient. Eastern Oregon Agricultural Research Center and Department of Fisheries and Wildlife, Oregon State University. USA.

Magurran, A. E. 1988. Diversidad Ecológica y su medición. Princeton University Press. 200pp.

Main, M.B. y G. G. Tanner W. 2003. Effects of Fire on Florida's Wildlife and Wildlife Habitat. Department of Agriculture, Cooperative Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida, U. S. 1-4pp.

Moreira, F., G. Ferreira P., C. Rego F. y S. Bunting. 2001. Landscape changes and breeding bird assemblages in northwestern Portugal: the role of fire. *Landscape Ecology*, 16(2): 175-187.

National Geographic. 1999. Field guide to the birds of North America. 3rd edition. Nacional Geographic Society, Washington, D.C. 480 pp.

Pere, P. 2005. Consecuencias de los incendios forestales sobre los vertebrados y aspectos de su gestión en regiones mediterráneas. Consultado en: <http://www.udg.edu/portals/92/Bio%20Animal/pdf/Pons%20inCamprodon-Plana2007.pdf>

Peterson, R.T. y E. L. Chalif. 2008. Aves de México: Guía de Campo. Editorial Diana. 473pp.

Rodríguez T., D. A. 2000. Propuesta de manejo del fuego. *En*: Rodríguez Trejo, D. A., Rodríguez Aguilar, M., Fernández Sánchez, F. y Pyne, S. J. Educación e Incendios Forestales. Mundi Prensa. México, D. F. pp. 189-194.

Rzedowski, 1978. Los tipos de vegetación de México. Limusa. México.

Smith, J. K. 2000. Wildland fire in ecosystems: effects of fire on fauna. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 1. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 83 pp.

The Audubon Society Field Guide to North America Birds. 2005. Alfred A. Knopf. New York. 235 pp.

Villaseñor, G. J. F. y E. Santana C. 2003. El monitoreo de poblaciones herramienta necesaria para la conservación de aves en México. *In*: H. Gómez de Silva y A. Oliveras (Eds.) Conservación de aves. Experiencias en México. National Fish & Wildlife Foundation, CONABIO y CIPAMEX. México D.F.

Whelan, R.J. 1995. The ecology of fire. Cambridge University Press. Cambridge. 200-231 pp.

Wildlife Society. 1987. Manual de técnicas de gestión de vida Silvestre. United States of America for the Wildlife Society, Inc.

Wunderle, J. M., Jr. 1994. Métodos para contar aves terrestres del Caribe. Departamento de Agricultura, Servicios Forestales, Río Piedras, USA. 18-20 pp.

Zar, J. H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Inc. 115-117pp.

CAPITULO III

IMPACTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES SOBRE EL HÁBITAT DE LA AVIFAUNA EN UN BOSQUE DE ENCINO-PINO EN CHIGNAHUAPAN, PUEBLA, MÉXICO

Laura P. **Ponce-Calderón**¹, Beatriz C. **Aguilar-Váldez**¹, Dante A. **Rodríguez-Trejo**¹,
Elvia **López-Pérez**² y Javier **Santillán-Pérez**¹

¹División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, ²Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: quautli_@hotmail.com; cyrtonyxmontezumae@yahoo.com; dantearturo@yahoo.com; loel50@hotmail.com; santillan850@hotmail.com.

Resumen

Para evaluar el impacto del fuego a diferentes intensidades en el hábitat de la avifauna, se determinó la calidad del hábitat mediante un análisis del grado de asociación de la riqueza, abundancia y diversidad de especies de aves y la estructura de vegetación (riqueza, abundancia, diversidad y cobertura); estos atributos se cuantificaron con cuatro sitios de muestreo para aves y cinco para puntos centrados en cuadrante respectivamente, para cada una de tres diferentes condiciones: encinar quemado años atrás, quemado a baja y alta intensidad recientemente, en un bosque de encino-pino en Chignahuapan, Puebla. Se obtuvo un mayor registro de vegetación y de aves en la primera condición, mientras que los valores más bajos corresponden a la condición quemada a alta intensidad. La diversidad de aves del área quemada a baja y alta intensidad, no muestra diferencias significativas entre sí ($t_{56(2)}=0.39$, $P>0.05$). La estructura de vegetación mostró una diversidad diferente entre la condición quemada años atrás y la quemada a alta intensidad ($t_{250(2)}=14.70$, $P<0.05$). Únicamente la correlación entre la riqueza de aves y de vegetación resultaron asociadas, por lo que el fuego va a afectar la calidad del hábitat al primer año del incendio. Al aplicar la prueba de χ^2 a especies comunes en áreas incendiadas, indica que especies como la *Certhia americana* no se van a ver afectadas por el fuego ya que depende de este factor para mantener su hábitat.

Palabras clave: Aves, correlación, fuego, vegetación

Abstract

To assess the impact of fire at different intensities in the habitat of the birds, was determined by habitat quality degree of association of species richness, abundance and diversity of bird species and vegetation structure (richness, abundance, diversity and covering); these attributes were quantified using four sampling sites for birds and five points (quadrants) for each of three different conditions: oak burned years ago, burned at low and high intensity both recently, in an oak-pine forest in Chignahuapan, Puebla, Mexico. It was found a higher species richness of both vegetation and birds in the first condition, while lower values correspond to the high and low intensities conditions. There was no significant difference between the diversity of birds in the area burned at low and high intensity ($t_{56(2)}=0.39$, $P>0.05$). The structure showed that a variety of vegetation status differ between the conditions burned years ago and burned at high intensity ($t_{250(2)}=14.70$, $P<0.05$). Only the correlation between bird species richness and plant species richness was significant; so the fire will affect the quality of habitat, but species like *Certhia americana* is not going to be affected as it depends on this factor to maintain its habitat.

Keywords: Birds, correlation, fire, vegetation

Introducción

La ecología del fuego se encarga de estudiar la relación entre los organismos y su ambiente físico bajo la influencia de este factor (Rodríguez, 1996). La distribución de los hábitats, el flujo del carbono, los nutrientes y las propiedades de retención del agua de los suelos a menudo es determinado por el fuego. Cuando se excluye el fuego en hábitats que están adaptados al mismo o que son dependientes de él, con frecuencia acarrea problemas para su salud ecológica, también se reduce la biodiversidad y aumenta la densidad de la vegetación, lo que resulta peligroso ya que puede terminar en un incendio catastrófico con el correr del tiempo (Anónimo, 2007). Pons (2005) hace referencia a un incendio como un agente de cambio que permite ocupar un espacio en el cual aparecen nuevas interacciones entre especies. Este mismo autor señala que el efecto de cualquier perturbación en una comunidad se puede medir de diversas maneras y distintos enfoques, como son los efectos de los incendios en las comunidades de vertebrados. El objetivo del presente trabajo fue determinar tanto en encinares y pinares no afectados, como en aquellos quemados a baja y alta intensidad, la calidad del hábitat de la avifauna.

Materiales y métodos

El área de estudio se encuentra situada en Chignahuapan estado de Puebla y sus coordenadas geográficas son: 19°48'29" de latitud norte y 97°59'35" de longitud oeste (Figura 4). De acuerdo con García (1973), el clima predominante es templado, la temperatura media anual es de 12.6 °C, con una precipitación media anual de 1096.6 mm. En México, entre los 100m a 2400m, es posible delimitar como tipos de vegetación al Bosque tropical perennifolio, Bosque de *Quercus*, Bosque de *Pinus*, Bosques mixtos de *Pinus* y *Quercus* y Bosque mesófilo de montaña (Rzedowski, 1978).



Fig. 4 Localización del área de estudio

Se determinó la riqueza y diversidad de especies mediante un muestreo de aves y vegetación, haciendo una comparación entre tres condiciones con

diferente grado de afectación: encinares no afectados recientemente por incendios (más de cinco años desde su ocurrencia) (C1), así como en aquellos quemados a baja (C2) y alta intensidad (C3) ocurridos un año antes (2008). La categorización propuesta fue:

1. Área no afectada recientemente: Sin señales evidentes de incendio.
2. Severidad ligera: Estrato arbóreo con chamuscados de copa inferiores a 50% y cicatrices sobre el tronco < 1m.
3. Severidad alta: Estrato arbóreo con chamuscados de copa de 50% o más y cicatrices sobre el tronco >1m.

La primera condición está representada por una superficie aproximada de 20 ha. Las especies arbóreas son principalmente *Quercus crassifolia* Humb. Et Bonpl., *Pinus patula* Schlecht. & Cham. y *Arbutus xalapensis* H.B.K. Entre Las especies arbustivas están *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht., *Ceanothus coeruleus* Lag., *Baccharis conferta* H.B.K. y *Eupatorium ligustrinum* DC. Las plantas herbáceas están representadas por *Muhlenbergia macroura* (H.B.K.) Hitchc., *Polypodium madreense* J. Smith, *Conyza shiediana* (Less.) Cronquist., *Adiantum andicola* Liebm., *Festuca* sp. y *Stevia salicifolia* Cav., entre otras especies.

La condición quemada a baja intensidad es un área de 28.9 ha que se encuentra dentro del predio Coacoyunga; esta área se incendió en el mes de abril del 2008. El dosel superior lo componen individuos como *Quercus crassifolia*, *Quercus corrugata* Hook., *Quercus laurina* Humb. & Bonpl., *Pinus*

patula, *Pinus teocote* Schlecht. & Cham. y *Arbutus xalapensis*. En el dosel intermedio se encuentran *Baccharis conferta*, *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pavón) Pers., *Eupatorium ligustrinum* D.C y *Quercus repanda* Bonpl. El estrato herbáceo lo constituyen individuos como: *Conyza shiediana*, *Polypodium guttatum* Maxon., *Pteridium feei* (W. Schaffn.ex Feé) Faull., *Iostephane heterophylla* (Cav.) Benth. y *Stipa ichu* (Ruíz & Pavón) Kunth.

La condición quemada a alta intensidad tiene una superficie de 6.89 ha, fue incendiada en el mes de abril del 2008. El estrato arbóreo está compuesto principalmente por *Quercus crassifolia*, *Quercus deserticola* Trel., *Pinus patula* y *Arbutus xalapensis*. Dentro del dosel intermedio están especies como: *Quercus repanda*, *Baccharis conferta*, *Ceanothus coeruleus*, *Bouvardia ternifolia* y *Eupatorium ligustrinum*. El sotobosque lo constituyen individuos de *Agrostis* sp., *Piptochaetium fimbriatum* (H.B.K.) Hitchc., *Muhlenbergia macroura*, *Stipa ichu* y *Archibaccharis serratifolia* (H.B.K.).

El trabajo de campo comprendió tres salidas en junio, octubre y noviembre del 2009. Cada condición contó con una unidad de muestreo de 500 m² cada una, en la cual se muestreó árboles, arbustos y herbáceas. Los polígonos de cada condición fueron georreferenciados con un Sistema de Posición Global (GPS por sus siglas en inglés) para ubicar el sitio de muestreo en las visitas posteriores.

Muestreo de avifauna

La obtención de datos para las comunidades de aves, se realizó mediante el método de recuento en puntos con radio fijo (Wunderle, 1994), en el que se detectaron todas las aves en un radio de 25 m por un periodo de 15 minutos. Se ubicaron tres de estos puntos con radio fijo por condición. Los puntos fueron establecidos de manera irregular a intervalos de 100m sobre toda el área para dar una cobertura equitativa. Las aves fueron observadas con binoculares de 25x50m marca Bushnell y para su identificación se utilizaron las siguientes guías de campo: Howell y Webb (1995), Peterson y Chalif (2008), National Geographic (1999), Kaufman (2005) y The National Audubon Society (2005). Se elaboró una ficha de registro por punto para acumular la información de las aves encontradas.

Debido a las limitaciones de recursos humanos, materiales y a las condiciones del hábitat se operaron cuatro redes de niebla, dos de 12 m y dos de 6 m en cada condición, para captura, identificación y liberación de las aves. Las redes se ubicaron de manera sistemática, dejando una distancia mínima de 100 m entre cada red. Esta actividad se realizó para cada condición, de 7 a 12 y de 16 a 19 horas, con revisiones cada 45-60 minutos, haciendo en total 72 revisiones en todo el estudio.

Se determinó la riqueza de especies sumando el número total de especies en cada parcela con los dos métodos de muestreo (Redes de niebla y puntos de conteo). La abundancia se obtuvo sumando el número de individuos de la

especie i (Chi, 2007). Para cada condición se estimó la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener (H'):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener

p_i = Abundancia relativa

ln= Logaritmo natural

S= Número total de especies en la muestra

Los valores obtenidos fueron sometidos a pruebas de t Hutchenon (Zar, 1974).

Se determinó la similitud de especies de avifauna entre condiciones con el Coeficiente de Comunidad de Jaccard (Magurran, 1988), este coeficiente considera datos cualitativos para la comparación entre comunidades (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

$$C_j = \frac{j}{a+b-j} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

C_j= Coeficiente de Jaccard

a= Número de especies en la comunidad A

b= Número de especies en la comunidad B

j= Número de especies comunes en ambas comunidades

Muestreo de vegetación

Se utilizó el método de cuadrantes centrados en un punto para la vegetación arbórea y el de cuadros empotrados de Ossting para la vegetación herbácea y arbustiva (Müeller-Dombois y Ellenberg, 1974). En cada parcela se estableció un transecto en forma de zig-zag de 500 m y se ubicó un punto de muestreo cada 100 m, debido a que el área de estudio presentaba homogeneidad en su vegetación. Para la vegetación arbórea las variables fueron: especie, distancia del punto central de muestreo al árbol y cobertura del dosel. Para la vegetación herbácea y arbustiva, las variables medidas fueron: especie, número de plantas y cobertura en porciento. Las especies fueron recolectadas y prensadas, para su posterior identificación en el herbario de la División de Ciencias Forestales, Preparatoria agrícola y en el Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

Se determinó el valor de importancia (VI), que es un estimador de la relevancia ecológica de las especies en una comunidad y se basa en los siguientes parámetros: la frecuencia relativa, el área basal relativa o dominancia relativa y la densidad relativa (Franco, 1989). Se obtuvo riqueza y abundancia así como el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de especies en cada parcela. Los valores de diversidad obtenidos entre condiciones de afectación por fuego, se compararon con pruebas de t de Hutchenson (Zar, 1974). Para determinar la similitud de la riqueza de especies se usó el Coeficiente de Comunidad de Jaccard (Magurran, 1988).

Se analizó si había asociación entre condición y la presencia de algunas especies comunes en áreas incendiadas por medio de una prueba de Chi cuadrada (SAS, 1999).

Para determinar el grado de asociación entre las variables avifaúnicas (riqueza, abundancia y diversidad de especies) y las variables de la estructura de vegetación (cobertura, riqueza, abundancia y diversidad de especies de vegetación) se explicó la relación entre los dos grupos de variables mediante un análisis de correlación de Pearson (SAS, 1999).

Resultados y Discusión

Avifauna

Durante las observaciones en campo se obtuvieron registros de 30 especies de aves, pertenecientes a 6 órdenes y 20 familias (Anexo 1). Las familias que predominaron fueron Fringillidae con 8, Turdinae con 3 y Caprimulgidae con 2. El número total de horas red fue de 180, donde se capturaron 23 individuos en las tres condiciones (12 en la condición quemado años atrás, 7 en la de baja intensidad y 4 para la de alta intensidad) que pertenecen a 19 especies.

De manera general, para el área quemada años atrás, se registró la mayor riqueza, abundancia y diversidad con 22 especies, 41 individuos y la diversidad fue de 2.767. Los mayores y menores valores de diversidad se encontraron en los meses de junio y octubre respectivamente. En el mes de junio la riqueza fue de 14 especies por lo tanto la abundancia (17) y la diversidad (2.558) fueron las más altas en este muestreo. El mes de octubre muestra la diversidad más baja

con 1.475, de la misma manera la abundancia y la riqueza son menores con 18 y 6 respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Riqueza, abundancia, diversidad e índice de similitud de Jaccard de especies de avifauna por condición y mes de muestreo.

Condición	Muestreo	Riqueza	Abundancia	Diversidad	Similitud	Especies comunes	Meses
C1	Junio	14	17	2.558	0.05	1	J y O
	Octubre	6	18	1.475	0.06	1	J y N
	Noviembre	5	6	1.609	0.1	1	N y O
C2	Junio	5	10	1.471	0	0	J y O
	Octubre	6	9	1.677	0.25	2	J y N
	Noviembre	5	17	1.000	0.1	1	N y O
C3	Junio	4	6	1.33	0	0	J y O
	Octubre	0	0	0	0.1	1	J y N
	Noviembre	7	17	1.560	0	0	N y O

C1= Quemado años atrás C2= Quemado a baja intensidad C3= Quemado a alta intensidad

Como puede apreciarse, la similitud fue baja en todos los casos. La similitud con el índice de Jaccard entre los meses de noviembre y octubre fue la más alta con sólo 0.1 y compartieron una especie entre estos dos muestreos (Cuadro 3). En el área quemada a baja intensidad se registró la riqueza, abundancia y diversidad con 12, 36 y 2.113 respectivamente, estos resultados reflejan la suma de los tres muestreos. Para el mes de octubre se observó la mayor riqueza (6) pero menor abundancia (9) y diversidad de aves (1.677). La diversidad para el mes de noviembre fue la más baja (Cuadro 3). De nueva cuenta, la similitud fue baja, con el mayor valor correspondiente a los meses de junio y noviembre (0.25) y compartieron dos especies para estos meses (Cuadro 3).

De forma general, en el encinar quemado a alta intensidad se registró la menor riqueza, abundancia y diversidad de especies con 10, 23 y 2.028 respectivamente. Los meses de noviembre y octubre mostraron la mayor y

menor diversidad respectivamente. Para noviembre la diversidad fue de 1.56, la riqueza de 7 y la abundancia de 17. En el mes de octubre no se obtuvo registro de ninguna ave, por lo tanto la similitud resultó mayor para los meses de junio y noviembre con 0.1, compartiendo una especie entre los dos muestreos (Cuadro 3). Green y Sanecki (2006), reportan un decremento en el número de individuos de aves como respuesta a corto plazo a un incendio, por lo tanto también resultó en un inmediato decremento en el número de especies. Algunas aves migratorias arribaron a los sitios quemados a pesar de la cercanía de sitios no quemados. Lo anterior podría deberse a que la estructura y/o composición de la vegetación después de un incendio resulta atractiva para algunas especies como el pájaro carpintero, del cual se obtuvo evidencia indirecta de su preferencia por el área quemada a alta intensidad, ya que se vale de árboles muertos para anidar o para buscar alimento, como bien lo reportan Denis *et al.* (2001), en los incendios ocurridos en 1982-1983 en el Parque Nacional de Kutai, en Kalimantan oriental. Ahí se observó la disminución drástica del número de algunas aves, sobreviviendo en su mayoría especies del gremio insectívoras, como el pájaro carpintero, gracias a la abundancia de insectos xilófagos, además de ser una especie adaptada a bosques de pino y bosques mixtos mantenidos por el fuego (Conner *et al.* 2001). En el suroeste de Australia, Burbidge (2002), menciona que algunas especies raras de aves declinaron, por incendios demasiado frecuentes que acontecieron en el pasado. La diversidad de especies estimada en el bosque mixto quemado años atrás difiere tanto de la diversidad del bosque quemado a baja intensidad ($t_{50(2)}=3.51$,

$P < 0.05$) como del bosque mixto quemado a alta intensidad ($t_{50(2)} = 3.88$, $P < 0.05$). Sin embargo, la diversidad en estos bosques quemados a baja y alta intensidad no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($t_{56(2)} = 0.39$, $P > 0.05$) entre sí. La condición quemada a baja y alta intensidad comparte únicamente seis especies de aves, con un valor 0.375 para el índice de Jaccard.

Las diferencias de riqueza y diversidad de especies de aves entre condiciones pueden ser debido a que el fuego en ocasiones mejora el hábitat y la calidad nutricional de las áreas donde se alimenta la fauna silvestre (Wildlife Society, 1987), Conner *et al.* (2001) comentan que la razón por la que algunas especies declinan es por la interacción biológica y física que tienen en el ecosistema. El proceso de recuperación de un área y su fauna después de un incendio varía dependiendo de la intensidad del fuego, el tipo de hábitat, los modelos de precipitación y la época del año en que se quemó. El área quemada a alta intensidad muestra una considerable diferencia en diversidad y riqueza. Esto podría obedecer a que al arder de manera severa se eliminan muchas especies de plantas y por lo tanto puede reducir o retrasar la repoblación de fauna en el sitio quemado (Main y Tanner, 2003). En términos de similitud de especies entre condiciones los resultados que se obtuvieron fueron bajos, lo cual puede indicar que cada condición cuenta con atributos que hacen que algunas especies estén presentes o ausentes como la *Certhia americana* especie que se limitó a áreas quemadas presentó preferencia por el área quemada a baja intensidad (Cuadro 4), esto apoya a Imbeau *et al.* (1999), quienes aseguran que la extinción de los incendios afecta a esta especie,

Hobson (1999) demuestra que la densidad de la *Certhia americana* y el *Turdus migratorius* aumenta después de un incendio. Main y Tanner (2003) señalan que el fuego influye positivamente en algunas poblaciones de vida silvestre debido a que se estimula la producción frutícola, lo que resulta en una mayor disponibilidad de semillas y bayas que sirven de alimento para muchas especies, esto significa que debe considerarse los hábitos alimenticios de las especies para entender mejor esa influencia.

Cuadro 4. Prueba de “Chi” cuadrada para especies comunes en áreas incendiadas.

Especies	Condición Efecto	
	χ^2	<i>P</i>
<i>Certhia americana</i>	11.27	0.001
<i>Cyanocitta stelleri</i>	0.72	0.695
<i>Hirundo rustica</i>	0.69	0.405
<i>Hylocháaris leucotis</i>	0.4	0.819
<i>Myadestes obscurus</i>	1.4	0.497
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	0.33	0.564
<i>Zenaida macroura</i>	0.33	0.564

Conner *et al.* (2001), mencionan especies como *Pipilo erythrophthalmus* y *Otus asio*, como especies comunes en comunidades mantenidas por el fuego, este último a menudo usa las cavidades del pájaro carpintero para anidar, ambas fueron registradas en este estudio. El *Pipilo erythrophthalmus*, muestra ser dos veces más frecuente y tres veces más abundante en sitios mantenidos por el fuego (Bechy *et al.*, 2008).

Vegetación

Se obtuvieron un total de 58 especies en las tres condiciones (Anexo 5).

En el cuadro 5, 6 y 7 se muestra la composición de especies arbustivas y herbáceas con mayor Valor de Importancia (VI), cada una con su densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa para los tres diferentes grados de afectación del bosque de Encino-Pino en Chignahuapan, Puebla, para el muestreo del mes de junio, octubre y noviembre. Para las especies arbóreas en cada una de las tres condiciones *Q. crassifolia* fue la especie dominante dentro de la comunidad en los tres muestreos realizados. Para el estrato arbustivo quemado años atrás, la *Bouvardia ternifolia* fue la especie de mayor valor importancia para el mes de junio y para los meses de octubre y noviembre fue *Ceanothus coeruleus*. En el anexo 5 se muestra la vegetación completa con su Valor de Importancia, densidad, dominancia y frecuencia correspondiente.

En el área quemada a baja intensidad, para el mes de junio la especie de mayor valor de importancia fue *Baccharis conferta*, en octubre *Viburnum microcarpum* y *Ceanothus coeruleus* en noviembre. El área quemada a alta intensidad muestra a *Quercus repanda* en el mes de junio y a *Ceanothus coeruleus* en el mes de octubre y noviembre como las especies de mayor valor de importancia. En el estrato herbáceo para el área quemada años atrás, *Muhlenbergia macroura* es para los meses de junio y octubre la especie de mayor valor de importancia y para el mes de noviembre *Festuca sp.* En la condición quemada a baja intensidad, *Conyza schiedeana*, *Polypodium guttatum* e *Iostephane heterophylla* son las especies de mayor importancia ecológica en junio, octubre

y noviembre respectivamente. Para la condición quemada a alta intensidad se encontró para junio *Phaseolus sp.*, en octubre *Stipa ichu* y *Piptochaetium fimbriatum* en noviembre como las especies de más valor de importancia dentro de la comunidad.

Cuadro 5. Especies arbustivas y herbáceas de mayor Valor de Importancia (VI), para las tres diferentes condiciones en el mes de junio.

		Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
Especies		No. ind. ha ⁻¹	%	%	%	
Condición 1						
Arbustivas	<i>Bouvardia ternifolia</i>	140	60	46.42	46.42	152.84
Herbáceas	<i>Muhlenbergia macroura</i>	140	33.32	76.92	20	130.24
Condición 2						
Arbustivas	<i>Baccharis conferta</i>	940	83.93	62.5	40	186.43
Herbáceas	<i>Conyza schiedeana</i>	100	33.33	25	20	78.33
Condición 3						
Arbustivas	<i>Quercus repanda</i>	8400	40.66	57.84	33.33	131.83
Herbáceas	<i>Phaseolus sp.</i>	80	44.44	14.28	33.33	92.05

C1= Quemado años atrás C2= Quemado a baja intensidad C3= Quemado a alta intensidad

Cuadro 6. Especies arbustivas y herbáceas de mayor Valor de Importancia (VI), para las tres diferentes condiciones en el mes de octubre.

		Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
Especies		No. ind. ha ⁻¹	%	%	%	
Condición 1						
Arbustivas	<i>Ceanothus coeruleus</i>	40	66.67	66.67	50	183.34
Herbáceas	<i>Muhlenbergia macroura</i>	200	29.42	25	22.23	76.65
Condición 2						
Arbustivas	<i>Perymenium berlandieri</i>	80	22.22	66.67	20	108.89
Herbáceas	<i>P. guttatum/D. mocoli</i>	40	33.33	25	25	83.33
Condición 3						
Arbustivas	<i>Ceanothus coeruleus</i>	6540	98.49	98.02	57.14	253.65
Herbáceas	<i>Stipa ichu</i>	340	22.66	60.35	5.26	88.27

C1= Quemado años atrás C2= Quemado a baja intensidad C3= Quemado a alta intensidad

Cuadro 7. Especies arbustivas y herbáceas de mayor Valor de Importancia (VI), para las tres diferentes condiciones en el mes de noviembre.

para las tres diferentes condiciones en meses de noviembre.						
		Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
	Especies	No. ind. ha ⁻¹	%	%	%	
Condición 1						
Arbustivas	<i>Ceanothus coeruleus</i>	300	83.33	57.89	60	201.22
Herbáceas	<i>Festuca sp.</i>	240	35.29	36.36	12.5	84.15
Condición 2						
Arbustivas	<i>Baccharis conferta</i>	240	21.43	57.69	25	104.12
Herbáceas	<i>I. heterophylla/M. macroura</i>	40	33.33	25	25	83.33
Condición 3						
Arbustivas	<i>Ceanothus coeruleus</i>	2800	97.9	95.89	60	253.79
Herbáceas	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	160	40	42.11	25	107.11

C1= Quemado años atrás C2= Quemado a baja intensidad C3= Quemado a alta intensidad

En el encinar quemado años atrás se registro una diversidad de 2.648 y una riqueza de 25, esta primera condición representa la diversidad más alta para las tres condiciones.

Cuadro 8. Riqueza y diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas por condición y mes de muestreo.

Condición	Muestreo	Vegetación					
		Arbórea		Arbustivas		Herbáceas	
		Riqueza	Diversidad	Riqueza	Diversidad	Riqueza	Diversidad
1	Junio	3	0.687	4	1.034	4	1.334
	Octubre	4	0.8	2	0.637	8	1.896
	Noviembre	2	0.839	2	0.451	7	1.615
2	Junio	6	1.271	4	0.611	5	1.525
	Octubre	6	1.429	4	1.251	4	1.33
	Noviembre	4	0.871	4	1.254	4	1.33
3	Junio	3	0.394	5	1.21	14	1.061
	Octubre	6	1.373	3	0.086	3	2.255
	Noviembre	5	1.288	3	0.115	6	1.6

La similitud fue la misma para los meses de junio-octubre y noviembre-octubre (0.4) y compartieron dos especies (Cuadro 9). En las especies arbustivas para el mes de junio se obtuvo la mayor diversidad y riqueza, 1.034 y 4 respectivamente (Cuadro 8). Fue de 1.896 y 8 la mayor diversidad y riqueza

respectivamente para herbáceas en el mes de octubre. Mediante el índice de similitud podemos ver que de los tres estratos las arbustivas de octubre y noviembre son 100% similares con dos especies (Cuadro 9).

Cuadro 9. Similitud de la riqueza de especies entre meses de muestreo con índice de Jaccard

		Condición								
		1			2			3		
		Especies comunes		Similitud	Especies comunes		Similitud	Especies comunes		Similitud
		Meses			Meses			Meses		
Arbóreas	J y O	2	0.4	J y O	6	1	J y O	3	0.5	
	J y N	1	0.2	J y N	4	0.67	J y N	2	0.4	
	N y O	2	0.4	N y O	4	0.67	N y O	4	0.67	
Arbustivas	J y O	1	0.2	J y O	1	0.14	J y O	2	0.33	
	J y N	1	0.2	J y N	3	0.6	J y N	2	0.33	
	N y O	2	1	N y O	1	0.14	N y O	2	0.5	
Herbáceas	J y O	2	0.2	J y O	1	0.13	J y O	2	0.13	
	J y N	2	0.22	J y N	1	0.13	J y N	2	0.29	
	N y O	3	0.25	N y O	1	0.14	N y O	4	0.25	

En el encinar quemado a baja intensidad se obtuvo una diversidad de 2.438 y una riqueza de 24, la mayor riqueza y diversidad de especies se registraron en el mes de octubre con 6 y 1.429 respectivamente, para especies arbóreas, para arbustivas fue en el mes de noviembre la mayor diversidad 1.254, con una riqueza de 4, las herbáceas muestran mayor diversidad (1.525) y riqueza (5) en el mes de junio. De los tres estratos, el arbóreo entre los meses de junio y octubre demuestran ser 100% similares con seis especies (Cuadro 9), para el estrato herbáceo existe menos similitud entre época de muestreo debido a la relación con las estaciones del año, ya que algunas plantas van a espigar durante octubre y noviembre (Poaceas) y otras van a producir fruto durante la primavera-verano. Las diferencias de diversidad y riqueza de especies arbóreas

entre meses son debido a que los puntos de muestreo se movieron un metro cada visita, para obtener un mayor registro de plantas.

En el encinar quemado a alta intensidad se obtuvo una riqueza de 29 especies y una diversidad de 1.6305, esta última representa la menor diversidad de las tres condiciones. La mayor riqueza y diversidad se obtuvieron en el mes de octubre con 6 y 1.373 para cada una, esto para árboles y en las arbustivas fue en el mes de junio cuando se obtuvo mayor diversidad y por lo tanto mayor riqueza con 1.21 y 5, en las herbáceas ocurrió lo mismo que las arbóreas ya que se obtuvo una mayor diversidad (2.255) y riqueza (3) en el mes de octubre, los muestreos se realizaron (Cuadro 8). Entre los meses de noviembre y octubre con 4 especies en común hizo del estrato arbóreo el más similar con 0.67 y los estratos arbustivos y herbáceos presentan menos de la mitad de la similitud como se presenta en el cuadro 9.

Al comparar las tres condiciones se observó que el área quemada años atrás muestra la misma diversidad que el área quemada a baja intensidad ($t_{250(2)}=1.92$, $P>0.05$), de igual forma el área quemada a baja y alta intensidad no mostraron diferencias en su diversidad ($t_{150(2)}=.33$, $P>0.05$), sin embargo para el área quemada años atrás y el área quemada a alta intensidad ($t_{250(2)}=14.70$, $P<0.05$) la diversidad difirió. El índice de similitud de Jaccard indica que el área quemada años atrás y la quemada a baja intensidad tienen en común 14 especies, en el área quemada años atrás y a alta intensidad compartieron 13 especies, para el área quemada a alta y baja intensidad se encontraron 12 especies comunes entre sí.

Asociación vegetación y avifauna

Se obtuvo una baja correlación negativa, entre la riqueza de vegetación y la riqueza, abundancia y diversidad de especies de aves; por el contrario, la abundancia, diversidad y cobertura no estuvo asociada a la avifauna (Cuadro 10), esto se puede deber principalmente a que los muestreos no fueron lo suficientemente representativos estadísticamente para poder tener una asociación entre la estructura de vegetación y la estructura de aves.

Cuadro 10. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables avifaunísticas y de vegetación.

Vegetación	Avifauna		
	Riqueza	Abundancia	Diversidad
Riqueza	-0.46139*	-0.48535*	-0.45126*
Abundancia	-0.22573	-0.17915	-0.22895
Diversidad	-0.11977	-0.28593	-0.02882
Cobertura	-0.22377	-0.26465	-0.22248

**P<0.05*

Los resultados indican que al disminuir la vegetación hay un incremento en la riqueza, abundancia y diversidad de especies de aves, esto puede deberse a que la condición va a tener mayor riqueza de especies vegetales y que les va a proporcionar refugio y sitios de percha para las aves, pero pueden no estar presentes plantas que son indispensables para sus requerimientos particulares, un ejemplo de ello es que en las condiciones quemadas recientemente, se encontró un mayor número de colibríes, posiblemente por la presencia de *Bouvardia ternifolia*, especie con flores tubulares aptas para este tipo de aves, cuyo pico está adaptado para tomar el néctar de flores como esta. Por otro lado

en este estudio no se encontró asociación de la cobertura arbórea con la vegetación, sin embargo, Chi (2007), encontró que la densidad arbórea afecta a la abundancia de aves, ya que cuando existe más densidad arbórea disminuye la abundancia de especies de aves. Por su parte Provencher *et al.* (2002), hace énfasis en la dramática pérdida y degradación del bosque de *Pinus palustris* al sureste de los Estados Unidos, lo anterior ha contribuido a la declinación de varias especies de aves asociadas a este ecosistema, lo que demuestra una vez más que la vegetación es un factor determinante en la riqueza, abundancia y diversidad de especies avifaúnicas.

El uso del fuego prescrito para restauración y mantenimiento de encinares en Norte América, ha proporcionado información acerca de las fluctuaciones poblacionales de algunas especies que se ven beneficiadas como es el caso de la *Zenaida macroura*, *Sialia mexicana* y *Regulus calendula* (Brawn *et al.*, 2006), especies registradas en este estudio (Anexo 3).

Conclusión

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede decir que los incendios forestales, a un año de ocurridos, pueden reducir la riqueza vegetal y esto puede representar una mejora en la calidad del hábitat para algunas aves. Tal fue el caso de *Certhia americana*, especie adaptada al fuego y que mostró asociación significativa con sitios quemados a baja intensidad recientemente.

Recomendaciones

Para poder realizar análisis estadísticos más completos, como las correlaciones, se recomienda hacer muestreos más intensos, así como tener una muestra más representativa del área de estudio, para poder explicar de mejor manera la asociación entre vegetación y avifauna.

Es recomendable conocer más acerca de la distribución estructural y los hábitos alimenticios de las aves dentro del ecosistema que se está estudiando, es decir, si se encuentran en copas, ramas, árboles huecos, entre arbustos, en el suelo o subterráneas para conocer los requerimientos y el impacto que tendrá cada especie que se distribuye en los estratos antes mencionados y así elegir las variables más precisas que puedan darnos una mayor evidencia de la relación.

Literatura citada

Anónimo. 2007. El fuego, los ecosistemas y la gente: Amenazas y estrategias para la conservación global de la biodiversidad. The Nature conservancy. Tallahassee, FL. 3-5 pp.

Beachy, BL y R. Robinson. 2008. Divergence in Avian Communities Following Woody Plant Invasions in a Pine Barrens Ecosystem. NATURAL AREAS JOURNAL 28 (4): 395-403 OCT 2008.

Brawn, J. D. 2006. Effects of restoring oak savannas on bird communities and populations. Conserv Biol . Volume: 20, Issue: 2, Date: 2006 Apr , Pages: 460-9.

Burbidge, A. H. 2002. Birds and fire in the Mediterranean climate of south-west Western Australia. Impacts and management. Symposium proceedings (Volume I), Perth, Australia.

Chi, P. R. A. 2007. Avifauna en bosque manejado de *Pinus patula* en la mojonera, Zacualtipán, Hidalgo. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, México. 19-38 pp.

Conner, D. R. N., R. Craig, J. Ray W. 2001. The red-cockaded woodpecker: surviving in a fire-maintained ecosystem. University of Texas Press, USA. 47-56 pp.

Dennis, R., E. Meijaard, G. Applegate, R. Nasi y P. Moore. 2001. *Impact of human-caused fires on biodiversity and ecosystem functioning, and their causes in tropical, temperate and boreal forest biomes*. CBD Technical Series No. 5. Montreal, Canadá, Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Franco López, J. 1989. Manual de ecología. 2ª edición. Editorial Trillas. México. 93-131 pp.

García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México. 164-170pp.

Green, K y G. Sanecki. 2006. Immediate and short-term responses of bird and mammal assemblages to a subalpine wildfire in the Snowy Mountains, Australia. Austral Ecology vol. 31 No. 6pp. 673-681.

Hobson, KA y J. Schiec. 1999. Changes in bird communities in boreal mixedwood forest: Harvest and wildfire effects over 30 years. ECOLOGICAL APPLICATIONS 9 (3): 849-863 AUG 1999.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New Cork. 851p.

Imbeau, L., P.L. Savard J. y R. Gagnon. 1999. Comparing bird assemblages in successional black spruce stands originating from fire and logging. CANADIAN JOURNAL OF ZOOLOGY-REVUE CANADIENNE DE ZOOLOGIE 77 (12): 1850-1860 DEC 1999.

Kaufman. 2005. Guía de campo, las aves de Norteamérica. Hillstar Editions L.C.
Leopold, A. S. 1977. Fauna Silvestre de México: aves y mamíferos de caza. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.

Magurran, A. E. 1988. Diversidad Ecológica y su medición. Princeton University Press. 200pp.

Main, M.B. y G. G. Tanner W. 2003. Effects of Fire on Florida's Wildlife and Wildlife Habitat. Department of Agriculture, Cooperative Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida, U. S. 1-4pp.

Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). 87 pp.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellemberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, Inc. New York. 547 pp.

National Geographic. 1999. Field guide to the birds of North America. 3rd edition. National Geographic Society, Washington, D.C. 480 pp.

Pons, P. 2005. Consecuencias de los incendios forestales sobre los vertebrados y aspectos de su gestión en regiones mediterráneas. Consultado en: <http://www.udg.edu/portals/92/Bio%20Animal/pdf/Pons%20inCamprodon-Plana2007.pdf>

Peterson, R.T. y E. L. Chalif. 2008. Aves de México: Guía de Campo. Editorial Diana. 473pp.

Provencher, L., Gobris, N. M., Brennan, L.A., Gordon, D.R., Hardesty, J.L. 2002. Journal of Wildlife Management 2002 Vol. 66 No. 3 pp.

Rodríguez T. D. A. 1996. Incendios Forestales. Ed. Mundi prensa. México. 231-245 pp.

Rzedowski, 1978. Los tipos de vegetación de México. Limusa 641-661

SAS Institute. 1999. SAS/STAT User's guide: statistics, statistical version 8. Cary, North Carolina.

The Audubon Society Field Guide to North America Birds. 2005. Alfred A. Knopf. New York.

Wildlife Society. 1987. Manual de técnicas de gestión de vida Silvestre. United States of America for the Wildlife Society, Inc.

Wunderle, J. M., Jr. 1994. Métodos para contra aves terrestres del Caribe. Departamento de Agricultura, Servicios Forestales, Río Piedras, USA.

Zar, J. H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Inc. 115-117pp.

IV. CONCLUSIÓN GENERAL

El efecto de los incendios forestales sobre el hábitat de la avifauna, a corto plazo y a alta intensidad disminuye la riqueza y diversidad de especies de aves.

La relación entre la riqueza de aves y vegetación demuestra que al reducir este último elemento, puede mejorar la calidad del hábitat para algunas aves debido a que usan estas áreas por que cuentan con una estructura de vegetación apta para alimentarse, anidar y reproducirse. Existen especies adaptadas al fuego que dependen de este factor para mantener su hábitat y que se ven beneficiadas con incendios de baja intensidad.

V. LITERATURA CITADA

Aguilar V., B. C. y F.J., Fregoso P. 2001. Monitoreo de fauna silvestre en el ejido Llano Verde, Chignahuapan, Puebla. Informe técnico. 2-4pp.

Cabrera G., L., J. Velázquez M. and W. Escamilla E. 2006. Identification of priority habitats for conservation of the Sierra Madre sparrow *Xenospiza baileyi* in Mexico. 1-31pp.

Cespedes, F. C., 2002. Evaluación y análisis geográfico de la diversidad faunística de Chiapas. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 11-21pp.

FAO. 2001. *The Global Forest Resources Assessment 2000 - main report*. Estudio FAO Montes N° 140. Roma.

Kotliar N. B., P.L. Kennedy, and K. Ferree. 2007. Avifaunal Responses to Fire in Southwestern Montane Forests along a burn severity gradient. Eastern Oregon Agricultural Research Center and Department of Fisheries and Wildlife, Oregon State University. USA.

Main, M.B. y G. G. Tanner W. 2003. Effects of Fire on Florida's Wildlife and Wildlife Habitat. Department of Agriculture, Cooperative Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida, U. S. 1-4pp.

Moreira, F., G. Ferreira P., C. Rego F. y S. Bunting. 2001. Landscape changes and breeding bird assemblages in northwestern Portugal: the role of fire. *Landscape Ecology*, 16(2): 175-187.

Olguín, K. R. 2009. Estudio florístico preliminar en la región forestal Chignahuapan-Zacatlán, Puebla. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 16pp.

SEMARNAT. 2006. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. SEMARNAT/PROFEPA.

Smith J. K. 2000. Wildland fire in ecosystems: effects of fire on fauna. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 1. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 83 pp.

Whelan R. J. 1995. The ecology of fire. Cambridge University Press. Cambridge. 200-231 pp.

VI. ANEXOS

Anexo 1. Especies de avifauna registradas en el bosque de encino-pino de Chignahuapan, Puebla.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
Apodiformes	Trochilidae	Hylocharis	Hylocháaris leucotis	Colibrí orejiblanco	Migratoria invern
Columbiformes	Columbidae	Zenaida	Zenaida macroura	Paloma Huilota	Migratoria estacional
Falconiformes	Buteoninae	Buteo	Buteo jamaicensis	Aguililla colirrufa	Local
Falconiformes	Accipitridae	Accipiter	Accipiter bicolor	Gavilán pechigrís	Local
Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo	Hirundo rustica	Golondrina	Migratoria
Passeriformes	Corvidae	Cyanocitta	Cyanocitta stelleri	Chara Steller	Local
Passeriformes	Muscicapidae	Myadestes	Myadestes obscurus	Jilguero	Local
Passeriformes	Fringillidae	Myioborus	Myioborus pictus	Pavito aliblanco	Local
Passeriformes	Turdinae	Sialia	Sialia mexicana	Azulejo gorjiazul	Migratoria
Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus	Campylorhynchus rufinucha	Matraquita nuquirrufa	Local
Passeriformes	Fringillidae	Atlapetes	Atlapetes pileatus	Atlapetes gorrirofo	Local
Passeriformes	Tyrannidae	Empidonax	Empidonax difficilis	Empidonax difícil	Migratoria invern a zonas costeras
Passeriformes	Fringillidae	Basileuterus	Basileuterus belli	Chipe rey cejidorado	Local
Passeriformes	Fringillidae	Diglossa	Diglossa baritula	Mielero serrano	Local
Passeriformes	Fringillidae	Ergaticus	Ergaticus ruber	Orejitas de plata	Local
Passeriformes	Fringillidae	Wilsonia	Wilsonia pusilla	Chipe coroninegro	Migratoria
Passeriformes	Fringillidae	Dendroica	Dendroica occidentalis	Chipe negriamarillo occidental	Migratoria
Passeriformes	Regulidae	Regulus	Regulus calendula	Reyezuelo sencillo	Migratoria invern
Passeriformes	Cardinalidae	Habia	Habia fuscicauda	Tangara rojisucia fuscicauda	Local
Passeriformes	Certhiidae	Certhia	Certhia americana	Trepadorcito americano o trepatroncos	Local
Passeriformes	Vireonidae	Vireolanius	Vireolanius melitophrys	Vireón pechicastaño	Migratoria
Passeriformes	Emberizidae	Pipilo	Pipilo erythrophthalmus	Rascador pinto oscuro	Migratoria
Passeriformes	Parulidae	Dendroica	Dendroica townsendi	Chipe negriamarillo cachetioscuro	Migratoria
Passeriformes	Fringillidae	Myioborus	Myioborus miniatus	Pavito alioscuro	Local
Passeriformes	Turdinae	Catharus	Catharus occidentalis	Zorzalito piquioscuro	Local
Passeriformes	Turdinae	Turdus	Turdus migratorius	Zorzal pechirrojo	Migratorio invern al sur
Strigiformes	Caprimulgidae	Caprimulgus	Caprimulgus vociferus	Tapacamino-cuerporrin	Migratoria invern al sur
Strigiformes	Caprimulgidae	Caprimulgus	Caprimulgus ridgwayi	Tapacamino préstame-tu-cuchillo	Local
Strigiformes	Strigidae	Otus	Otus asio	Tecolote oriental	Local
Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	Trogon mexicanus	Trogón mexicano	Local

Anexo 2. Fotografías de aves capturadas con el método de red de niebla



Nombre científico: *Atlapetes pileatus*
Nombre común: Atlapetes gorrirufo
Foto tomada por: Ponce C.L.P.



Nombre científico: *Catharus occidentalis*
Nombre común: Zorzalito piquioscuro
Foto tomada por: Ponce C. L.P.



Nombre científico: *Turdus migratorius*
Nombre común: Zorzal pechirojo
Foto tomada por: López P. E.



Nombre científico: *Campylorhynchus rufinucha*
Nombre común: Matraquita nuquirrufa
Foto tomada por: Rodríguez T.D.A



Nombre Científico: *Caprimulgus vociferus*
Nombre común: Tapacamino-cuerporrin
Foto tomada por: Sánchez J.



Nombre Científico: *Certhia americana*
Nombre común: Trepadorcito americano o trepatroncos
Foto tomada por: Ponce C. L. P.



Nombre Científico: *Dendroica occidentalis*
 Nombre común: Chipe negriamarillo occidental
 Foto tomada por: Ponce C.L.P.



Nombre Científico: *Ergaticus ruber*
 Nombre común: Orejitas de plata
 Foto tomada por: Ponce C.L.P



Nombre Científico: *Diglossa baritula*
 Nombre común: Mielero serrano
 Foto tomada por: Ponce C.L.P.



Nombre Científico: *Habia fuscicauda*
 Nombre común: Tangara rojisucia fuscicauda
 Foto tomada por: Rodríguez T.D.A



Nombre Científico: *Empidonax difficilis*
 Nombre común: Empidonax difícil
 Foto tomada por: Ponce C.L.P.



Nombre Científico: *Hylocháaris leucotis*
 Nombre común: Colibrí orejiblanco
 Foto tomada por: Ponce C.L.P.



Nombre Científico: *Myadestes obscurus*
 Nombre común: Jilguero
 Foto tomada por: López P. E.



Nombre Científico: *Pipilo erythrophthalmus*
 Nombre común: Rascador pinto oscuro
 Foto tomada por: Ponce C.L.P.



Nombre Científico: *Myioborus miniatus*
 Nombre común: Pavito alioscuro
 Foto tomada por: Ponce C.L.P.



Nombre Científico: *Sialia mexicana*
 Nombre común: Azulejo gorjiazul
 Foto tomada por: Sánchez J.



Nombre Científico: *Otus asio*
 Nombre común: Tecolote oriental
 Foto tomada por: Ponce C.L.P.



Nombre Científico: *Vireolanius melitophrys*
 Nombre común: Vireón pechicastaño
 Foto tomada por: Ponce C.L.P.



Nombre Científico: *Wilsonia pusilla*
Nombre común: Chipe coroninegro
Foto tomada por: Ponce C.L.P.

Anexo 3. Especies encontradas en cada condición por medio del método de Red de niebla y Parcela circular en: encinar no quemado (C1), encinar quemado a baja intensidad (C2) y encinar quemado a alta intensidad (C3).

Especie	C1		C2		C3	
	Red de niebla	Parcela circular	Red de niebla	Parcela circular	Red de niebla	Parcela circular
<i>Accipiter bicolor</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Atlapetes pileatus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Basileuterus belli</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Buteo jamaicensis</i>	0	3	0	0	0	0
<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Caprimulgus vociferus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Catharus occidentalis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Certhia americana</i>	0	0	1	12	0	1
<i>Cyanocitta stelleri</i>	0	5	0	3	0	3
<i>Dendroica occidentalis</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Dendroica townsendi</i>	0	0	0	0	0	8
<i>Diglossa baritula</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Empidonax difficilis</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Ergaticus ruber</i>	0	0	1	2	0	0
<i>Habia fuscicauda</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Hirundo rustica</i>	0	8	0	3	0	0
<i>Hylochâaris leucotis</i>	0	1	1	1	2	0
<i>Myadestes obscurus</i>	1	4	1	3	0	2
<i>Myioborus miniatus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Myioborus pictus</i>	0	2	0	1	0	0
<i>Otus asio</i>	1	1	0	0	0	1
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	0	0	1	0	1	1
<i>Regulus calendula</i>	0	0	0	2	0	0
<i>Sialia mexicana</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Trogon mexicanus</i>	0	1	0	1	0	1
<i>Turdus migratorius</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Vireolanius melitophrys</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Wilsonia pusilla</i>	0	0	1	1	0	0
<i>Zenaida macroura</i>	0	1	0	0	0	2
Total	12	29	7	29	4	19

Anexo 4. Especies vegetales registradas en el bosque de encino-pino en Chignahuapan, Puebla.

Familia	Nombre científico	Forma de vida				Condición
Adiantaceae	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.				X	C1
Adiantaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	X				C1, C3
Aspleniaceae	<i>Asplenium monanthes</i> L.				X	Anexo
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i> H.B.K.		X			C1, C2, C3
Asteraceae	<i>Eupatorium ligustrinum</i> DC.		X			C1, C2, C3
Asteraceae	<i>Stevia monardifolia</i> H.B.K.	X				C3
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pavón) Pers.		X			C1, C2
Asteraceae	<i>Stevia salicifolia</i> Cav.	X				C1
Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.		X			C3
Asteraceae	<i>Gnaphalium oxyphyllum</i> DC.	X				C3
Asteraceae	<i>Perymenium berlandieri</i> DC.		X			C2
Asteraceae	<i>Stevia tephra</i> Rob.	X				C3
Asteraceae	<i>Alloispermum scabrum</i> (Lag.) Rob.	X				C3
Asteraceae	<i>Senecio pterocaulis</i> Greenm.		X			C2
Asteraceae	<i>Archibaccharis serratifolia</i> (HBK.)	X				C3
Asteraceae	<i>Iostephane heterophylla</i> (Cav.) Benth	X				C2, C3
Asteraceae	<i>Bidens ostruthioides</i> (DC) Sch. Bip.	X				C3
Asteraceae	<i>Conyza schiedeana</i> (Less.) Cronquist.	X				C1, C2
Asteraceae	<i>Stevia ovata</i> Willd.	X				C2
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i> sp.	X				C3
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H.B.K.		X			Anexo
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.		X			Anexo
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium feei</i> (W. Schaffn.ex Feé) Faull				X	C1, C2
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn				x	Anexo
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.			X		C1, C2, C3
Fabaceae	<i>Phaseolus</i> sp.	X				C2
Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp.	X				C3
Fabaceae	<i>Tephrosia</i> sp.	X				C1, C2
Fabaceae	<i>Desmodium mocoli</i> Wild	X				C3
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. Et Bonpl.			X		C1, C2, C3
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i> Humb. & Bonpl.			X		C2
Fagaceae	<i>Quercus corrugata</i> Hook.			X		C2
Fagaceae	<i>Quercus deserticola</i> Trel.			X		C3
Fagaceae	<i>Quercus repanda</i> Bonpl.		X			C2, C3
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i> Neé			X		C1
Fagaceae	<i>Quercus greggii</i> (A.DC.) Trel.			X		C1
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i> Née			X		C3
Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.		X			C3
Pinaceae	<i>Pinus patula</i> Schlecht. & Cham.			X		C1, C2, C3
Pinaceae	<i>Pinus teocote</i> Schlecht. & Cham.			X		C1, C2, C3
Pinaceae	<i>Pinus leiophila</i>			X		C3
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i> (H.B.K.) Hitchc.	X				C1, C2, C3

Poaceae	<i>Stipa ichu</i> (Ruíz & Pavón) Kunth.	X				C1, C2, C3
Poaceae	<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (H.B.K.) Hitchc.	X				C1, C2
Poaceae	<i>Festuca</i> sp.	X				C1, C2, C3
Poaceae	<i>Agrostis</i> sp.	X				C3
Polypodiaceae	<i>Polypodium guttatum</i> Maxon.	X				C1, C2
Polypodiaceae	<i>Polypodium madreense</i> J. Smith	X				C1
Pyrolaceae	<i>Chimaphila</i> sp.	X				C2
Rhamnaceae	<i>Ceanothus coeruleus</i> Lag.		X			C1, C2, C3
Rosaceae	<i>Fragaria</i> sp.	X				C3
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.		X			C1, C3
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. Ex Griseb.	X				Anexo
Scrophulariaceae	<i>Penstemon gentianoides</i> (H.B.K.) Poir.	X				Anexo
Scrophulariaceae	<i>Lamoureauxia</i> sp.	X				Anexo
Verbenaceae	<i>Verbesina</i> sp.	X				C1
Viburnaceae	<i>Viburnum microcarpum</i> Schltdl. Et. Cham.		X			C2

Anexo 5. Composición, densidad, cobertura, frecuencia y Valor de Importancia (VI) de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, bajo tres condiciones en cada muestreo.

Junio	Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
	No. ind. ha ⁻¹	%			
Arbóreas					
Condición 1					
<i>Quercus crassifolia</i>	474	75	66.99	55.56	197.55
<i>Pinus patula</i>	126	20	28.46	33.33	81.79
<i>Arbutus xalapensis</i>	32	5	4.54	11.11	20.65
Total	632	100	100	100	300
Condición 2					
<i>Quercus crassifolia</i>	554	60	71.51	38.46	169.97
<i>Pinus patula</i>	138	15	11.46	23.08	49.54
<i>Arbutus xalapensis</i>	92	10	8.77	15.38	34.15
<i>Quercus corrugata</i>	46	5	4.05	7.69	16.74
<i>Quercus laurina</i>	46	5	2.63	7.69	15.32
<i>Pinus teocote</i>	46	5	1.58	7.69	14.27
Total	922	100	100	100	300
Condición 3					
<i>Quercus crassifolia</i>	540	85	81.03	62.5	228.53
<i>Quercus deserticola</i>	32	5	7.74	12.5	25.24
<i>Arbutus xalapensis</i>	32	5	4.19	12.5	21.69
<i>Pinus patula</i>	32	5	7.04	12.5	24.54
Total	636	100	100	100	300
	Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
	No. ind. ha ⁻¹	%			
Arbustivas					
Condición 1					
<i>Bouvardia ternifolia</i>	140	60	46.42	46.42	152.84
<i>Ceanothus coeruleus</i>	40	19	17.86	17.86	54.72
<i>Baccharis conferta</i>	20	10.5	17.86	17.86	46.22
<i>Eupatorium lisgustrinum</i>	20	10.5	17.86	17.86	46.22
Total	220	100	100	100	300
Condición 2					
<i>Baccharis conferta</i>	940	83.93	62.5	40	186.43
<i>Baccharis salicifolia</i>	80	7.14	12.5	20	39.64
<i>Eupatorium lisgustrinum</i>	60	5.36	12.5	20	37.86
<i>Quercus repanda</i>	40	3.57	12.5	20	36.07
Total	1120	100	100	100	300
Condición 3					
<i>Quercus repanda</i>	8400	40.66	57.84	33.33	131.83
<i>Baccharis conferta</i>	6520	31.56	8.82	26.68	67.06
<i>Ceanothus coeruleus</i>	4980	24.1	27.45	13.33	64.88
<i>Bouvardia ternifolia</i>	640	3.1	3.92	13.33	20.35
<i>Salvia sp.</i>	120	0.58	1.97	13.33	15.88
Total	20660	100	100	100	300

	Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
	No. ind. ha ⁻¹	%	%	%	
Herbáceas					
Condición 1					
<i>Muhlenbergia macroura</i>	140	33.32	76.92	20	130.24
<i>Polypodium madrense</i>	80	19.05	5.77	20	44.82
<i>Piptochaetium fimbratum</i>	80	19.05	5.77	20	44.82
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	60	14.29	5.77	20	40.06
<i>Stevia salicifolia</i>	60	14.29	5.77	20	40.06
Total	420	100	100	100	300
Condición 2					
<i>Conyza schiedean</i>	100	33.33	25	20	78.33
<i>Polypodium guttatum</i>	80	26.68	31.25	20	77.93
<i>Chimaphila sp.</i>	40	13.33	12.5	20	45.83
<i>Festuca sp.</i>	40	13.33	25	20	58.33
<i>Stevia ovata</i>	40	13.33	6.25	20	39.58
Total	300	100	100	100	300
Condición 3					
<i>Phaseolus sp.</i>	80	44.44	14.28	33.33	92.05
<i>Agrostis sp.</i>	60	33.33	14.28	33.33	80.94
<i>Piptochaetium fimbratum</i>	40	22.23	71.44	33.33	127
Total	180	100	100	100	300
Octubre					
	Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
	No. ind. ha ⁻¹	%	%	%	
Arbóreas					
Condición 1					
<i>Quercus crassifolia</i>	329	75	70.53	55.56	201.09
<i>Arbutus xalapensis</i>	66	15	15.24	22.22	52.46
<i>Quercus castanea</i>	22	5	9.15	11.11	25.26
<i>Pinus teocote</i>	22	5	5.08	11.11	21.19
Total	439	100	100	100	300
Condición 2					
<i>Quercus crassifolia</i>	200	50	60.71	41.67	152.38
<i>Quercus laurina</i>	80	20	13.33	16.67	50
<i>Arbutus xalapensis</i>	40	10	9.23	8.33	27.56
<i>Pinus teocote</i>	40	10	9.23	16.67	35.9
<i>Quercus corrugata</i>	20	5	1.7	8.33	15.03
<i>Pinus patula</i>	20	5	5.8	8.33	19.13
Total	400	100	100	100	300
Condición 3					
<i>Quercus crassifolia</i>	215	55	63.74	35.71	154.45
<i>Pinus teocote</i>	59	15	12.46	21.43	48.89
<i>Arbutus xalapensis</i>	39	10	4.49	14.29	28.78
<i>Quercus rugosa</i>	39	10	8.42	14.29	32.71
<i>Pinus leiophila</i>	4	5	7.52	7.14	19.66
<i>Pinus patula</i>	4	5	3.37	7.14	15.51
Total	360	100	100	100	300

	Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
	No. ind. ha ⁻¹	%	%	%	
Arbustivas					
Condición 1					
<i>Ceanothus coeruleus</i>	40	66.67	66.67	50	183.34
<i>Baccharis salicifolia</i>	20	33.33	33.33	50	116.66
Total	60	100	100	100	300
Condición 2					
<i>Viburnum microcarpum</i>	120	33.33	16.67	20	70
<i>Perymenium berlandieri</i>	80	22.22	66.67	20	108.89
<i>Eupatorium ligustrinum</i>	100	27.78	10	40	77.78
<i>Senecio pterocaulis</i>	60	16.67	6.67	20	43.34
Total	360	100	100	100	300
Condición 3					
<i>Ceanothus coeruleus</i>	6540	98.49	98.02	57.14	253.65
<i>Eupatorium ligustrinum</i>	80	1.21	1.48	28.57	31.26
<i>Senecio sp.</i>	20	0.3	0.5	14.29	15.09
Total	6640	100	100	100	300
	Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
	No. ind. ha ⁻¹	%	%	%	
Herbáceas					
Condición 1					
<i>Muhlenbergia macroura</i>	200	29.42	25	22.23	76.65
<i>Desmodium mocoli</i>	140	20.56	4.17	11.11	35.84
<i>Coniza shediana</i>	100	14.71	41.66	11.11	67.48
<i>Adiantum</i>	60	8.82	4.17	11.11	24.1
<i>Verbesina sp.</i>	60	8.82	4.17	11.11	24.1
<i>Polypodium guttatum</i>	40	5.89	4.17	11.11	21.17
<i>Stipa ichu</i>	40	5.89	8.33	11.11	25.33
<i>Festuca sp.</i>	40	5.89	8.33	11.11	25.33
Total	680	100	100	100	300
Condición 2					
<i>Polypodium guttatum</i>	40	33.33	25	25	83.33
<i>Desmodium mocoli</i>	40	33.33	25	25	83.33
<i>Muhlenbergia macroura</i>	20	16.67	25	25	66.67
<i>Pteridium feei</i>	20	16.67	25	25	66.67
Total	120	100	100	100	300
Condición 3					
<i>Stipa ichu</i>	340	22.66	60.35	5.26	88.27
<i>Muhlenbergia macroura</i>	320	21.33	15.53	10.53	47.39
<i>Stevia tephra</i>	180	12	4.31	5.26	21.57
<i>Fragaria sp.</i>	160	10.67	3.45	5.26	19.38
<i>Stevia monardifolia</i>	100	6.67	4.31	5.26	16.24
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	80	5.33	3.45	15.81	24.59
<i>Cheilantes bonariensis</i>	60	4	1.72	10.53	16.25
<i>Gnaphalium sp.</i>	60	4	1.72	5.26	10.98
<i>Agrostis sp.</i>	40	2.67	0.86	10.53	14.06

<i>Alloispermum scabrum</i>	40	2.67	0.86	5.26	8.79
<i>Desmodium sp.</i>	40	2.67	0.86	5.26	8.79
<i>Iostephane heterophylla</i>	40	2.67	0.86	5.26	8.79
<i>Festuca sp.</i>	20	1.33	0.86	5.26	7.45
<i>Gnaphalium oxyphyllum</i>	20	1.33	0.86	5.26	7.45
Total	1500	100	100	100	300
Noviembre	Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
Arbóreas	No. ind. ha⁻¹	%	%	%	
Condición 1					
<i>Quercus crassifolia</i>	337	85	86.03	62.5	233.53
<i>Pinus teocote</i>	40	10	5.97	25	40.97
<i>Quercus greggii</i>	20	5	8	12.5	25.5
Total	397	100	100	100	300
Condición 2					
<i>Quercus crassifolia</i>	421	70	68.01	50	188.01
<i>Pinus teocote</i>	120	20	23.29	30	73.29
<i>Arbutus xalapensis</i>	30	5	2.32	10	17.32
<i>Quercus laurina</i>	30	5	6.38	10	21.38
Total	601	100	100	100	300
Condición 3					
<i>Quercus crassifolia</i>	362	45	53.88	38.46	137.34
<i>Quercus rugosa</i>	161	20	14.17	15.38	49.55
<i>Pinus teocote</i>	161	20	27.68	30.77	78.45
<i>Arbutus xalapensis</i>	121	15	4.27	15.39	34.66
Total	805	100	100	100	300
	Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
Arbustivas	No. ind. ha⁻¹	%	%	%	
Condición 1					
<i>Ceanothus coeruleus</i>	300	83.33	57.89	60	201.22
<i>Baccharis salicifolia</i>	60	16.67	42.11	40	98.78
Total	360	100	100	100	300
Condición 2					
<i>Ceanothus coeruleus</i>	400	35.71	19.23	25	79.94
<i>Baccharis salicifolia</i>	400	35.71	19.23	25	79.94
<i>Baccharis conferta</i>	240	21.43	57.69	25	104.12
<i>Eupatorium ligustrinum</i>	80	7.15	3.85	25	36
Total	1120	100	100	100	300
Condición 3					
<i>Ceanothus coeruleus</i>	2800	97.9	95.89	60	253.79
<i>Senecio sp.</i>	40	1.4	2.74	20	24.14
<i>Baccharis conferta</i>	20	0.7	1.37	20	22.07
Total	2860	100	100	100	300

	Densidad		Cobertura	Frecuencia	VI
Herbáceas	No. ind. ha ⁻¹	%	%	%	
Condición 1					
<i>Festuca sp.</i>	240	35.29	36.36	12.5	84.15
<i>Stevia salicifolia</i>	200	29.41	22.73	12.5	64.64
<i>Stipa ichu</i>	80	11.76	4.55	12.5	28.81
<i>Pteridium feei</i>	60	8.82	0.91	12.5	22.23
<i>Muhlenbergia macroura</i>	60	8.82	33.63	25	67.45
<i>Desmodium sp.</i>	20	2.95	0.91	12.5	16.36
<i>Cheilanthes bonariensis</i>	20	2.95	0.91	12.5	16.36
Total	680	100	100	100	300
Condición 2					
<i>Iostephane heterophylla</i>	40	33.33	25	25	83.33
<i>Muhlenbergia macroura</i>	40	33.33	25	25	83.33
<i>Conyza schiedeana</i>	20	16.67	25	25	66.67
<i>Stipa ichu</i>	20	16.67	25	25	66.67
Total	120	100	100	100	300
Condición 3					
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	160	40	42.11	25	107.11
<i>Archibaccharis serratifolia</i>	60	15	5.26	12.5	32.76
<i>Bidens ostruthioides</i>	60	15	15.79	25	55.79
<i>Muhlenbergia macroura</i>	60	15	15.79	12.5	43.29
<i>Agrostis sp.</i>	40	10	15.79	12.5	38.29
<i>Stevia tephra</i>	20	5	5.26	12.5	22.76
Total	400	100	100	100	300