



**ANÁLISIS DE LA ABUNDANCIA Y USO DE HÁBITAT
INVERNAL DEL CHIPE CACHETES DORADOS (*Setophaga
chrysoparia*) PARA ORIENTAR MEJORES PRÁCTICAS
DE MANEJO FORESTAL EN LA ECORREGIÓN DE
BOSQUES DE PINO-ENCINO DE CENTROAMÉRICA**

INFORME FINAL



Consultora:

Ana José Cobar Carranza

Fotografía Portada:

Daniel Ruz

Este informe es parte del proyecto "Proyecto: Golden-cheeked Warbler Conservation Plan in Chiapas. Phase II. Componente 3" financiado por Neotropical Migratory Bird Conservation Act (NMBCA).

Forma de citar el presente documento:

Cobar-Carranza, A.J. 2018. Análisis de la abundancia y uso de hábitat invernal del chipe cachetes dorados (*Setophaga chrysoparia*) para orientar mejores prácticas de manejo forestal en la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica. Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, Pronatura Sur A.C., 63 pp.

Agosto 2018

Contenido

1.	Introducción	7
2.	Objetivos.....	9
2.1	General.....	9
2.2	Específicos.....	9
3.	Análisis Poblacional de <i>Setophaga chrysoparia</i>	10
3.1	Áreas de Estudio	10
3.1.1	México	11
3.1.2	Guatemala	14
3.1.3	Honduras	17
3.2	Metodología: Muestreo de parvadas.....	20
3.2.1	Datos colectados sobre las aves	21
3.2.2	Datos colectados sobre el sitio de estudio.....	21
3.3	Resultados: Análisis poblacional	21
3.3.1	A nivel ecoregional	22
3.3.2	A nivel de sitio de muestreo	23
3.4	Conclusiones.....	28
4.	Caracterización del hábitat de <i>Setophaga chrysoparia</i>	30
4.1	Áreas de estudio	30
4.1.1	México	31
4.1.2	Guatemala	31
4.1.3	Honduras	34
4.2	Metodología: Muestreos de vegetación	34
4.2.1	Dosel.....	35
4.2.2	Subdosel.....	35
4.2.3	Estrato arbustivo.....	35
4.2.4	Estrato herbáceo	35
4.2.5	Composición de epífitas.....	35
4.2.6	Amenazas alrededor de las localidades de estudio	36
4.3	Resultados: Analisis del hábitat.....	37
4.3.1	Composición florística	37
4.3.2	Estructura florística	42

4.3.3	Análisis de Similitud (Diversidad)	46
4.4	Amenazas al hábitat	52
4.5	Conclusiones.....	52
5.	Recomendaciones de Manejo Forestal	54
5.2	Manejo de Bosque Nativo para Aprovechamiento.....	55
5.3	Restauración Biológica	58
6.	Bibliografía	60

Índice Tablas

Tabla 1.	Sitios donde se realizó el monitoreo poblacional de <i>Setophaga chrysoparia</i> ..	10
Tabla 2.	Abundancia relativa de <i>Setophaga chrysoparia</i> (individuos/parvada) en sitios de muestreo de la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Guatemala.....	21
Tabla 3.	Sitios de muestreo de caracterización florística del hábitat de <i>Setophaga chrysoparia</i>	30
Tabla 4.	Especies más abundantes del estrato arbóreo para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.....	38
Tabla 5.	Especies más abundantes del estrato arbustivo para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.....	39
Tabla 6.	Especies más abundantes del estrato de hierbas leñosas para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.....	41
Tabla 7.	Especies más abundantes del estrato de hierbas no leñosas para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.....	41
Tabla 8.	Especies más abundantes del estrato de epífitas para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica estudiados.....	42
Tabla 9.	Comparaciones pareadas de composición florística de todos los grupos contrastados..	46
Tabla 10.	Principales especies responsables de la disimilitud florística entre México y Honduras.....	47
Tabla 11.	Principales especies responsables de la disimilitud florística entre México y Guatemala.....	47
Tabla 12.	Principales especies responsables de la disimilitud florística entre Honduras y Guatemala.....	48
Tabla 13.	Comparaciones pareadas para composición florística, altura y DAP, considerando la abundancia del Chipe cachetes dorados (<i>Setophaga chrysoparia</i>). ...	49
Tabla 14.	Árboles más abundantes y frecuentes con DAP > 10 cm ubicadas en el dosel en tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino	55
Tabla 15.	Árboles más abundantes y frecuentes con DAP entre 6-10 cm ubicadas en el dosel en tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino	55
Tabla 16.	Características estructurales y de composición del dosel de los bosques de pino-encino según la abundancia de <i>Setophaga chrysoparia</i>	56

Tabla 17. Características estructurales y de composición del subdosel de los bosques de pino-encino según la abundancia de <i>Setophaga chrysoparia</i>	56
---	----

Índice Figuras

Figura 1. Abundancia relativa (individuos/parvada) (A) y Tasa de cambio anual en relación a la media poblacional (B) de <i>Setophaga chrysoparia</i> para la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica	23
Figura 2. Abundancia relativa (individuos/parvada) (A) y Tasa de cambio anual en relación a la media poblacional (B) de <i>Setophaga chrysoparia</i> para los sitios de monitoreo en México (Chiapas) en la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica	25
Figura 3. Abundancia relativa (individuos/parvada) (A) y Tasa de cambio anual en relación a la media poblacional (B) de <i>Setophaga chrysoparia</i> para los sitios de monitoreo en Guatemala en la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica.	26
Figura 4. Abundancia relativa (individuos/parvada) (A) y Tasa de cambio anual en relación a la media poblacional (B) de <i>Setophaga chrysoparia</i> para los sitios de monitoreo en Honduras en la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica.	28
Figura 5. Diseño de la unidad de muestreo (parcela modificada de Whittaker). I: parcela principal de 20 x 50 m (0.1 ha); II: subparcela de 15 x 20 m; III: subparcelas de 5 x 2 m.	35
Figura 6. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (nMDS) de los censos realizados en tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica.	37
Figura 7. Cluster de similitud florística de de los censos realizados en tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica.	37
Figura 8. Cobertura del dosel por grupos de especies en la Ecorregión del Bosque de Pino-encino de Centroamérica	39
Figura 9. Cobertura del subdosel por grupos de especies en la Ecorregión del Bosque de Pino-encino de Centroamérica.	40
Figura 10. Clases diamétricas del dosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.	43
Figura 11. Clases de altura del dosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.	43
Figura 12. Área basal del dosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.	44
Figura 13. Clases diamétricas del subdosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.	45
Figura 14. Clases de altura del subdosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.	45
Figura 15. Área basal del subdosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.	46

Figura 16. Comparación de la altura y DAP del estrato arbóreo comparando los bosques de pino-encino con diferente abundancia del *Setophaga chrysoparia*. 49

Figura 17. Caracterización del dosel en función de la abundancia de *Setophaga chrysoparia* en los bosques de pino-encino 51

Figura 18. Caracterización del subdosel en función de la abundancia de *Setophaga chrysoparia* en los bosques de pino-encino 52

1. Introducción

La Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica toma su nombre de la asociación vegetal de los árboles dominantes de los géneros *Pinus* spp. y *Quercus* spp., que ocupan un rango altitudinal amplio, entre 600 a 2,500 msnm, por su escala biogeográfica. Sin embargo, existen variantes de su composición y estructura cuando se mezclan con especies latifolidas como *Ostrya* spp., *Alnus* spp., *Liquidambar styraciflua*, entre otras (Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad, Alianza para la Conservación de Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, The Nature Conservancy, 2010). En términos geográficos abarca el Norte, Centro y Sur de Chiapas (México), las tierras altas de Guatemala, el Este de El Salvador, la mayor parte de Honduras, y el Noroeste de Nicaragua; y tiene una extensión de 124,239 km² (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2017a). Además, es parte de uno de los diez biomas de la región Mesoamericana, el Bioma de Bosques Tropicales y Subtropicales de Coníferas Neotropicales. Este bioma contiene los bosques de coníferas más extensos en el mundo (WWF, 2018).

Esta Ecorregión es de gran riqueza ecológica, social, cultural y económica para los países que la conforman. A nivel ecológico, tiene una alta riqueza de pinos y encinos, además es considerada una región de importancia para aves endémicas, y provee de hábitat para un gran número de aves migratorias, entre ellas la especie *Setophaga chrysoparia* (chipe cachetes dorados o Golden-cheeked Warbler por su nombre en inglés), ave considerada en Peligro de Extinción por UICN (WWF, 2001; Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad, Alianza para la Conservación de Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, The Nature Conservancy, 2010).

A pesar de la importancia de estos bosques, al igual que otros ecosistemas ha sufrido la pérdida de biodiversidad y la degradación del ecosistema, debido a amenazas como aprovechamiento ilegal de madera, extracción insostenible de recursos, incendios forestales, el avance de la frontera agropecuaria, prácticas forestales insostenibles, minería a cielo abierto, plagas forestales y el desarrollo urbano (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2017a). Es debido a estas amenazas que actualmente la Ecorregión cuenta con una cobertura boscosa de 37,959 km², equivalente al 31% del área total (según datos del 2014) (Alba-López et al., 2015).

En 2001, WWF evaluó el estatus de la Ecorregión como en peligro crítico (WWF, 2018). Posteriormente, en 2003, instituciones no gubernamentales conformaron la Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, quien hasta la fecha ha trabajado en pro de la conservación y manejo sostenible de estos ecosistemas.

Durante alrededor de 15 años la Alianza ha estudiado y monitoreado el ave migratoria *Setophaga chrysoparia*, ave que se estableció como especie bandera de la Ecorregión. En 2004, se generó un protocolo con método estándar para el estudio regional del chipe cachetes dorados en la Ecorregión (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2017b).

Actualmente, se cuentan con datos de abundancia de 8 temporadas de migración de *Setophaga chrysoparia* (2006-2010 y 2014-2018) en 17 sitios correspondientes a tres países, México, Guatemala y Honduras, por lo que se tiene por objetivo analizar e identificar cambios en la abundancia. Además se realizó una caracterización florística de los bosques de pino-encino en los sitios de monitoreo, para determinar especies claves y las características del hábitat invernal de *Setophaga chrysoparia*, que ayuden a definir recomendaciones de manejo forestal del bosque. Esta información será de utilidad en la implementación de las estrategias establecidas en el Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Setophaga chrysoparia* (2018-2028) (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2017a).

2. Objetivos

2.1 General

Analizar la abundancia y hábitat invernal del Chipe Cachetes dorados (*Setophaga chrysoparia*) en 3 países de la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica.

2.2 Específicos

- Identificar cambios poblacionales del Chipe Cachetes dorados (*Setophaga chrysoparia*)
- Describir la composición florística y estructura de la vegetación de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino.
- Identificar las especies y características clave de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino.
- Determinar diferencias entre los bosques que habita y los que no habita el Chipe Cachetes Dorados (*Setophaga chrysoparia*).
- Identificar los principales factores de perturbación que afectan la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino y la conservación del Chipe Cachetes Dorados (*Setophaga chrysoparia*).
- Recomendar acciones de manejo para la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.

3. Análisis Poblacional de *Setophaga chrysoparia*

3.1 Áreas de Estudio

La Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica cuenta con una extensión de 103.842,71 km² e incluye porciones de México (Chiapas), Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2017a). El estudio poblacional se desarrolló en tres de los cinco países; en México (estado de Chiapas), Guatemala y Honduras. En cada país el monitoreo se realizó en 6 sitios, a excepción de México que se realizó en cinco sitios, para un total de 17 sitios en los tres países (Tabla 1).

Tabla 1. Sitios donde se realizó el monitoreo poblacional de *Setophaga chrysoparia*

Sitio	Municipios	País	Tenencia de la tierra y Uso de suelo	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m.)
Huitepec	San Cristóbal de Las Casas/San Juan Chamula	México	Servidumbre ecológica	16°45'16.2"N, 92°40'42.6"O	2130-2636
Moxviquil	San Cristóbal de Las Casas	México	Servidumbre ecológica	16°45'23.0"N, 92°38'00.5"O	2015-2471
Laguna del cochi	San Cristóbal de Las Casas	México	Servidumbre ecológica	16°43'39.7"N, 92°36'02.4"O	2247-2405
Lagos de Montebello	La Trinitaria	México	Área Natural Protegida	16°06'53.6"N, 91°43'33.1"O	1375-1599
Coapilla	Coapilla	México	Ejido bajo aprovechamiento forestal	17°09'56.7"N, 93°09'04.1"O	1563-2019
Cubulco	Cubulco	Guatemala	Propiedad privada	14°59'07.6"N, 90°36'32.6"O	1405-2196
San Lorenzo Mármol	Río Hondo	Guatemala	Área Natural Protegida	15°05'58.8"N, 89°40'09.0"O	1486-1996
San Jerónimo	San Jerónimo	Guatemala	Propiedad privada	15°13'50.9"N, 90°17'05.6"O	1346-1765
Gualán	Gualán	Guatemala	Área Natural Protegida	15°11'09.3"N, 89°20'35.8"O	946-1182
Cerro Alux	San Lucas Sacatepéquez	Guatemala	Propiedad Privada y Área Natural Protegida	14°36'35.1"N, 90°38'25.2"O	1739-2317
Morazán	Morazán	Guatemala	Propiedad privada dentro de Área Natural Protegida	14°59'54.6"N, 90°07'03.2"O	1139-1675
La Tigra	Tegucigalpa	Honduras	Área Natural Protegida	14°12'38,1"N, 87°07'31,9"O	1445-1944
Uyuca	San Antonio de Oriente	Honduras	Área Natural Protegida	14°01'57.3"N, 87°05'19.4" O	1507-1645
Corralitos	Distrito Central	Honduras	Área Natural Protegida	14°19'06.6"N, 87°16'31.6" O	1206-1582
La Muralla	La Unión	Honduras	Área Natural Protegida	15°04'11.6"N, 86°43'58.5" O	1187-194
Celaque	Gracias	Honduras	Área Natural Protegida	14°33'39.4"N, 88°37'48.2"O	1286-1506
Yamaranguila	Yamaranguila	Honduras	Propiedad privada	14°18'06.7"N, 88°12'13.2" O	1835-1933

3.1.1 México

Huitepec

Tiene una superficie de 135.75 ha., fue establecida como Reserva con fines de Conservación por Pronatura en 1986 y su nombre oficial es "Reserva Ecológica Huitepec". Se ubica en la porción noroeste del valle de San Cristóbal de Las Casas, a una altitud entre los 2,230 y los 2,750 msnm con pendientes entre los 40° y 60°. El clima es sub-húmedo con lluvias en verano y la temperatura oscila en el rango entre 12-14° para las zonas bajas y 1-12° para las zonas altas (Enríquez-Rocha y Rangel-Salazar, 2009 citado por Pronatura Sur, 2016). El acceso a la reserva se ubica sobre la carretera a San Juan Chamula-Zinacantán a 4.5 km del centro de la ciudad y cuenta con un sendero turístico de 2.5 kilómetros que recorre los dos tipos de ecosistemas principales presentes en la reserva (Pronatura Sur, 2016). La "Reserva Ecológica Cerro Huitepec" constituye uno de los últimos remanentes de bosque primario en la región central de los Altos de Chiapas (Marcial et al. 1998, citado por Pronatura Sur, 2016).

Se han registrado 315 especies de plantas vasculares y se identificaron dos tipos de vegetación primarios: bosque mesófilo de montaña y bosque de encino, así como cuatro comunidades secundarias denominadas el zacatonal, el matorral, el bosque incipiente y el bosque sucesional intermedio, las cuales derivan o tienen su origen de los ecosistemas primarios de la reserva (Marcial et al. 1998, citado por Pronatura Sur, 2016).

En Huitepec, el bosque de encino presenta un alto número de especies y se distribuye a lo largo de una franja altitudinal que va de los 2450 a 2620 m de altitud, el dosel está dominado en 95% por especies del género *Quercus* que alcanzan entre 30-35 m de altura como *Q. crassifolia*, *Q. rugosa*, *Q. laurina*, *Q. candicans*, *Q. aff. acutifolia*, *Q. crispipilis* y *Quercus sp.*, esta dominancia la comparten con *Arbutus xalapensis* y *Alnus acuminata* subsp. *arguta*; *Oreopanax xalapensis*, *Styrax magnus* y *Viburnum jucundum* ssp. *jucundum*. Existe un estrato arbóreo bajo, relativamente disperso, que incluye a *Garrya laurifolia*, *Oreopanax xalapensis*, *O. arcanus*, *Prunus serotina* subsp. *capuli*, *Myrsine juergensenii* y *Viburnum jucundum*. El estrato arbustivo es denso, con especies de los géneros *Cestrum*, *Fuchsia*, *Gaultheria*, *Litsea*, *Senecio* y *Xylosma*, en tanto que en la capa de herbáceas son comunes varios helechos de los géneros *Adiantum*, *Asplenium* y *Polypodium* (Pronatura Sur, 2016).

Las epifitas son abundantes y podemos encontrar especies como *Cuitlauzina pulchella*, *Tillandsia ezii*, *Tillandsia ponderosa*, *Tillandsia guatemalensis*, *Stelis ornata*, *Epidendrum propinquum*, *Epidendrum eximium*, *Isochilus aurantiacus*, *Peperomia tetrphylla*, *Peperomia galioides* y *Pleopeltis macrocarpa* var. *interjecta* (Pronatura Sur, 2016).

Moxviquil

Tiene como nombre oficial Reserva Ecológica Moxviquil ocupa una superficie de 101.27 hectáreas pertenecientes a Pronatura Sur. Se ubica en los cerros al norte de la

cabecera del municipio de San Cristóbal de Las Casas que es el más grande los asentamientos urbanos de la región Altos Tsotsil Tseltal de Chiapas. La altitud del sitio se encuentra en el rango de 2170 a 2470 msnm con pendientes de 30 a 40% (Pronatura Sur, 2016).

Fisonómicamente se define a la vegetación que se encuentra en Moxviquil, como un bosque secundario de encino o acahual arbóreo de encino, caracterizándolo por ser un bosque en regeneración con una alta densidad de tocones (árboles podados) y una presencia regular de pastos con especies colonizadoras en el sotobosque que son indicadores del intenso aprovechamiento forestal que tuvo el bosque en años anteriores (González–Espinosa et al. 1997, citado por Pronatura Sur, 2016).

La estructura y fisonomía del bosque de encino de Moxviquil es la de un acahual maduro inicial, es decir, el hábitat aún no ha alcanzado la madurez desde el punto de vista estructural presentando un dosel no tan definido en algunas áreas de la reserva y un aspecto arbustivo en muchos casos, observando que la altura de los arboles va de los 12 a 15 metros hasta los 3 a 6 metros, la mayoría con ramas creciendo desde la base del tronco y sin un fuste definido. En cuanto a la composición florística, el componente arbóreo que domina la mayor parte del área está representado por *Quercus segoviensis*, *Quercus crispipilis*, *Buddleja americana*, *Arbutus xalapensis*, *Cornus excelsa*, *Garrya laurifolia*, *Litsea neesiana*, *Crataegus mexicana* y *Ageratina ligustrina*. En las partes altas y húmedas de la reserva el componente arbóreo cambia y es reemplazado por especies de hojas más perennifolias *Quercus crassifolia*, *Quercus rugosa*, *Myrsine juergensenii*, *Symplocos limoncillo*, *Oreopanax xalapensis* y *Viburnum jucundum*, en estos sitios pueden encontrarse muy dispersos individuos de *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis*, sin llegar a ser un elemento importante del dosel (Pronatura Sur, 2016).

Laguna del Cochi

Se localiza al oriente de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, en un gradiente altitudinal que oscila entre 2267-2363 msnm. La comunidad vegetal que predomina en esta localidad se le considera como bosque de pino-encino, sin embargo, debido al manejo forestal e intervención humana que ha sido aplicado en este hábitat, se ha propiciado una variedad de asociaciones arbóreas, por ejemplo, se encuentra la asociación de *Pinus-Quercus* en primera instancia, seguida de la asociación de *Pinus* spp., y por último una asociación de *Crataegus-Quercus*; estas son asociaciones que representan fases sucesionales de la vegetación original, así como dominancia de ciertas especies de acuerdo al relieve del terreno (Martinez-Ovando et al 2017).

Actualmente el sitio está destinado a actividades de recreación y protección de los recursos naturales y el medio ambiente. Denominado por los propietarios como “parque ecológico El Encuentro”. A pesar de la degradación del sitio, han seguido apareciendo especies funcionales como *Cornus excelsa*, *Quercus rugosa*, *Q. peduncularis* y *P. oocarpa*, siendo estas intolerantes a la sombra, lo que indica que son especies clave para impulsar la regeneración temprana de cualquier área que se encuentre parcial o totalmente desprovista de vegetación en esta localidad,

favoreciendo la aparición de especies con tolerancia a la sombra (Martínez-Ovando et al 2017).

Lagos de Montebello

Su nombre oficial es Parque Nacional Lagunas de Montebello, decretado como un área natural protegida en 1959, localizada en la región Sur-Sureste del estado de Chiapas, en la frontera con Guatemala. Este Parque abarca una superficie de 6,425 ha y comprende parte de los municipios La Independencia y la Trinitaria (CONANP, 2007).

En el Parque se presenta clima tipo templado húmedo con lluvias todo el año y en el extremo Noroeste, cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (García, 1981, citado por CONANP, 2007). La temperatura media mensual es de 23.6 °C con una oscilación térmica anual de 5.6 °C; el mes más frío es enero con un promedio de 20.9 °C y el más cálido abril, con un promedio mensual de 25.6 °C. La precipitación media del mes más seco es menor a 40 mm. Durante la temporada de lluvia, la precipitación es de 1200 a 1400 mm, con 90 a 119 días de lluvia. El mes más húmedo es septiembre. La frecuencia de la dirección del viento es principalmente del sur; no se presentan heladas (CONANP, 2007).

Las principales asociaciones vegetales son: bosque de coníferas, bosque de latifoliadas, bosque mesófilo de montaña, vegetación riparia, vegetación secundaria y zonas de cultivo (Serie II INEGI, 2000; Inventario Forestal Nacional, 2000-2001, citado por CONANP, 2007).

La comunidad vegetal más importante es el bosque de coníferas. La especie más abundante es *Pinus oocarpa*, localizada en el centro y Noroeste del Parque, se desarrolla sobre terrenos someros y en localidades con precipitación anual por debajo de los 1,200 mm (CONANP, 2007). Otra comunidad vegetal importante son los bosques de Pino-encino-liquidámbar. Su característica distintiva es la presencia de *Liquidambar styraciflua*, en codominancia con *Quercus* spp. y varias especies de *Pinus* spp. Se considera que este tipo de bosque es una fase secundaria de la sucesión del bosque mesófilo, una etapa previa al establecimiento de este tipo de bosque, cuando los factores de disturbio son aminorados o definitivamente suspendidos (CONANP, 2007).

La riqueza de especies leñosas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello está representada por 208 variedades, número considerablemente alto para una superficie relativamente pequeña. Este valor representa 53% de la composición florística de especies leñosas registradas para regiones como la de Los Altos de Chiapas, compuesta por 388 especies de arbustos y árboles (González-Espinosa et al., 1997 citado por CONANP, 2007).

Coapilla

El Ejido de Coapilla pertenece al Municipio del mismo nombre y se ubica en la llamada Selva Negra de la Sierra de Pantepec en la región de las Montañas del Norte de Chiapas. El ejido es conformado por 261 ejidatarios, fue fundado en la década de 1920 y actualmente tiene una superficie total de 6,108.20 ha. El área recibe una precipitación anual de 1800 mm, el clima es cálido-húmedo con fuertes lluvias en verano entre junio y octubre. Aproximadamente el 75% del área total de Coapilla se caracteriza por cuevas empinadas (Gerez-Fernández et al., 2003, citado por Balam-Ballote, et al. 2010).

En el ejido se realizan aprovechamientos forestales formales desde mediados del siglo pasado, es un referente en el estado de Chiapas por su experiencia en organización comunitaria para la producción y manejo forestal (Elgueta-Miranda, 2008).

Coapilla posee bosques naturales característicos de clima templado-frío, donde las asociaciones más frecuentes son las de pino-encino, pino-liquidámbar-encino, encino-liquidámbar en distintos grados de fragmentación. Los bosques de Coapilla pertenecen a etapas de degradación del bosque mesófilo correspondientes a una sucesión secundaria producida por las alteraciones derivadas de la actividad agrícola y pecuaria, así como de aprovechamientos forestales realizados el siglo pasado e incendios. Se encuentran en el bosque elementos característicos del bosque mesófilo (*Magnolia sharpii*, *Clethra macropylla*, *Podocarpus matudaj*, *Persea americana*, *P.schiedeana*, *Calyptrhantes pallens*, *Weinmannia pinnata*, etc), suprimidos por otras asociaciones menos exigentes como encino-liquidámbar y pino-liquidámbar (Elgueta-Miranda, 2008).

De acuerdo al censo de INEGI del 2005, el ejido tiene destinada una superficie de 1,160 ha para la conservación, 1,473 para restauración, 999 hectáreas bajo el régimen de manejo forestal y 1,194 hectáreas son consideradas como no forestales de acuerdo a los criterios que establece el Plan de Manejo Forestal (Elgueta-Miranda, 2008).

3.1.2 Guatemala

Cubulco

Este sitio es bosque húmedo subtropical templado (Simmons, 1982), siendo las especies predominantes el pino (*Pinus oocarpa*) y el encino (*Quercus* sp.). El período de lluvia más frecuente corresponde a los meses de mayo a noviembre, variando de intensidad según la situación orográfica de la zona. La precipitación oscila entre 1100 a 1349 mm anuales. La biotemperatura anual varía entre los 10 y 26 °C. Los terrenos correspondientes a esta zona son de relieve ondulado a accidentado, y escarpado. La elevación varía entre los 1000 hasta 2300 msnm (Matteucci, 1982).

Se encuentra en la provincia fisiográfica de las tierras altas cristalinas, en esta región predomina el tipo de roca serpentina, esquistos gneises y el granito. La característica de esta región es que se encuentra ubicada entre dos sistemas de fallas las que

determinan el patrón de drenaje de los ríos Cuilco, Chixoy y Motagua (Matteucci, 1982).

Respecto al uso de la tierra, su principal uso es el manejo forestal, debido a que los suelos en general son poco profundos, con relieves escarpados y no aptos para cultivos. La regeneración no prospera en el área debido a incendios en menor escala y falta de manejo. El manejo inadecuado del bosque se da por el desconocimiento del uso de las especies nativas por lo que se hace necesario implementar un plan de manejo con énfasis en la reproducción de especies con semillas nativas, ya que en las comunidades no poseen viveros para la reproducción de especies (Gil, 2012).

San Lorenzo Mármol

Este sitio pertenece a la zona de amortiguamiento del área protegida llamada Sierra de las Minas que se encuentra en la categoría de Reserva de Biósfera. Esta zona se caracteriza por ser un bosque subtropical húmedo. Entre las especies arbóreas en la Sierra de Las Minas se encuentran abetos, cedros, encinos, liquidámbaros y pinos de diferente variedad. Es un bosque mixto de pino-encino (*Pinus* sp. y *Quercus* sp.). Es un área rica en aráceas, arecáceas, ericáceas, orquídeas, y epífitas. El área presenta poca perturbación humana. También se debe a las características geográficas de la zona, ya que se encuentran pendientes pronunciadas. En el sitio se presentan temperaturas bajas y lluvias constantes. La altitud varía desde 1800 a 2200 msnm (Suchini, 2000). El único impacto que tiene el área es una empresa que extrae mármol.

San Jerónimo

La mayor parte del área boscosa de San Jerónimo, se encuentra en el área protegida Reserva de Biósfera Sierra de las Minas y el Astillero Municipal (bosque municipal con fines de aprovechamiento forestal). La cobertura del bosque latifoliado es de 3.58 %, el bosque conífero es equivalente a 29.36 % y el bosque mixto pino-encino, con un 20.25 % de la superficie general del Municipio (García, 2009). El estado de conservación del área podría asumirse que es medio, ya que hay presencia de cultivos de café, maíz, frijol, güisquil y tomate. Las áreas en las que se hizo el monitoreo, son áreas privadas/comunitarias, ninguna pertenece a la Municipalidad.

Gualán

Según la clasificación bioclimática de zonas de vida, el sitio se encuentra en la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical templado (De la Cruz, 1982). Entre las especies forestales predominantes se encuentran pino de ocote (*Pinus oocarpa*), encino (*Quercus* sp.), roble (*Quercus* sp.), cedro (*Cedrela odorata*), chico zapote (*Manilkara zapota*), nance (*Byrsonima crassifolia*), Santa María (*Calophyllum* sp.), entre otras.

Gualán posee el 6.49 % del área protegida de Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, que corresponde a 15,732.94 ha. El terreno es duro y rocoso, con altitudes relativamente uniformes que van entre 1000 y 1150 msnm, está ubicado al pie de la Sierra de las Minas, es un área rica en jade y mármol. Gualán se encuentra sobre la Región Fisiográfica de las Tierras Altas Cristalinas, en la Subregión de la Sierra de las

Minas, sobre la unidad fisiográfica del mismo nombre (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2001).

La precipitación pluvial en el sitio de estudio es de alrededor de 1,300 mm anuales, con temperatura promedio alrededor de los 25 grados, con alrededor de 7.5 meses de sequía (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2003). Según la clasificación de zonas de vida se esperaría que en el área la precipitación sea superior a los 1,100 mm anuales, y temperatura inferior a los 25 grados. Se considera que los usos más recomendables para el área son el manejo forestal y la protección (De la Cruz, 1982).

El estado de conservación del área podría asumirse que es medio, ya que hay presencia de ganado, y cultivos. Las áreas en las que se hizo el monitoreo, se encuentran en la zona de amortiguamiento dentro del área protegida Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas.

Cerro Alux

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Guatemala (De la Cruz, 1982), la Cordillera Alux corresponde al Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (Bh-Mb). Las principales especies indicadoras de esta zona de vida son los Encinos (*Quercus conspersa*, *Q. tristis*, *Q. brachistachys*, *Q. acatenanguensis*, *Q. peduncularis*, *Q. pillicaulis*, *Q. skinneri*, *Q. tristis*, *Ostrya* sp. y *Carpinus* sp.), asociados generalmente con algunas especies de coníferas (*Pinus pseudostrobus*, *P. maximinoi*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. montezumae* y *Cupressus lusitanica*), razón por la cual se denominan "Bosques de Pino-Encino". El bosque latifoliado, ocupa los lugares más húmedos, principalmente las riberas de los ríos. Este bosque está compuesto por las especies *Trema micrantha*, *Bocconia arborea* (Sangre de chucho), *Prunus capulí*, *Ostria virginiana* var. *guatemalensis* y *Arbutus xalapensis*, entre otras (De la Cruz, 1982).

Las diferencias altitudinales de la Cordillera Alux, van desde los 1,600 a 2,305 msnm (CONAP, 2010). El clima es templado, con invierno benigno, húmedo y estación seca. En el área se definen dos épocas: la seca, de noviembre a abril, y la lluviosa de mayo a octubre. La temperatura media es de 19.26°C, la humedad relativa es de 78.45 %. La precipitación media anual es de 1265.80 milímetros y la evapotranspiración media anual es de 830.66 milímetros (CONAP, 2010).

Los suelos de la Cordillera Alux, se ubican dentro de la región fisiográfica Tierras Altas Volcánicas y la Subregión Montañosa y Planicie Central. Las Tierras Altas Volcánicas se caracterizan por encontrarse cubiertas de basalto y riolacitas, las cuales se desarrollaron sobre el basamento cristalino y sedimentario, que se encuentra hacia el norte del valle hendido (graven), en que está localizada la ciudad de Guatemala (Guerra, 1986).

El estado de conservación del sitio se considera Medio, ya que hay presencia de cultivos agrícolas, y está muy cercano a centros poblados con alto desarrollo urbano.

Las áreas en las que se hizo el monitoreo, son: 3 áreas privadas/comunitarias y 2 pertenecen a la Municipalidad.

Morazán

Este sitio presenta un bosque subtropical húmedo. Presenta diversidad de microclimas, ecosistemas o zonas de vida, es cálido seco en las partes bajas y templado y frío en sectores altos. Hay comunidades que pasan de los 1523 msnm, con temperatura relativamente fría (Franco, 2015). Según Franco (2015), las variaciones de temperatura son desde 6 hasta 42.5 grados centígrados. La topografía es irregular y cuenta con un suelo arcilloso con abundante piedra.

El estado de conservación del sitio se considera Medio, ya que hay presencia de ganado y cultivos agrícolas. Las áreas en las que se hizo el monitoreo, son áreas privadas/comunitarias que están en la zona de amortiguamiento dentro del área protegida Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas.

3.1.3 Honduras

La Tigra

El Parque Nacional La Tigra cuenta con una extensión de 24,040 ha de bosque dividida en zona de amortiguamiento y zona núcleo, que forma parte de la cadena montañosa central de Honduras. El parque nacional es una fuente generadora de agua dulce y pura, así como zona de refugio para la biodiversidad nativa y migratoria (ICF- USAID ProParque- AMITIGRA, 2014).

La Tigra tiene una gran variedad de flora y fauna, entre la vegetación se puede mencionar especies de árboles como el *Pinus oocarpa*, Encinos (*Quercus spp.*), *Liquidámbar styraciflua*, Aguacatillos (*Persea caerulea*) entre otros. También existe diversidad de helechos, seis de ellos en peligro de extinción y las cuales son protegidos por Fundación Amigos de La Tigra, Amitigra (ICF- USAID ProParque- AMITIGRA, 2014).

La montaña de La Tigra fue el sitio donde se inició la actividad minera a inicios del siglo pasado hasta 1914, la cual era conocida como Mina El Socorro, y donde los productos principales eran oro y plata. Dada la importancia de actividad minera en el sitio se desarrolló una infraestructura comunitaria de donde surgió el pueblo de El Rosario y el de San Juancito. Las instalaciones habitacionales desarrolladas para albergar a quienes vivían de la actividad minera, son las que actualmente utiliza la Fundación Amitigra para prestar servicios de turismo. El ecosistema del Parque corresponde a bosque nublado. La razón principal de protección fue la de mantener una continua producción de agua de la montaña, misma que actualmente provee de éste vital líquido al 40% de la población de la capital de Honduras (ICF- USAID ProParque- AMITIGRA, 2014).

Uyuca

La Reserva Biológica Uyuca está situada en los municipios de San Antonio de Oriente y Tatumbla, Francisco Morazán. La Reserva se encuentra a 15 km al sureste de la ciudad de Tegucigalpa y a 14 km de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. La Reserva cuenta con una superficie de 237 ha, está arriba de la cota de 1,700 msnm sobre un área forestal protegida de 580 ha. (Mora y López, 2013).

En el cerro Uyuca predominan las áreas de laderas con pendientes moderadas a fuertes. Esta característica, aunado a la precipitación de la zona, la temperatura y la duración de la época lluviosa condicionan el tipo de vegetación en la Reserva. En ella, los bosques de pino son los más comunes, aunque en las partes más altas de la reserva existe bosque latifoliado y mixto. Se pueden diferenciar tres tipos de comunidades vegetales, el bosque latifoliado maduro, los bosques mixtos y los relativamente puros dominados por pinabete además de bosques secundarios en diferentes fases de sucesión. En el bosque latifoliado de Uyuca existe una gran variedad y riqueza de especies de bromelias y epífitas que constituyen hábitats de importancia para otras especies de flora o fauna (Mora y López, 2013).

Según la clasificación de zonas de vida del sistema de Holdridge, en la zona de la Reserva Biológica Uyuca existen tres zonas de vida. Toda la zona núcleo de la reserva se encuentra dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS), la cual está rodeada por el Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS) que es el predominante en la zona de amortiguamiento de Uyuca. Además, en los límites de la zona de amortiguamiento existe una porción del Bosque húmedo subtropical (bh-S) (Mora y López, M, 2013).

La Reserva Biológica Uyuca constituye la fuente más importante de suministro de agua potable para las comunidades de Tatumbla, Hoya Grande, El Zamorano y Jicarito, siendo la zona de recarga hídrica para varias microcuencas abastecedoras de agua para comunidades aguas abajo (Mora y López, 2013).

Corralitos

El Refugio de Vida Silvestre Corralitos está localizado entre el Distrito central y el municipio de Cedros, aproximadamente a 45 minutos al noroeste de Tegucigalpa, tiene una extensión de 6,921 ha. Es un importante bosque nuboso, de coníferas y de hoja ancha. La montaña de Corralitos, se encuentran muchas especies de fauna: en las que alberga el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), chancho de monte (*Tayassu pecari*), guatusa (*Dasyprocta punctata*), gato de monte (*Felis yagouaroundi*), y una gran variedad de especies de aves de importancia ecológica (ICF, 2012).

La zona núcleo del área protegida está cubierta de bosque latifoliado, mientras que la zona de amortiguamiento presenta un tipo de bosque mixto donde predominan los pinos y encinos. Algunas zonas aledañas son utilizadas en parte para la realización de actividades agrícolas, como el cultivo de patate, lechuga, café entre otros (ICF, 2012).

La Muralla

Refugio de Vida Silvestre La Muralla forma parte de un macizo montañoso enclavado en un troncal de la Sierra de Agalta, sobresaliendo por su altitud y subsecuente riqueza de ecosistemas en un territorio predominante de bosque pinar. El Refugio tiene una extensión de 26,903 ha, área que se distribuye en tres municipios (Comité de Gestión del Área Protegida, 2016).

La Muralla cuenta con una gran variedad de especies de flora entre ellos helechos, musgos y líquenes características de los Bosques Latifoliados, Mixto y de Pino (Comité de Gestión del Área Protegida, 2016).

El Refugio de Vida Silvestre la Muralla provee una serie de servicios ambientales de uso directo e indirecto, por lo que existe un gran potencial de establecimiento de planes de compensación o pago por servicios ambientales (Comité de Gestión del Área Protegida, 2016).

Celaque

El Parque Nacional Montaña de Celaque se localiza en la región sur occidental del país, en la convergencia limítrofe de los departamentos de Lempira, Ocotepeque y Copan, tiene una extensión de 26,266.8 ha (la mayor extensión corresponde a Lempira - equivalente al 76% del área) (USAID ProParque, 2013).

El nombre Celaque se deriva del vocablo Lenca Celac, que significa Caja de Agua. El Parque está considerado como una de las áreas de bosque nublado de mayor importancia en el país, por su importancia en el abastecimiento de agua en la región y que en el nacen los ríos Ulúa que drena al Atlántico y el Lempa que drena al Pacífico (USAID ProParque, 2013).

La topografía es accidentada, con pendientes superiores a 60%, dándole a la vez el atractivo de grandes cascadas. En el parque se encuentra el punto más alto de Honduras Cerro las Minas con 2849 msnm. Celaque es considerado un ejemplo de la protección y conservación de los Recursos Naturales (USAID ProParque, 2013).

En cuanto a biodiversidad es refugio de muchos animales, tiene 6 de las 7 especies de pino reportados para Honduras, se han reportado la presencia de 269 especies de aves, 45 especies de mamíferos y 29 de reptiles y anfibios (USAID ProParque, 2013).

Entre los ecosistemas que pueden encontrarse están el bosque nublado, coníferas de altura y bosque de pino-encino. Los bosques nublados se encuentran en los picos más altos y reciben precipitaciones mayores de 2000 mm, y permanecen muy húmedos la mayor parte del año. El bosque mixto es una mezcla de pino y especies latifoliadas ubicados en la cota de los 1500 msnm. La estructura del pinar cambia a inmersas de una matriz de neblina intermitente. Este bosque es un estado transicional del bosque latifoliado o nublado; e incluye especies como Lesquín o Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) (USAID ProParque, 2013).

Yamaranguila

El municipio de Yamaranguila es perteneciente al departamento de Intibucá. El municipio de Yamaranguila tiene una superficie de 31,256 ha, de las cuales 9,818.6 ha se encuentran bajo manejo forestal, lo que representa un 31 % del área del Municipio. Aproximadamente 90% de los bosques de Yamaranguila son de tenencia ejidal y el restante es de tipo privado (Huarachi, 2015).

Ecológicamente cuenta con bosques montanos húmedos y bosque húmedo subtropical. Florísticamente está constituido por bosques latifoliados, bosques de coníferas con especies de *Pinus oocarpa*, *Pinus pseudostrobus*, bosques de mixtos y otros. El clima es variable, entre los 15 °C en zona alta, la zona media de 25 °C, a la zona cálida de 30°C, con meses lluviosos de junio a septiembre y más secos de marzo a abril (Huarachi, 2015).

Su población es de origen Lenca, alrededor de 21,560 habitantes, los cuales se dedican en su mayoría al cultivo de granos básicos como frijol, maíz, tubérculos como la papa, como frutas fresas, membrillo y durazno, caña de azúcar y hortalizas. En la ganadería realizan la cría de ganado vacuno, equino, porcino, ovino y aves de corral. (Huarachi, 2015).

3.2 Metodología: Muestreo de parvadas

Este monitoreo se realizó bajo los lineamientos de Protocolo para el estudio regional del Chipe de mejillas doradas (*Setophaga chrysoparia*) en Centroamérica - Versión 4 (Alianza para la conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2017b).

En cada sitio de estudio se estudiaron 5 parvadas forrajeras mixtas, la cual se define para este estudio, como una agrupación de por lo menos 10 individuos de 3 o más especies de aves insectívoras, que se asocian con distancias entre ellas de menos de 25 m en espacio, o menos de 15 segundos en tiempo, para la búsqueda de comida. Las áreas de muestreo se escogieron por sus características de bosques de pino-encino, los cuales debían estar separadas por al menos un kilómetro para asegurar la independencia de las parvadas.

El muestreo se realizó durante la época en que *Setophaga chrysoparia* es considerado "residente" en su área de invernación (15 de noviembre hasta 15 de febrero). Para estudiar cada parvada se emplearon 4 horas de la mañana (06:00-10:00) lo que permitió determinar la lista completa de aves que forman la parvada. En caso se perdiera la parvada se caminó rápidamente por la zona (dentro de 200 o 300 metros) para poder reubicarla.

3.2.1 Datos colectados sobre las aves

Para cada ave en la parvada se anotó su identificación de especie y su plumaje (por ejemplo, *Setophaga virens*, macho adulto). Aun aves no identificadas se anotaron, para que contribuyan a la determinación de densidad de aves en general. Para cada individuo, se anotó el minuto en que se detectó. En caso de observarse la especie *Setophaga chrysoparia*, se anotó: Sexo y tipo de plumaje (adulto o inmaduro), presencia de anillos de colores en las patas, especie de árbol (o planta) donde primera vez fue detectado el pájaro, altura del árbol (o planta) donde se observó y posición del ave en el árbol, a cuantos metros del suelo se encontraba.

3.2.2 Datos colectados sobre el sitio de estudio

Para cada parvada, se estimó el territorio o superficie ocupada por la parvada, y elementos del hábitat. Para ello se marcaron con GPS los puntos del exterior del polígono donde las aves de la parvada buscaban su alimento durante las 4 horas de observación. Además se tomaban datos de vegetación (cobertura por estratos, altura de los árboles, especies dominantes, entre otros) y con altímetro se determinaron los rangos de altitud mínima y máxima del polígono donde se estudió cada parvada.

3.3 Resultados: Análisis poblacional

Se presentan los datos de ocho temporadas de monitoreo realizada en dos períodos de tiempo no consecutivos, pero que para efectos del análisis se muestran de forma consecutiva¹. El primer período corresponde a muestreos realizados entre la temporada 2006-2007 a la temporada 2009-2010²; el segundo período corresponde a la temporada 2014-2015 a la temporada 2017-2018³. Los datos corresponden a 17 sitios de monitoreo en tres países (México, Guatemala y Honduras), de los cuales únicamente en siete sitios se realizó el monitoreo durante los ocho años (Tabla 2). En Guatemala sólo tres sitios tienen los 8 años de monitoreo (Cerro Alux, San Jerónimo y San Lorenzo Mármol), y en México son cuatro sitios (Coapilla, Huitepec, Laguna del Cochi y Moxviquil).

Tabla 2. Abundancia relativa de *Setophaga chrysoparia* (individuos/parvada) en sitios de muestreo de la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Guatemala

País	Sitio Muestreo	2007	2008	2009	2010	2015	2016	2017	2018	\bar{x}	DE	C.V%
Guatemala	Cerro Alux	0.20	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.10	138.01
Guatemala	Cubulco			1.40		0.80	0.20	0.00	0.20	0.52	0.58	110.81
Guatemala	Gualán					2.00	0.40	0.00	0.20	0.65	0.91	140.72

¹ Los datos corresponden a tres proyectos realizados por la Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica.

² Datos del proyecto financiado por Texas Parks and Wildlife Department a través del Section 6 grant program (Endangered Species Act funds)

³ Datos de dos Proyectos financiados por el U.S. Fish and Wildlife Department a través del Neotropical Migratory Bird Conservation Act Grant

País	Sitio Muestreo	2007	2008	2009	2010	2015	2016	2017	2018	X	DE	C.V%
Guatemala	Morazán			0.40		0.33	0.80	0.20	0.00	0.35	0.30	85.36
Guatemala	San Jerónimo	1.00	1.20	0.80	1.00	1.33	1.00	0.80	1.00	1.02	0.18	17.79
Guatemala	San Lorenzo Mármol	0.50	0.80	1.00	1.40	2.00	1.40	1.40	1.00	1.19	0.46	38.84
Honduras	Celaque						0.17	0.20	0.50	0.29	0.18	63.55
Honduras	Corralitos						1.20	0.20	0.20	0.53	0.58	108.25
Honduras	La Muralla	1.00					1.25	0.40	0.40	0.76	0.43	56.50
Honduras	La Tigra	0.50	1.14	3.00	2.20		1.25	0.80	0.80	1.38	0.90	64.71
Honduras	Uyuca		3.33	2.75	1.40		1.60	1.00	1.40	1.91	0.91	47.75
Honduras	Yamaranguila						1.60	1.40	1.40	1.47	0.12	7.87
México	Coapilla	1.33	1.40	0.40	1.25	0.75	1.40	1.40	0.80	1.09	0.39	35.46
México	Huitepec	0.00	0.60	0.80	0.00	0.60	0.20	0.60	0.00	0.35	0.33	95.37
México	Lagos de Montebello	1.00	1.40		1.33	1.00	1.00	0.83	1.00	1.08	0.21	19.00
México	Laguna del Cochi	1.00	1.60	0.40	0.40	1.00	0.60	0.60	0.80	0.80	0.40	50.00
México	Moxviquil	1.00	1.60	0.40	0.40	0.20	1.60	1.00	0.60	0.85	0.54	63.82
Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica		0.77	1.24	1.00	0.94	0.81	0.90	0.64	0.60	0.86	0.21	23.84

x: Promedio, DE: Desviación estándar, C.V%: Coeficiente de variación.

3.3.1 A nivel ecoregional

Setophaga chrysoparia en la Ecorregión de Bosque de Pino-encino presenta una abundancia relativa promedio de 0.86 ± 0.21 individuos/parvada, la dispersión de los datos es baja (C.V=23.8%). Sin embargo en la Figura 1A, se observa una tendencia de disminución de la abundancia relativa con respecto al primer año de monitoreo, lo cual se comprueba en la tasa de cambio con respecto a la media (Figura 1B), donde por cinco años de monitoreo (temporadas 2008-2009, 2009-2010, 2014-2015, 2016-2017 y 2017-2018) la tasa de cambio es negativa, terminando el último año (2017-2018) con una tasa de -0.04.

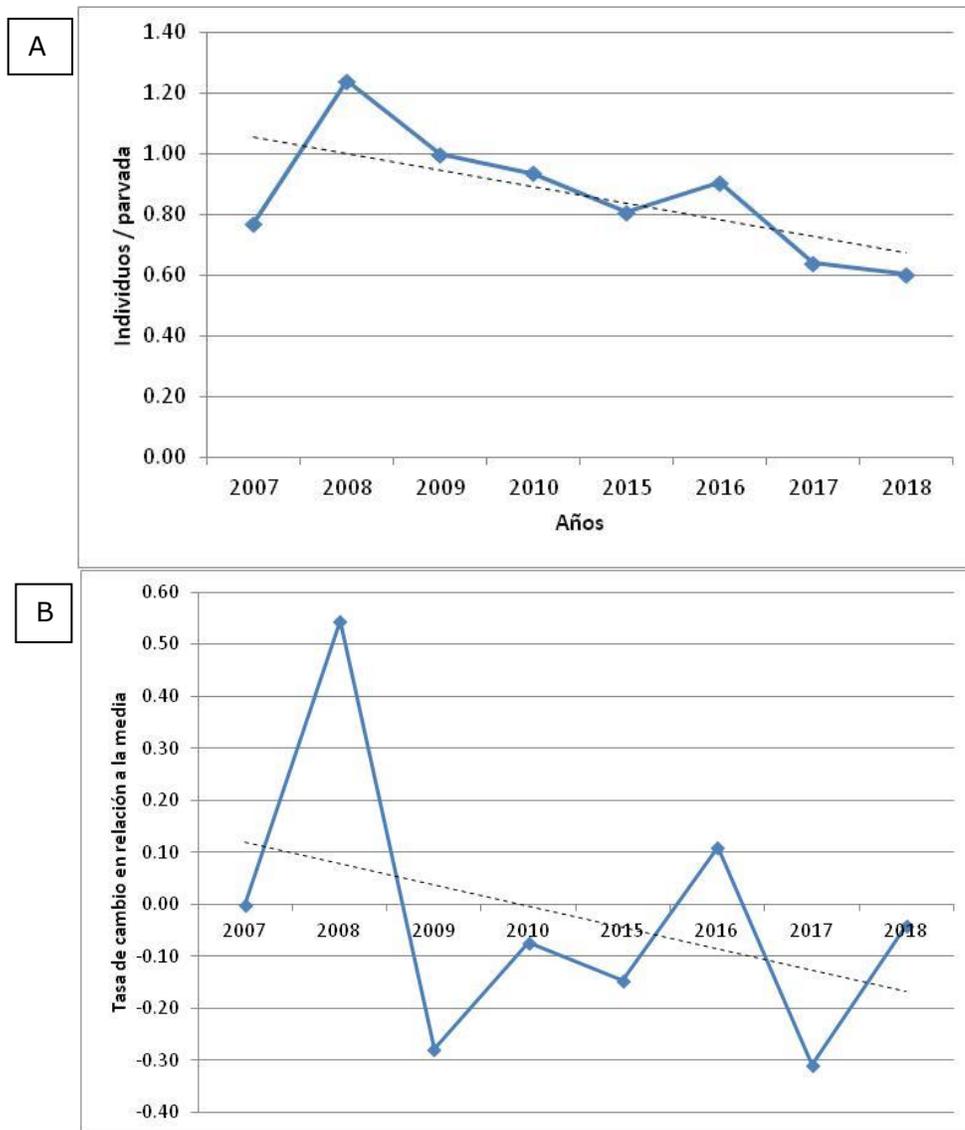


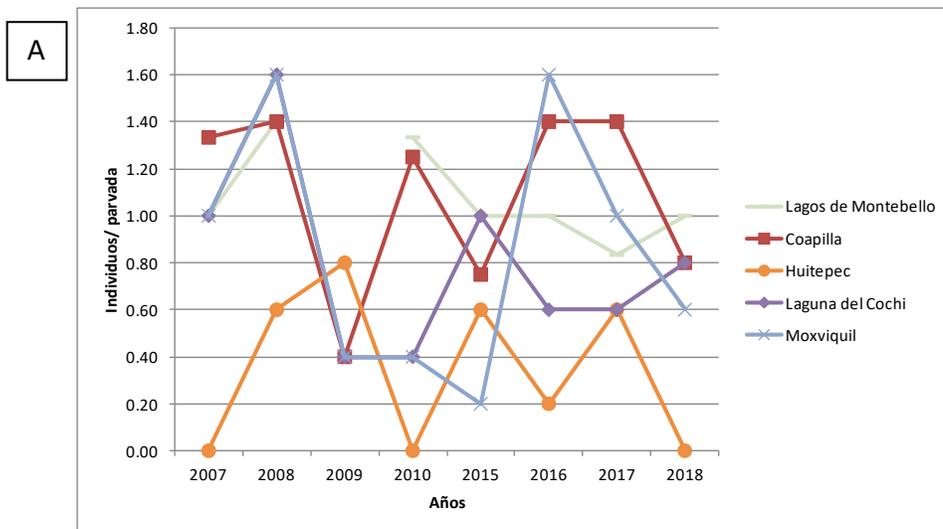
Figura 1. Abundancia relativa (individuos/parvada) (A) y Tasa de cambio anual en relación a la media poblacional (B) de *Setophaga chrysoparia* para la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica

3.3.2 A nivel de sitio de muestreo

En el estado de Chiapas (México) al analizar cada uno de los sitios de monitoreo, los sitios con menor variación o dispersión en la abundancia relativa anual son Lagos de Montebello (C.V= 19%) y Coapilla (C.V= 35%) quienes tienen los valores promedio de abundancia relativa más altos (1.08 ± 0.21 y 1.09 ± 0.39 individuos/parvada, respectivamente), mientras que el que presenta mayor variación es Huitepec (C.V= 95%) y quien presenta la menor abundancia (0.35 ± 0.33 individuos/parvada) (Tabla 2).

Al comparar los cinco sitios de monitoreo en México se puede observar en la Figura 2B, que Lagos de Montebello y Laguna Cochi son los únicos dos sitios que presentan una tendencia positiva en la tasa de cambio en relación a la media con valores de 0.15 y 0.25, respectivamente. Igualmente, en la abundancia relativa (Figura 2A) Lagos de Montebello en el último año presenta la misma abundancia que el primer año, y Laguna del Cochi no presenta mayores cambios en el número de individuos por parvada en el año 2018 con respecto al primer año de monitoreo.

Por otro lado, Coapilla, Huitepec y Moxviquil si presentan disminución en la abundancia relativa (Figura 2), siendo Huitepec quien presenta la menor abundancia relativa de todos los sitios y el que el último año tiene una tasa de cambio anual negativa más grande (-1.71). Las tasas de cambio en relación a la media de Coapilla y Moxviquil son de -0.55 y -0.47, respectivamente. Son interesantes estos resultados ya que tanto en Huitepec como Moxviquil, los sitios son Reservas ecológicas con fines de conservación, pero la superficie de ambas es pequeña (135 y 101 ha, respectivamente). En cambio Coapilla es un ejido donde se realiza aprovechamiento forestal, pero que también cuenta con bosque para conservación el cual tiene una superficie mayor (1160 ha).



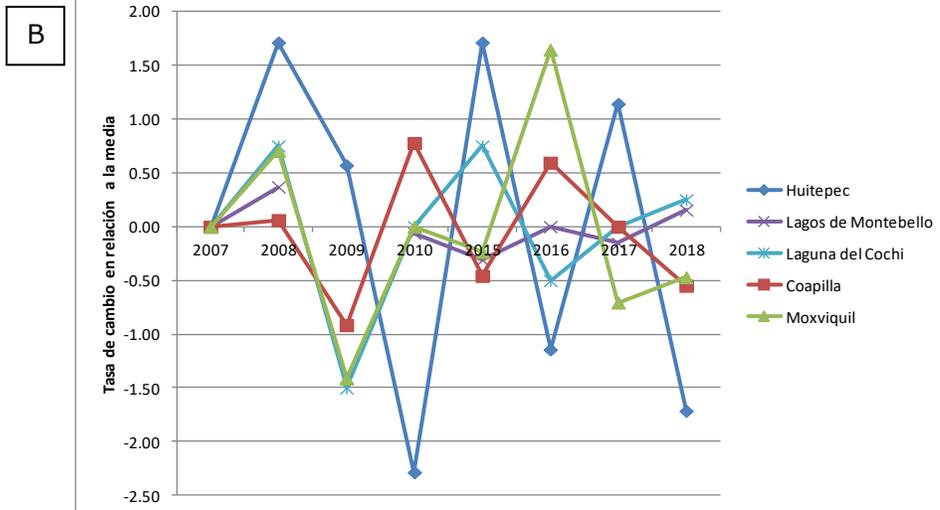


Figura 2. Abundancia relativa (individuos/parvada) (A) y Tasa de cambio anual en relación a la media poblacional (B) de *Setophaga chrysoparia* para los sitios de monitoreo en México (Chiapas) en la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica

En Guatemala al analizar cada uno de los sitios de monitoreo, los sitios con menor variación o dispersión en la abundancia relativa anual son San Jerónimo (C.V= 17%) y San Lorenzo Mármol (C.V= 38%), sitios que además presentan la mayor abundancia relativa promedio con 1.02 ± 0.18 y 1.19 ± 0.46 individuos/parvada, respectivamente. Mientras que quienes presentaban mayor variación son Cerro Alux y Morazán (C.V= 138 y 140%, respectivamente) y la menor abundancia de los seis sitios de monitoreo con valores de 0.08 ± 0.1 y 0.35 ± 0.3 individuos/parvada respectivamente (Tabla 2).

En la Figura 3, se observa que tanto San Lorenzo Mármol como Morazán presentan una tendencia de disminución en la abundancia relativa (individuos/parvada), lo cual se comprueba en la tasa de cambio del último año de monitoreo (temporada 2017-2018) la cual es negativa con valores de -0.34 y -0.38, respectivamente. San Lorenzo Mármol es uno de los sitios donde históricamente se ha encontrado a *Setophaga chrysoparia* en alta frecuencia y abundancia por lo que es necesario evaluar si existen factores que puedan estar afectando la leve disminución que muestran los datos en el tiempo, tomando en cuenta que el monitoreo se realiza en la zona de amortiguamiento de un área protegida (Reserva de Biosfera Sierra de las Minas).

En el Cerro Alux la abundancia es muy baja, observándose la presencia de *Setophaga chrysoparia* en los primeros tres años de monitoreo, sin embargo por cuatro años consecutivos la especie se ha reportado ausente. Este sitio se encuentra cercano a la ciudad capital y el desarrollo inmobiliario en la zona ha sido muy fuerte y con un crecimiento muy rápido en los últimos años, por lo cual se considera que esta degradación y pérdida del remanente boscoso afectó la presencia de la especie haciendo que desapareciera del sitio.

De todos los sitios en Guatemala, San Jerónimo es el que ha permanecido en el tiempo con una abundancia relativa más estable (Figura 3), esto coincide con la tasa de cambio en relación a la media en el que el último año de monitoreo presenta un valor de 0.2.

Por último, Cubulco y Gualán a pesar de observarse una disminución en la abundancia relativa durante los años 2016 y 2017, el último año de monitoreo (el 2018) se registra un aumento, esto se observa de igual forma en la tasa de cambio del 2018 de ambos sitios que resultó positiva con valores de 0.38 y 0.31, respectivamente.

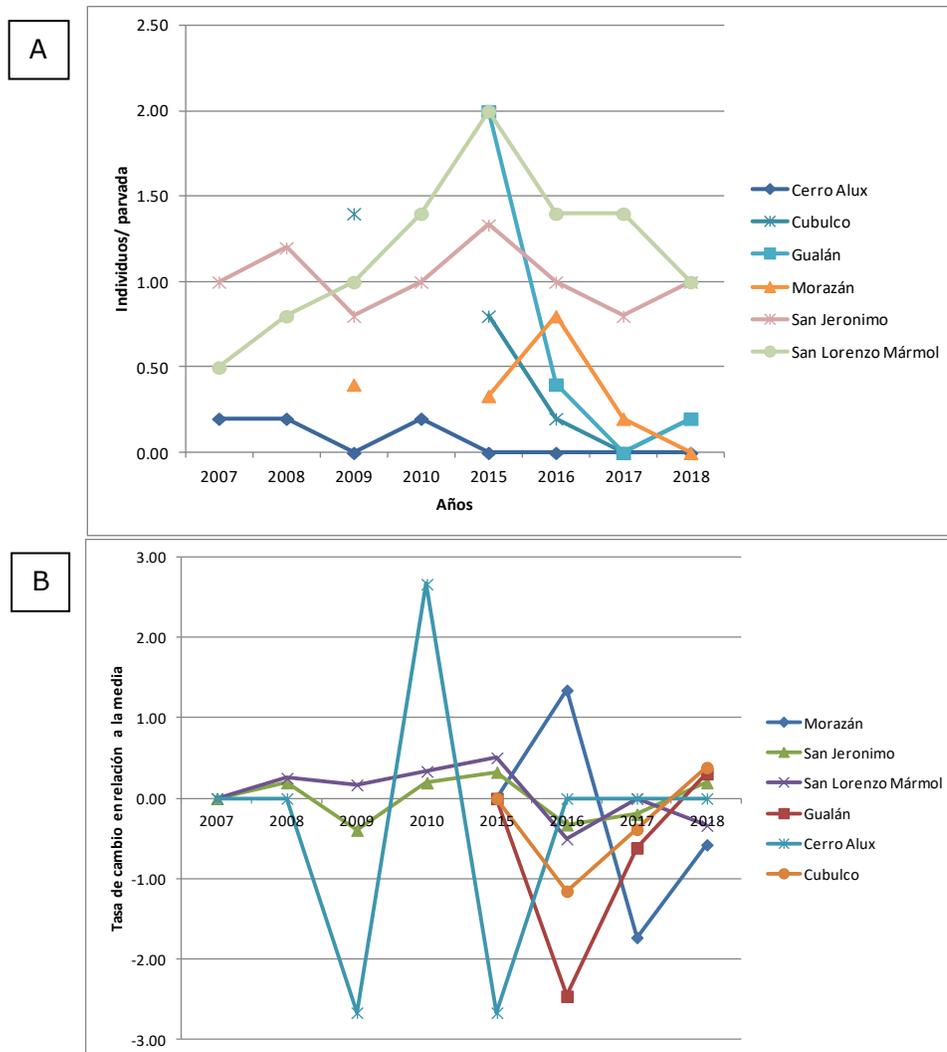


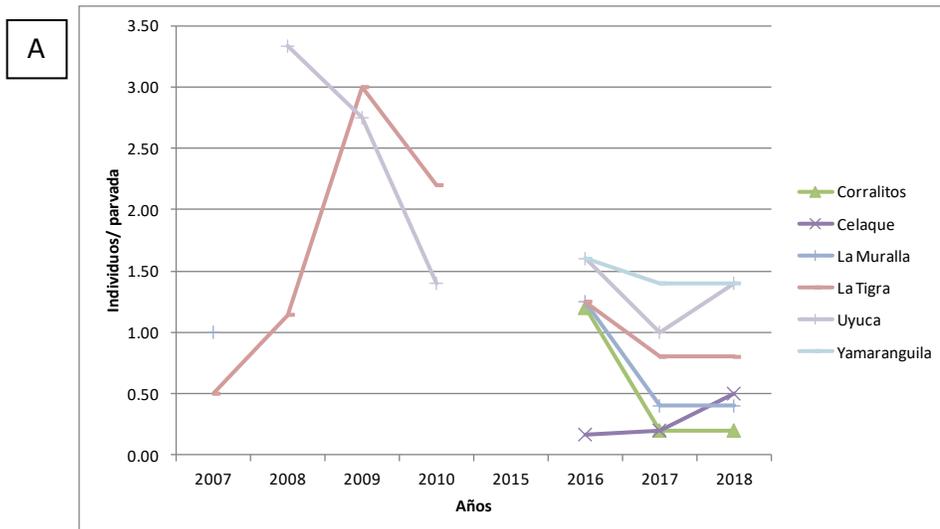
Figura 3. Abundancia relativa (individuos/parvada) (A) y Tasa de cambio anual en relación a la media poblacional (B) de *Setophaga chrysoparia* para los sitios de monitoreo en Guatemala en la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica.

En Honduras, los sitios con mayor dispersión de los datos son Corralitos y Celaque (C.V= 108.25 y 63.55%, respectivamente), sitios que tienen los promedios de abundancia relativa más bajos para Honduras, con valores de 0.53 ± 0.58

individuos/parvada en Corralitos y 0.29 ± 0.18 individuos/parvada en Celaque. Mientras que los sitios en Honduras con menor dispersión y mayor abundancia relativa promedio es Yamaranguila (C.V= 7.87%, $\chi=1.47 \pm 0.12$), seguido de Uyuca (C.V= 47.75%, $\chi= 1.91 \pm 0.91$) (Tabla 2).

Al comparar el número de individuos por parvada de los seis sitios en Honduras se observa que Uyuca y La Tigra son los sitios con mayor cantidad de datos en el tiempo y para ambos la abundancia relativa disminuye, de forma más marcada en La Tigra (Figura 4A). Esta disminución se observa de igual forma en Yamaranguila, La Muralla y Corralitos. Únicamente en Celaque el número de individuos/parvada aumenta (Figura 4A).

Al observar la tasa de cambio en relación a la media, en los sitios Yamaranguila, La Tigra, La Muralla y Corralitos el valor del último año de monitoreo es cero. Solamente en Uyuca y Celaque la tasa de cambio es positiva con valores de 0.21 y 1.04, respectivamente. En Honduras los fuertes ataques de plagas de gorgojo de pino en los bosques de pino-encino, han puesto en gran riesgo el hábitat de *S. chrysoparia* disminuyendo y afectando la calidad del hábitat disponible, lo cual por la magnitud del daño y la extensión del área afectada se infiere que tuvo efecto sobre las poblaciones de la especie.



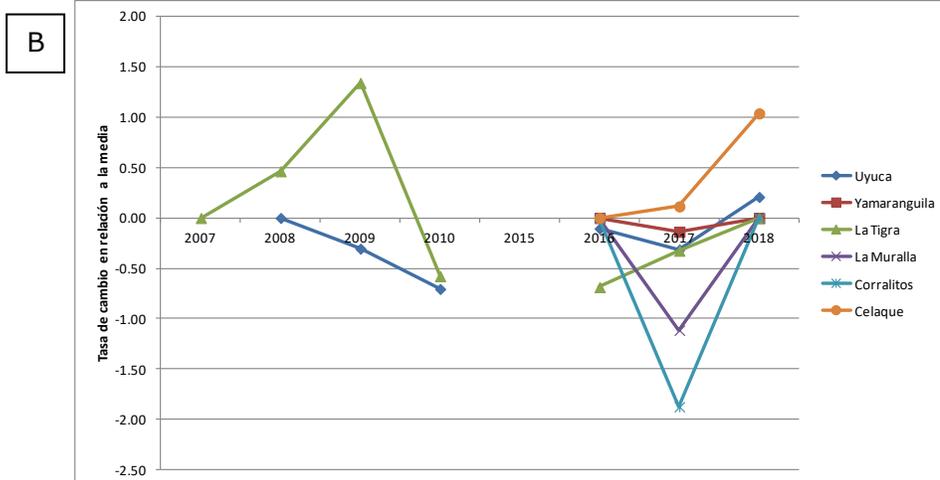


Figura 4. Abundancia relativa (individuos/parvada) (A) y Tasa de cambio anual en relación a la media poblacional (B) de *Setophaga chrysoparia* para los sitios de monitoreo en Honduras en la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica.

3.4 Conclusiones

El análisis de abundancia relativa de *Setophaga chrysoparia* durante un período de 12 años (2007-2018) muestra una tendencia de disminución de la especie en la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica. Los resultados nos sugieren una tendencia de disminución en tres países de la Ecorregión, lo cual debe tomarse como una alerta tomando en cuenta que la especie está en categoría de conservación de En Peligro según UICN. Sin embargo, en la interpretación de los datos hay que considerar que los resultados son a partir de únicamente 8 temporadas de residencia invernal, por lo que son pocos años de monitoreo, además que las temporadas no son consecutivas, por lo que no puede tomarse como una tendencia poblacional concluyente.

A nivel de los sitios de muestreo por país se logró identificar cuales presentan una disminución de la abundancia relativa de *S. chrysoparia*. En México, en los sitios Coapilla, Huitepec y Moxviquil se observa disminución, siendo más marcada en Huitepec, ya que la abundancia relativa de la especie fue siempre baja.

En Guatemala, los resultados muestran disminución en San Lorenzo Mármol, uno de los sitios de mayor abundancia de la especie y del cual se cuenta con ocho años de monitoreo y está ubicada en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Otro sitio que presenta disminución es Morazán, el cual también se ubica en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, sin embargo, presenta mayor perturbación por la cercanía a comunidades, además este sitio cuenta solo con cinco años de monitoreo, del cual uno (2009) no es consecutivo a los últimos cuatro (2015-2018). Por último, podemos mencionar el Cerro Alux donde la abundancia

relativa de *S. chrysoparia* fue siempre baja, pero en el período 2015-2018 la especie estuvo ausente.

Para el caso de Honduras, la interpretación de los resultados por sitio se hace más difícil, ya que ninguno de los sitios tiene los 8 años de monitoreo, los sitios con mayor número de muestreos son La Tigra y Uyuca, con 7 y 6 años de datos, mientras que los otros cuatro sitios sólo tienen tres años de monitoreo. En todos los sitios se observa disminución en relación al primer año de datos, sin embargo por el bajo número de años de monitoreo, es difícil inferir sobre la tendencia observada. Algo importante a considerar en el caso de Honduras son los grandes brotes de plagas forestales de gorgojo descortezador de pino (*Dendroctonus frontalis*- Southern pine beetle) que se dieron en 2013 y 2017 que llevó a decretar Estado de Emergencia por la magnitud del daño a la cobertura forestal del país, llegando a afectar cerca de 511,504 ha (CONADEH, 2016; ICF, 2017). Este daño afectó a los sitios de monitoreo según comentarios de los técnicos encargados del monitoreo, observándose áreas en las cuales se realizó tala de salvamento, cortando los árboles de pino; por lo que muchos de estos bosques se encuentran en regeneración.

Los resultados nos demuestran la necesidad de continuar con el monitoreo de *Setophaga chrysoparia* en el hábitat invernal para determinar si esta tendencia de disminución en la abundancia relativa se mantiene en el tiempo, y si estos cambios están dados por presiones o amenazas al bosque de pino-encino y no por errores de observación. Hay que destacar que, para el caso de Guatemala y Honduras, el equipo de monitoreo en los primeros cuatro años (2006-2010) fue diferente a los cuatro años siguientes (2014-2018). Además, en los sitios en los cuales los resultados muestran disminución en el tiempo en la abundancia relativa de *S. chrysoparia*, es necesario determinar las posibles causas y establecer planes de mitigación para evitar que esta tendencia continúe.

4. Caracterización del hábitat de *Setophaga chrysoparia*

4.1 Áreas de estudio

El estudio se realizó en la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica, hábitat del ave migratorio *Setophaga chrysoparia*, especie que se le puede encontrar en bosques mixtos (pino-encino). Desde el 2010 se ha realizado monitoreo de forma sistemática del ave en estos bosques. Por esta razón, la caracterización florística se realizó en sitios donde se ha realizado monitoreo de *Setophaga chrysoparia* por parte de la Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica.

Este análisis se basó en los resultados de cuatro estudios, uno realizado en 2010 titulado "Caracterización de la distribución y uso de hábitat del chipe cachete dorado (*Dendroica chrysoparia*) para su conservación en la región noroccidental, central y oriental de los bosques de pino-encino de Guatemala" (Cóbar-Carranza *et al.*, 2010), y otros tres estudios realizados en 2017 (Germer y Cáliz, 2017, Jiménez y Ordoñez, 2017, Martínez y Rojas, 2017).

Los sitios muestreados se seleccionaron en base a la presencia/ausencia de la especie y de la abundancia en el sitio (Tabla 3).

Tabla 3. Sitios de muestreo de caracterización florística del hábitat de *Setophaga chrysoparia*

País	Sitio	Estado GCWA	Abundancia (individuos/parvada)	Fuente de Datos
México	Laguna del Cochi	Común	>0.5	Martínez y Rojas, 2017
México	Moxviquil	Común	>0.5	Martínez y Rojas, 2017
México	Huitepec	Común	>0.5	Martínez y Rojas, 2017
México	Coapilla	Común	>0.5	Martínez y Rojas, 2017
México	California	Ausente	0	Martínez y Rojas, 2017
México	Finca Arroyo Negro	Ausente	0	Martínez y Rojas, 2017
Guatemala	Chichicastenango	Ausente	0	Jiménez y Ordoñez, 2017
Guatemala	Tecpán	Ausente	0	Jiménez y Ordoñez, 2017
Guatemala	Las Granadillas	Común	>0.5	Jiménez y Ordoñez, 2017
Guatemala	Gualán	Común	>0.5	Jiménez y Ordoñez, 2017
Guatemala	Quezaltepeque	Poco común	0.1-0.5	Cóbar-Carranza <i>et al.</i> , 2010
Guatemala	Morazán	Común	>0.5	Cóbar-Carranza <i>et al.</i> , 2010
Guatemala	San Pedro Soloma	Poco común	0.1-0.5	Cóbar-Carranza <i>et al.</i> , 2010
Guatemala	Cerro Alux	Poco común	0.1-0.5	Cóbar-Carranza <i>et al.</i> , 2010
Guatemala	San Cristóbal Verapaz	Poco común	0.1-0.5	Cóbar-Carranza <i>et al.</i> , 2010
Guatemala	Cubulco	Común	>0.5	Cóbar-Carranza <i>et al.</i> , 2010

Guatemala	San Jerónimo	Común	>0.5	Cóbar-Carranza <i>et al.</i> , 2010
Guatemala	San Lorenzo Mármol	Común	>0.5	Cóbar-Carranza <i>et al.</i> , 2010
Honduras	Uyuca	Común	>0.5	Germer y Cálix, 2017
Honduras	La Tigra	Común	>0.5	Germer y Cálix, 2017
Honduras	La Muralla	Común	>0.5	Germer y Cálix, 2017
Honduras	Corralitos	Común	>0.5	Germer y Cálix, 2017
Honduras	Celaque	Poco común	0.1-0.5	Germer y Cálix, 2017

4.1.1 México

Huitepec, Moxviquil, Laguna del Cochi, Lago de Montebello, Coapilla

Las descripciones de estos sitios de muestreo revisar la sección 3.1.1 del documento.

California

El sitio se encuentra ubicado en la Sierra Madre de Chiapas, corresponde a un ejido, el que se caracteriza por realizarse prácticas de aprovechamiento de los bosques por parte de grupos organizados, donde se extrae la resina de ocote (*Pinus oocarpa*), como práctica sostenible y fuente de ingreso para los habitantes del ejido.

Arroyo Negro

El sitio se encuentra ubicado en la Sierra Madre de Chiapas. En el sitio Arroyo Negro corresponde a una finca en la cual se realizan acciones de conservación de los ecosistemas presentes, además hay cultivo de café orgánico como actividad productiva dentro de la finca.

4.1.2 Guatemala

Cubulco, San Lorenzo Mármol, San Jerónimo, Gualán, Cerro Alux, Morazán

Las descripciones de estos sitios de muestreo revisar la sección 3.1.2 del documento.

Chichicastenango

Es un municipio del Altiplano de Guatemala, con altitudes entre 1,900 y 2,050 msnm. Según la clasificación bioclimática de zonas de vida, en el área se encuentra la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo (De la Cruz, 1982). En el lugar, esta zona de vida se desarrolla sobre la Región Fisiográfica de las Tierras Altas Volcánicas, en la Subregión de la Zona Montañosa Occidental (Tacaná-Tecpán), sobre la unidad fisiográfica de Lomas y Valles de Santa Cruz del Quiché (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2001).

La precipitación pluvial en promedio varía alrededor de los 1,300 mm anuales, con temperatura promedio superior a los 16 grados, con alrededor de 8 meses de sequía

(Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, 2003). Según la clasificación de zonas de vida se esperaría que en el área la precipitación sea superior a los 1,100 mm anuales, indicado esto por la presencia de varias especies de *Quercus* y *Pinus pseudostrobus*. Por su topografía relativamente plana, el área se dedica a cultivos agrícolas, aunque las zonas con mayor pendiente suelen estar cubiertas por vegetación, la cual también se ve limitada por la alta densidad poblacional. La distribución de esta zona de vida en el país es de alrededor de un 9% del territorio nacional, por lo que su manejo sostenible y conservación deben ser prioritarios (De la Cruz, 1982).

El área ha sido identificada como una de las Áreas Clave de Biodiversidad de Mesoamérica, como parte del territorio de Telecuhe-Chichicastenango, debido a que se considera representa un refugio y oportunidad de conservación para especies globalmente amenazadas (Conservation International & Wildlife Conservation Society, 2007). Las áreas en este sitio de estudio no se encuentran bajo ningún sistema formal de manejo para la conservación de la diversidad biológica.

Las Granadillas

La Montaña Las Granadillas es el remanente boscoso más notable en el Municipio de Zacapa. Según la clasificación bioclimática de zonas de vida, el sitio de estudio se encuentra en la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical templado (De la Cruz, 1982). El sitio de estudio se encuentra entre 1,100 y 1,300 msnm, sobre la Región Fisiográfica de las Tierras Altas Cristalinas, en la Subregión de las Montañas de San Raymundo-Progreso-Jalapa-Espíritu Santo, sobre la unidad fisiográfica del Intrusivo de Chiquimula (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2001).

El ecosistema en el sitio se podría considerar un "bosque nuboso", cubierto casi todo el año por nubes y niebla que producen lluvia horizontal además de la frecuente precipitación pluvial, y bajas temperaturas. Según la clasificación de zonas de vida se esperaría que en el área la precipitación sea superior a los 1,100 mm anuales, y temperatura inferior a los 25 grados, indicado esto por la presencia de *Pinus oocarpa* y varias especies de *Quercus*. Se considera que los usos más recomendables para el área son el manejo forestal y la protección (De la Cruz, 1982).

El área ha sido identificada como una de las Áreas Clave de Biodiversidad de Mesoamérica, como parte del territorio de La Montaña Guaroy-La Abundante, debido a que se considera representa un refugio y oportunidad de conservación para especies globalmente amenazadas (Conservation International y Wildlife Conservation Society, 2007). Aunque en 2011 y 2012 se intentó incluir el área bajo el sistema formal de conservación de áreas protegidas como una Reserva Protectora de Manantiales, esto no se logró.

Tecpán

En el Municipio de Tecpán se encuentra uno de los remanentes boscosos más grandes del Altiplano de Guatemala, el Cerro Tecpán. Históricamente manejado como una reserva de recursos forestales, en la actualidad se incluye en el sistema formal de

conservación de áreas protegidas como el Parque Regional Municipal Astillero de Tecpán. Cuatro de las cinco localidades de estudio en el Municipio se ubicaron dentro de los límites de dicha área protegida, y solamente una se encontraba fuera, en propiedad privada.

El sitio presenta alta diversidad de paisajes y ecosistemas por el alto gradiente altitudinal abarcado, de 2,500 a 3,100 msnm. Según la clasificación bioclimática de zonas de vida, el sitio de estudio se encuentra en la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (De la Cruz, 1982). El sitio de estudio se encuentra sobre la Región Fisiográfica de las Tierras Altas Volcánicas, en la Subregión de la Zona Montañosa Occidental (Tacaná-Tecpán), sobre la unidad fisiográfica de Montañas Volcánicas Altas de Occidente (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2001).

Según la clasificación de zonas de vida se esperaría que en el área la precipitación sea superior a los 2,000 mm anuales, y temperatura alrededor de los 15 grados, indicado esto por la presencia de *Cupressus lusitanica*, *Chiranthodendron pentadactylon* y algunas pináceas y *Quercus* spp. Se considera que los usos más recomendables para el área son el manejo forestal y la protección, ya que los suelos son susceptibles a la erosión y la agricultura relacionada a la alta densidad poblacional de la zona los hace más vulnerables (De la Cruz, 1982).

El área ha sido identificada como una de las Áreas Clave de Biodiversidad de Mesoamérica, como parte del territorio de la Cuenca del Lago de Atitlán, debido a que se considera representa un refugio y oportunidad de conservación para especies globalmente amenazadas (Conservation International y Wildlife Conservation Society, 2007).

Quezaltepeque

Es un municipio de Chiquimula, ubicado al nor-orienté del país, tiene una altitud promedio de 1979 msnm. En cuanto al clima la humedad relativa es del 83%, la temperatura promedio es de 22°C, con una máxima de 27°C y mínima de 17°C, la precipitación pluvial es de 1551 mm. De acuerdo a características bioclimáticas la zona de vida es Bosque Seco Subtropical, con características semiáridas. A nivel fisiográfico el municipio pertenece a la provincia de Tierras altas volcánicas (PNUD- IICA, 1993).

En el municipio se pueden encontrar diferentes ecosistemas, principalmente monte espinoso en las partes más bajas, y en las partes altas bosque de coníferas, latifoliado y mixto en menor proporción. Respecto al uso de suelo se realizan actividades de producción agrícola, y en menor escala actividades pecuarias. En el área agrícola se produce caña de azúcar, maíz, sorgo, frijol, y frutos tropicales (PNUD-IICA, 1993).

San Pedro Soloma

Es un municipio de Huehuetenango, ubicado en la región nor-occidente del país. El municipio cuenta con un clima templado, con una temperatura promedio de 13°C, una

temperatura máxima de 19°C y una mínima de 7°C, la humedad relativa es de 86%, y la precipitación promedio es de 2128 mm. La altitud promedio es de 1980 msnm.

San Cristóbal Verapaz

Es un municipio de Alta Verapaz, localizado en la región con Bosque lluvioso subtropical, la altitud promedio es de 2266 msnm. Respecto al clima está influenciado por la topografía, la temperatura promedio es 19°C, la temperatura mínima es 13°C y la máxima es de 25°C, la humedad relativa es de 88% y la precipitación promedio es de 2075 mm. En cuanto a recursos naturales, el municipio se caracteriza por la presencia de una laguna llamada Chichoj.

Las actividades económicas principales que se realizan en el municipio son la agricultura y la industria. En el área agrícola se producen cultivos como maíz, frijol, café, cardamomo y aguacate, y en el área de la industria se puede mencionar la industria de calzado, de plantas ornamentales que exportan internacionalmente.

4.1.3 Honduras

La Trigua, Uyuca, Corralitos, La Muralla, y Celaque

Las descripciones de estos sitios de muestreo revisar la sección 3.1.3 del documento.

4.2 Metodología: Muestreos de vegetación

Para el muestreo se utilizaron parcelas de 0.1 Ha, con dimensiones de 20x50 m, alineando el lado más largo con la dirección del eje norte-sur magnético. A diferencia de las parcelas modificadas de Whittaker (Stohlgren, Falkner, & Schell, 1995) (Figura 5).

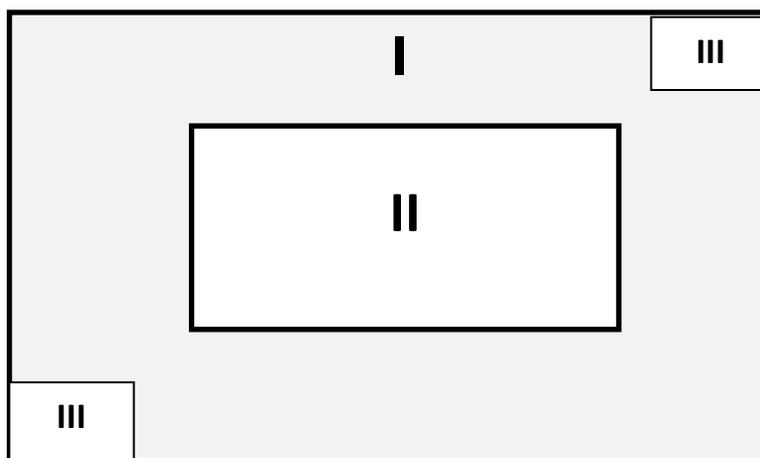


Figura 5. Diseño de la unidad de muestreo (parcela modificada de Whittaker). I: parcela principal de 20 x 50 m (0.1 ha); II: subparcela de 15 x 20 m; III: subparcelas de 5 x 2 m.

4.2.1 Dosel

En la parcela de 20x50 m (I, Figura 5), se registró la vegetación leñosa con DAP superior a 10 cm. Para cada árbol se anotó: Nombre científico, altura total, el diámetro de copa y el DAP.

4.2.2 Subdosel

En una parcela anidada central de 15x20 m (II, Figura 5), alineada longitudinalmente respecto a la mayor, se registró información sobre vegetación leñosa con DAP entre 6 - 10 cm. Para cada espécimen observado se registró nombre científico, altura total y DAP.

4.2.3 Estrato arbustivo

En dos parcelas anidadas de 5x2 m (III, Figura 5), ubicadas en esquinas opuestas de la parcela mayor y alineadas longitudinalmente respecto a esta, se registró el nombre científico y abundancia de la vegetación leñosa con DAP entre 1.1 - 5 cm.

4.2.4 Estrato herbáceo

En las parcelas anidadas de 5x2 m (III, Figura 5) se registraron las formas de vida no leñosas, registrándose la especie, hábito de crecimiento (Terrestre, Rupícola o litófila, saprofita, etc.), formas de vida no leñosas (hierba, arborescente, liana y/o bejuco) y porcentaje de cobertura.

4.2.5 Composición de epífitas

El muestreo de las epífitas vasculares se realizó en el componente arbóreo de la parcela I (Figura 5) de cada unidad muestral. En donde, se muestrearon árboles con DAP > a 20 cm y presencia de epífitas.

El registro de los datos se obtuvo de manera visual y documental, considerando que solo se deseaba obtener información básica sobre la composición y distribución de especies, además de que el acceso al dosel demanda mayor tiempo y esfuerzo de muestreo, así como técnicas de ascenso o escalada de árboles. De acuerdo a lo anterior, los parámetros a tomados fueron los siguientes:

- Especie del hospedero
- Forma de vida (árbol, arbusto, hierba, arborescente, liana y/o bejuco)
- Estrato en el que habita
- Porcentaje de ocupación de la masa epífita en el hospedero (tronco, ramas y ramillas).

4.2.6 Amenazas alrededor de las localidades de estudio

Las amenazas alrededor de las localidades de estudio en cada uno de los cuatro sitios visitados se registraron a lo largo de cuatro transectos de 100 m de largo, partiendo hacia cada uno de los cuatro puntos cardinales, tomando como centro a cada una de las parcelas de estudio de la vegetación. Se clasificó el tipo de perturbación antropogénica según diez categorías, y se evaluó su magnitud creciente utilizando la siguiente escala:

Categoría	Descripción
1	Poco, bajo, raro
2	Medio
3	Mucho, alto, intenso

Las categorías de amenazas evaluadas fueron:

- Campos agrícolas
- Bosque secundario derivado del abandono de cultivos
- Pastoreo de ganado
- Evidencia de extracción de madera
- Evidencia de extracción de leña
- Evidencia de incendios forestales
- Evidencia de caminos de personas con alto tránsito
- Camino o carretera vehicular
- Eventos naturales (deslave, inundaciones, etc.)
- Basura
- Evidencia de árboles afectados por enfermedades o plagas (ej: gorgojo de pino)
- Otros

4.3 Resultados: Análisis del hábitat

4.3.1 Composición florística

A nivel de la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica se identificó un total de 605 especies de plantas vasculares para toda el área estudiada (México, Guatemala y Honduras). De este espectro florístico, 279 taxa se registraron en México, 280 en Guatemala y 106 en Honduras. Aproximadamente el 10 % del total de especies identificadas son elementos compartidos entre las áreas estudiadas, lo cual refleja importantes diferencias en la composición florística de cada país (Figura 6, Figura 7).

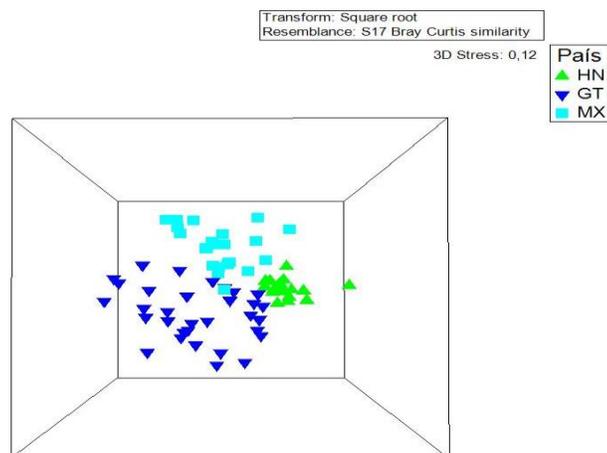


Figura 6. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (nMDS) de los censos realizados en tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica.

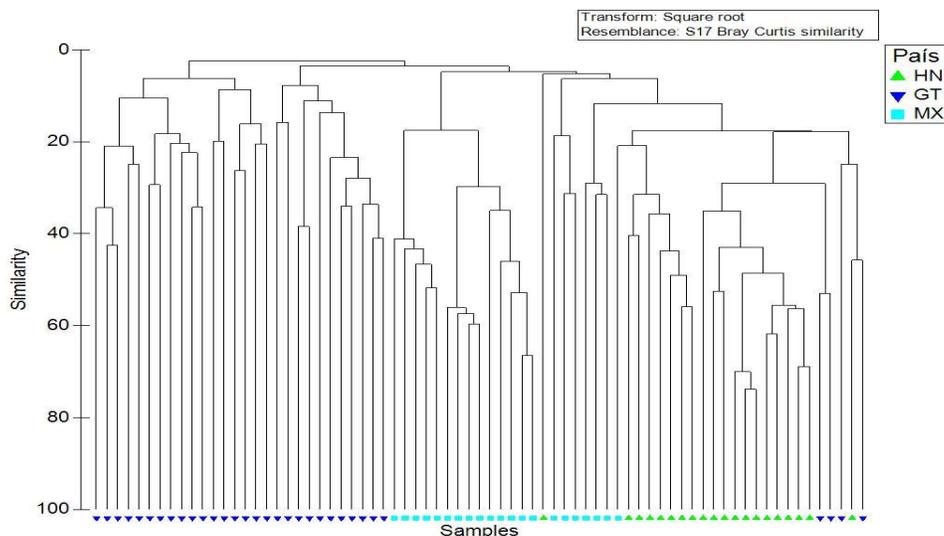


Figura 7. Cluster de similitud florística de los censos realizados en tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-encino de Centroamérica.

Dosel

Se identificó un total de 168 plantas vasculares, de las cuales 71 se encontraron en México, 92 en Guatemala y 26 en Honduras. Al considerar la frecuencia porcentual de las especies destacan en México: *Quercus rugosa* (52%), *Quercus segoviensis* (43%), *Quercus crispipilis* (43%), *Pinus oocarpa* (38%), *Quercus crassifolia* (33%) y *Crataegus mexicana* (33%). En Guatemala: *Quercus peduncularis* (50%), *Pinus pseudostrobus* (34%), *Liquidambar styraciflua* (31%), *Pinus oocarpa* (28%) y *Rapanea myricoides* (22%). Y en Honduras: *Pinus oocarpa* (75%), *Pinus maximinoi* (55%), *Quercus sapotifolia* (55%), *Quercus segoviensis* (50%) y *Clethra mexicana* (40%).

Las especies más abundantes en México fueron *Quercus segoviensis* y *Quercus rugosa*, con 267 y 233 individuos respectivamente. En Guatemala fueron *Pinus oocarpa*, *Pinus pseudostrobus* y *Quercus peduncularis*, con 197, 139 y 130 individuos respectivamente. En Honduras en tanto, dominan *Pinus oocarpa* y *Pinus maximinoi*, con 363 y 171 individuos respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Especies más abundantes del estrato arbóreo para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica

México		Guatemala		Honduras	
Especie	Ab.	Especie	Ab.	Especie	Ab.
<i>Quercus segoviensis</i>	267	<i>Pinus oocarpa</i>	197	<i>Pinus oocarpa</i>	363
<i>Quercus rugosa</i>	233	<i>Pinus pseudostrobus</i>	139	<i>Pinus maximinoi</i>	171
<i>Pinus oocarpa</i>	124	<i>Quercus peduncularis</i>	130	<i>Quercus segoviensis</i>	81
<i>Quercus crispipilis</i>	90	<i>Liquidambar styraciflua</i>	100	<i>Liquidambar styraciflua</i>	73
<i>Quercus crassifolia</i>	83	<i>Cupressus lusitanica</i>	80	<i>Quercus sapotifolia</i>	68
<i>Crataegus mexicana</i>	43	<i>Alnus acuminata</i>	30	<i>Clethra mexicana</i>	32

Abun. = Abundancia

A nivel de grupos de especies, al evaluar la cobertura del dosel en la Ecorregión se observa que la mayor cobertura la presentan los Pinos con un 34%, seguido de la categoría Otras especies (que incluye latifoliadas y coníferas diferentes al pino) con un 26%, posteriormente se encuentran los Robles (género *Quercus*, hoja ancha) con un 23% y de último los Encinos (género *Quercus*, hoja angosta) con un 16%. Es necesario aclarar que la separación de especies de *Quercus* en Encinos y Robles, se debe a que *S. chrysoparia*, prefiere los encinos, siendo estos árboles de los cuales se alimenta de insectos (Komar et. al., 2011).

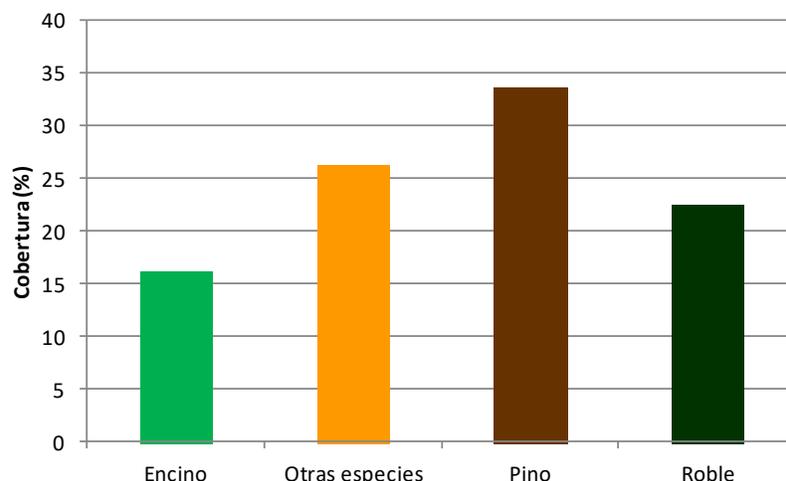


Figura 8. Cobertura del dosel por grupos de especies en la Ecorregión del Bosque de Pino-encino de Centroamérica

Subdosel

Se identificó un total de 111 especies de plantas vasculares, de las cuales 35 se encontraron en México, 72 en Guatemala y 18 en Honduras. Al considerar la frecuencia porcentual de las especies destacan en México: *Quercus segoviensis* (33%), *Quercus rugosa* (29%), *Garrya laurifolia* (29%), *Clethra mexicana* (24%) y *Quercus crispipilis* (24%). En Guatemala: *Pinus pseudostrobus* (22%), *Quercus sapotifolia* (19%), *Quercus peduncularis* (16%) y *Liquidambar styraciflua* (13%). Y en Honduras: *Quercus segoviensis* (55%), *Pinus oocarpa* (50%), *Quercus sapotifolia* (40%) y *Pinus maximinoi* (30%).

Las especies más abundantes en México fueron *Quercus segoviensis* y *Viburnum jucundum*, con 22 y 17 individuos respectivamente. En Guatemala fueron *Quercus sapotifolia* y *Pinus pseudostrobus*, con 19 y 16 individuos respectivamente. En Honduras en tanto, dominan *Pinus oocarpa* y *Quercus sapotifolia*, con 40 y 28 individuos respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5. Especies más abundantes del estrato arbustivo para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica

México		Guatemala		Honduras	
Especie	Ab.	Especie	Ab.	Especie	Ab.
<i>Quercus segoviensis</i>	22	<i>Quercus sapotifolia</i>	19	<i>Pinus oocarpa</i>	40
<i>Viburnum jucundum</i>	17	<i>Pinus pseudostrobus</i>	16	<i>Quercus sapotifolia</i>	28
<i>Quercus rugosa</i>	14	<i>Eugenia sp.</i>	13	<i>Quercus segoviensis</i>	20
<i>Garrya laurifolia</i>	11	<i>Alnus acuminata</i>	10	<i>Liquidambar styraciflua</i>	14
<i>Quercus crispipilis</i>	11	<i>Quercus peduncularis</i>	9	<i>Clethra mexicana</i>	11

Ab.= Abundancia

A nivel de grupos de especies, al evaluar la cobertura del subdosel en la Ecorregión se observa que la mayor cobertura la presentan la categoría Otras especies (que incluye latifoliadas y coníferas diferentes al pino) con un 55%, seguido de los Pinos y Encinos (género *Quercus*, hoja angosta) con una cobertura de 17 y 16%, respectivamente. Y por último los Robles (género *Quercus*, hoja ancha) con un 12%.

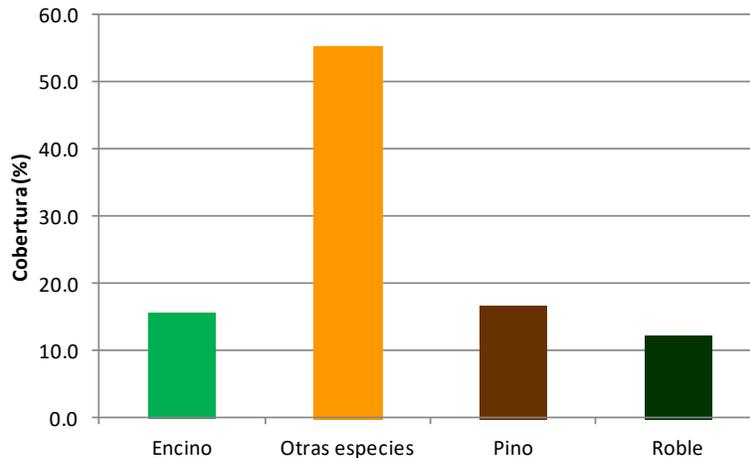


Figura 9. Cobertura del subdosel por grupos de especies en la Ecorregión del Bosque de Pino-encino de Centroamérica

Estrato Arbustivo

Se identificó un total de 176 especies de plantas vasculares, de las cuales 45 se encontraron en México, 121 en Guatemala y 30 en Honduras. Al considerar la frecuencia porcentual de las especies destacan en México: *Garrya laurifolia* (29%), *Crataegus mexicana* (24%), *Cornus excelsa* (19%) y *Ageratina ligustrina* (19%). En Guatemala: *Quercus peduncularis* (16%), *Oreopanax xalapensis* (16%), *Arbutus xalapensis* (16%), *Miconia sp.* (16%) *Pinus pseudostrobus* (13%) y *Telanthophora cobanensis* (13%). Y en Honduras: *Quercus segoviensis* (55%), *Quercus sapotifolia* (40%), *Pinus oocarpa* (35%), *Pinus maximinoi* (25%) y *Clethra mexicana* (20%).

Las especies más abundantes en México fueron *Oreopanax xalapensis* y *Cornus excelsa*, con 16 y 15 individuos respectivamente. En Guatemala fue *Hoffmannia sp.* con 30 individuos. En Honduras en tanto, dominan *Pinus oocarpa* y *Quercus segoviensis*, con 65 y 38 individuos respectivamente (Tabla 6).

En interesante mencionar que entre las especies más frecuentes como abundantes se encontraron especies arbóreas en este estrato, lo cual muestra la alta regeneración natural presente en los bosques, que podría deberse a perturbaciones recientes o a que los bosques se encuentran en fases sucesionales tempranas.

Tabla 6. Especies más abundantes del estrato de hierbas leñosas para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.

México		Guatemala		Honduras	
Especie	Ab.	Especie	Ab.	Especie	Ab.
<i>Oreopanax xalapensis</i> *	16	<i>Hoffmannia sp.</i>	30	<i>Pinus oocarpa</i> *	65
<i>Cornus excelsa</i>	15	<i>Gaultheria odorata</i>	25	<i>Quercus segoviensis</i> *	38
<i>Verbesina sp.</i>	13	<i>Montanoa pteropoda</i>	25	<i>Quercus sapotifolia</i> *	23
<i>Crataegus mexicana</i> *	11	<i>Miconia sp.</i>	25	<i>Miconia laevigata</i>	15
<i>Garrya laurifolia</i>	10	<i>Montanoa sp.</i>	25	<i>Dodonaea viscosa</i>	14
<i>Calliandra houstoniana</i>	8	<i>Ternstroemia tepezapote</i> *	21	<i>Vochysia guatemalensis</i> *	14

Ab.= Abundancia, *=Especies arbóreas

Estrato herbáceo

Se identificó un total de 313 especies de plantas vasculares, de las cuales 117 se encontraron en México, 142 en Guatemala y 73 en Honduras. Al considerar la frecuencia porcentual de las especies destacan en México: *Pteridium aquilinum* (43%), *Sisyrinchium convolutum* (33%), *Peperomia galioides* (33%), *Dahlia australis* (29%), *Lopezia racemosa* (29%), *Phaseolus coccineus* (29%) y *Rubus adenotrichos* (29%). En Guatemala: *Bidens odorata* (16%), *Ageratina prunellifolia* (16%), *Blechnum appendiculatum* (13%) y *Heterocentron subtriplinervium* (13%). Y en Honduras: *Pteridium aquilinum* (60%), *Wedelia acapulcensis* (60%), *Mimosa albida* (50%), *Calliandra houstoniana* (45%) y *Paspalum sp.* (40%).

Las especie más abundantes en México fueron *Pteridium aquilinum* y *Sisyrinchium convolutum* con 12 y 9 individuos respectivamente. En Guatemala fue *Ageratina prunellifolia* con 7 individuos. En Honduras en tanto, dominan *Pteridium aquilinum*, *Mimosa albida* y *Wedelia acapulcensis*, con 17, 15 y 15 individuos respectivamente.

Tabla 7. Especies más abundantes del estrato de hierbas no leñosas para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.

México		Guatemala		Honduras	
Especie	Ab.	Especie	Ab.	Especie	Ab.
<i>Pteridium aquilinum</i>	12	<i>Ageratina prunellifolia</i>	7	<i>Pteridium aquilinum</i>	17
<i>Sisyrinchium convolutum</i>	9	<i>Bidens odorata</i>	5	<i>Mimosa albida</i>	15
<i>Dahlia australis</i>	8	<i>Blechnum appendiculatum</i>	5	<i>Wedelia acapulcensis</i>	15
<i>Phaseolus coccineus</i>	8	<i>Calliandra grandiflora</i>	5	<i>Calliandra houstoniana</i>	13
<i>Fuchsia enliandra</i>	7	<i>Fuchsia enliandra</i>	5	<i>Paspalum sp.</i>	12
<i>Lopezia racemosa</i>	7	<i>Heterocentron subtriplinervium</i>	5	<i>Cosmos crithmifolius</i>	7
<i>Peperomia galioides</i>	7	<i>Pteridium caudatum</i>	5	<i>Miconia albicans</i>	7

Ab. =Abundancia

Epífitas

Se identificó un total de 124 especies de plantas vasculares, de las cuales 98 se encontraron en México, 28 en Guatemala y 5 en Honduras. Al considerar la frecuencia porcentual de las especies destacan en México: *Tillandsia vicentina* (62%), *Polypodium plesiosorum* (62%), *Tillandsia guatemalensis* (57%) y *Pleopeltis astrolepis* (52%). En Guatemala: *Pleopeltis remota* (9%), *Solanum appendiculatum* (9%) y *Serpocaulon triseriale* (9%). Y en Honduras: *Tillandsia makoyana* (35%), *Tillandsia butzii* (25%) y *Tillandsia lucida* (15%).

Las especies más abundantes en México fueron *Polypodium plesiosorum* y *Tillandsia vicentina*, 131 y 129 individuos respectivamente. En Guatemala fueron *Pleopeltis remota* y *Solanum appendiculatum*, con 5 y 4 individuos respectivamente. En Honduras en tanto, dominan *Tillandsia butzii* y *Tillandsia makoyana*, con 12 y 10 individuos respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Especies más abundantes del estrato de epífitas para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica estudiados.

México		Guatemala		Honduras	
Especie	Ab.	Especie	Ab.	Especie	Ab.
<i>Polypodium plesiosorum</i>	131	<i>Pleopeltis remota</i>	5	<i>Tillandsia butzii</i>	12
<i>Tillandsia vicentina</i>	129	<i>Solanum appendiculatum</i>	4	<i>Tillandsia makoyana</i>	10
<i>Tillandsia guatemalensis</i>	95	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	3	<i>Tillandsia lucida</i>	3
<i>Campyloneurum angustifolium</i>	65	<i>Serpocaulon triseriale</i>	3	<i>Tillandsia schiedeana</i>	2
<i>Pleopeltis astrolepis</i>	60	<i>Tillandsia orogenes</i>	3	<i>Tillandsia punctulata</i>	1
<i>Peperomia galioides</i>	48	<i>Werauhia werckleana</i>	3		

Ab.= Abundancia

4.3.2 Estructura florística

Dosel

En México, los individuos medidos registraron un DAP promedio de 22.5 cm (\pm 13.9), cuyos valores extremos fueron 8 y 122.7 cm (Figura 10). La altura promedio fue de 15.9 m (\pm 7.7), y sus valores extremos fueron 3 y 45 m (Figura 11). Por último, el área basal presentó un promedio de 552.7 m² (\pm 907.1) y sus valores extremos fueron 50.2 y 213.7 m² (Figura 12).

En Guatemala, los individuos medidos registraron un DAP promedio de 25.6 cm (\pm 16.9), cuyos valores extremos fueron 2.5 y 145 cm (Figura 10). La altura promedio fue de 14.5 m (\pm 7), y sus valores extremos fueron 2 y 80 m (Figura 11). Por último, el área basal presentó un promedio de 739.2 m² (\pm 1347.1) y sus valores extremos fueron 0.4 y 16,504 m² (Figura 12).

En Honduras, los individuos medidos registraron un DAP promedio de 26.7 cm (\pm 22.3), cuyos valores extremos fueron 10 y 434 cm (Figura 10). La altura promedio fue de 17.2 m (\pm 8.3), y sus valores extremos fueron 2.5 y 45 m (Figura 11). Por último, el área basal presentó un promedio de 954.5 m², y sus valores extremos fueron 77.9 y 148,521 m² (Figura 12).

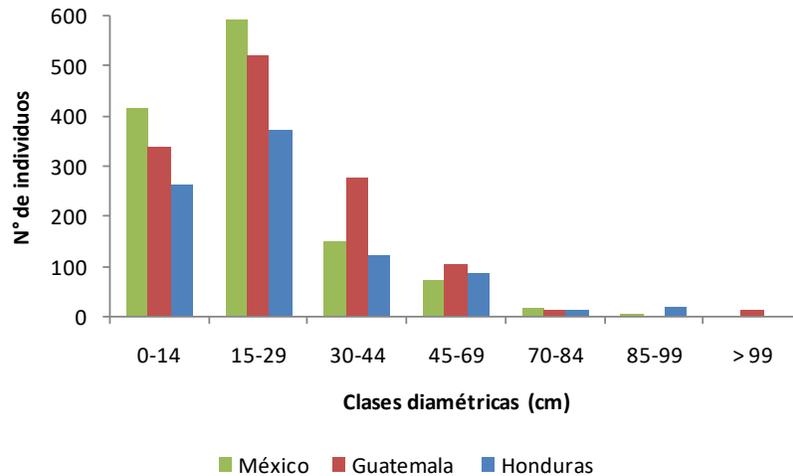


Figura 10. Clases diamétricas del dosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.

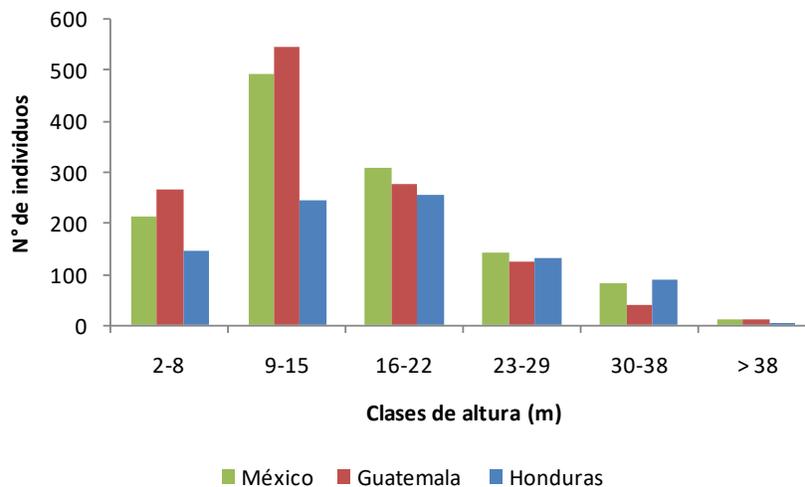


Figura 11. Clases de altura del dosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.

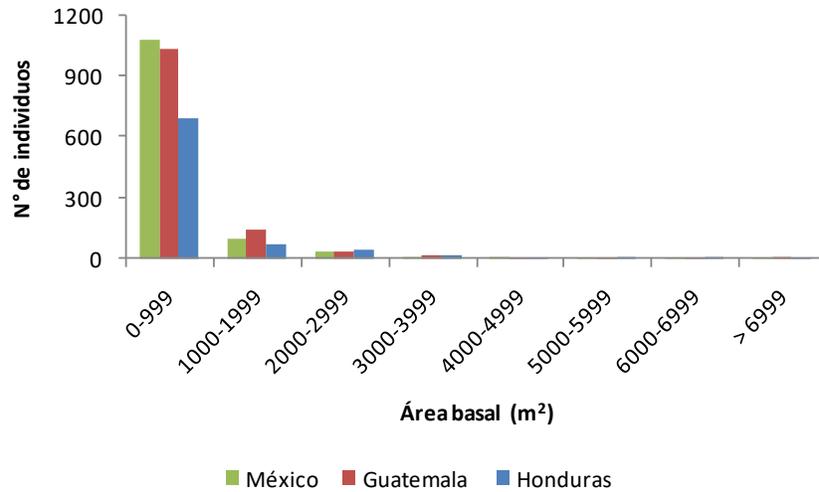


Figura 12. Área basal del dosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.

Subdosel

En México, los individuos medidos registraron un DAP promedio de 8 cm (± 1.1), cuyos valores extremos fueron 6 y 12.1 cm (Figura 13). La altura promedio fue de 6.2 m (± 2.5), y sus valores extremos fueron 2 y 14 m (Figura 14). Por último, el área basal presentó un promedio de 51.8 m² (± 15.2) y sus valores extremos fueron 28.2 y 114.9 m² (Figura 15).

En Guatemala, los individuos medidos registraron un DAP promedio de 6.7 cm (± 2), cuyos valores extremos fueron 1 y 10.1 cm (Figura 13). La altura promedio fue de 6.1 m (± 1.8), y sus valores extremos fueron 1.5 y 12 m (Figura 14). Por último, el área basal presentó un promedio de 38.5 m² (± 19.3) y sus valores extremos fueron 0.7 y 81.4 m² (Figura 15).

En Honduras, los individuos medidos registraron un DAP promedio de 7.4 cm (± 1.1), cuyos valores extremos fueron 4.7 y 10.1 cm (Figura 13). La altura promedio fue de 5.2 m (± 2.2), y sus valores extremos fueron 1 y 10.9 m (Figura 14). Por último, el área basal presentó un promedio de 44.2 m² (± 14.3) y sus valores extremos fueron 17.8 y 81.4 m² (Figura 15).

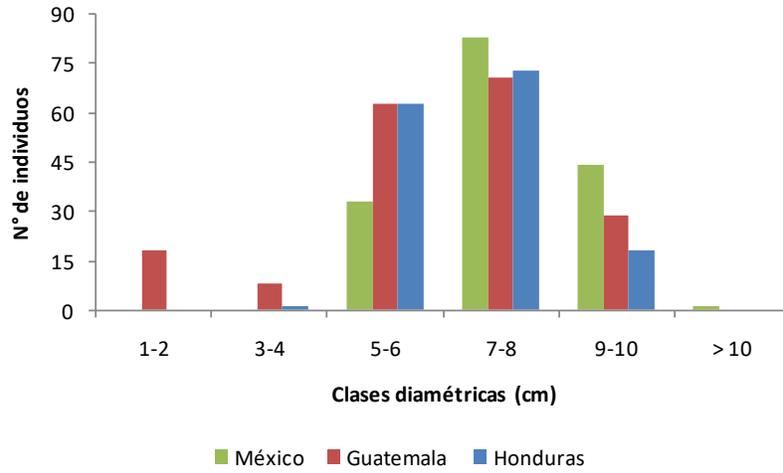


Figura 13. Clases diamétricas del subdosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.

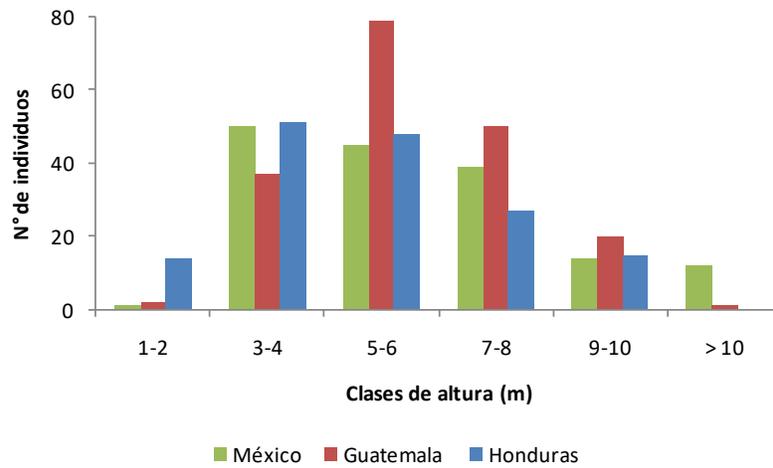


Figura 14. Clases de altura del subdosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.

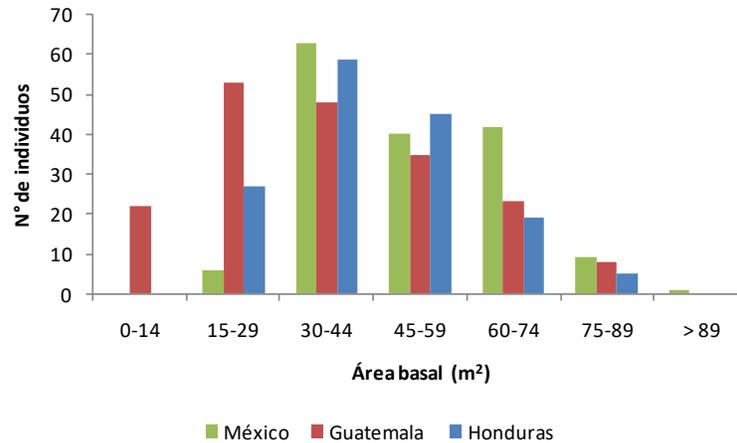


Figura 15. Área basal del subdosel para tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica.

4.3.3 Análisis de Similitud (Diversidad)

El análisis de similitud (ANOSIM) muestra una separación moderada entre los sitios muestreados en base a la composición florística que cada uno de ellos presenta (R global: 0.432; p: 0.001). Además, las comparaciones pareadas señalan que todos los grupos enfrentados presentan diferencias significativas (Tabla 9).

Tabla 9. Comparaciones pareadas de composición florística de todos los grupos (países) contrastados.

Grupos	Valor R	Valor p
MX - HN	0.594	0.001
MX - GT	0.453	0.001
HN - GT	0.379	0.001

MX: México, GT: Guatemala, HN: Honduras

La prueba de Porcentaje de Similitud (SIMPER) señala altas disimilitudes florísticas entre los grupos comparados, lo que refuerza lo señalado por el análisis de similitud. *Pinus oocarpa* es la principal especie responsable en separar las áreas de muestreo de Honduras con las de Guatemala y México, ya que la abundancia que presenta en estos dos últimos países es considerablemente menor. Del mismo modo, *Quercus segoviensis*, *Quercus rugosa*, *Tillandsia vicentina*, *Quercus crispipilis*, *Polypodium plesiosorum* y *Phoradendron tonduzii*, son las principales especies responsables de las disimilitudes florísticas entre Guatemala y México, ya que hay una ausencia absoluta de dichas especies en este primer país. En las tablas 10, 11 y 12 se presentan las 15 principales especies responsables de las disimilitudes florísticas entre todos los grupos contrastados.

Tabla 10. Principales especies responsables de la disimilitud florística entre México y Honduras.

Disimilitud promedio= 93.54						
Especies	Group MX	Group HN	Av.Dis s	Diss/S D	Contrib %	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund				
<i>Pinus oocarpa</i>	0.67	3.73	4.58	1.28	4.9	4.9
<i>Quercus segoviensis</i>	2.13	1.73	3.48	1.03	3.72	8.62
<i>Pinus maximinoi</i>	0.66	2.21	3.06	1.04	3.27	11.89
<i>Quercus rugosa</i>	2.01	0	2.42	0.78	2.59	14.48
<i>Quercus sapotifolia</i>	0.37	1.64	2.32	0.9	2.48	16.96
<i>Tillandsia vicentina</i>	1.75	0	2.29	0.98	2.45	19.42
<i>Quercus crispipilis</i>	1.3	0	1.87	0.72	2	21.42
<i>Polypodium plesiosorum</i>	1.61	0	1.81	0.85	1.93	23.35
<i>Tillandsia guatemalensis</i>	1.48	0	1.73	1.01	1.85	25.21
<i>Phoradendron tonduzii</i>	1.1	0	1.69	0.51	1.8	27.01
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.21	1.11	1.55	0.67	1.66	28.67
<i>Clethra mexicana</i>	0.05	0.98	1.26	0.78	1.35	30.02
<i>Crataegus mexicana</i>	0.96	0	1.25	0.72	1.33	31.35
<i>Peperomia galioides</i>	1.03	0	1.15	0.86	1.22	32.58
<i>Quercus crassifolia</i>	0.93	0	1.01	0.54	1.08	33.66

Tabla 11. Principales especies responsables de la disimilitud florística entre México y Guatemala.

Disimilitud promedio= 97.58						
Especies	Group MX	Group GT	Av.Dis s	Diss/S D	Contrib %	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund				
<i>Quercus segoviensis</i>	2.13	0	3.43	0.7	3.52	352
<i>Quercus rugosa</i>	2.01	0	2.74	0.79	2.8	6.32
<i>Tillandsia vicentina</i>	1.75	0	2.61	0.97	2.67	8.99
<i>Quercus crispipilis</i>	1.3	0	2.16	0.72	2.22	11.21
<i>Polypodium plesiosorum</i>	1.61	0	2.02	0.84	2.07	13.28
<i>Phoradendron tonduzii</i>	1.1	0	1.97	0.5	2.02	15.29
<i>Tillandsia guatemalensis</i>	1.48	0.06	1.94	1.03	1.99	17.28
<i>Pinus oocarpa</i>	0.67	0.62	1.74	0.65	1.78	19.07
<i>Pinus maximinoi</i>	0.66	0.34	1.64	0.47	1.69	20.75
<i>Quercus peduncularis</i>	0.57	0.73	1.58	0.78	1.61	22.37
<i>Crataegus mexicana</i>	0.96	0	1.42	0.71	1.46	23.82
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.21	0.81	1.41	0.58	1.45	25.27
<i>Peperomia galioides</i>	1.03	0	1.28	0.87	1.31	26.57
<i>Quercus sapotifolia</i>	0.37	0.51	1.15	0.47	1.18	27.75
<i>Quercus crassifolia</i>	0.93	0	1.13	0.54	1.15	28.9

Tabla 12. Principales especies responsables de la disimilitud florística entre Honduras y Guatemala.

Disimilitud promedio= 95.07	Group		Group GT			
	HN	GT	Av.Dis	Diss/S	Contrib	Cum.
Especies	Av.Abund	Av.Abund	s	D	%	%
<i>Pinus oocarpa</i>	3.73	0.62	7.92	1.31	8.33	8.33
<i>Pinus maximinoi</i>	2.21	0.34	4.72	1.08	4.97	13.3
<i>Quercus sapotifolia</i>	1.64	0.51	4.03	0.92	4.24	17.54
<i>Quercus segoviensis</i>	1.73	0	3.78	1.04	3.98	21.52
<i>Liquidambar styraciflua</i>	1.11	0.81	3.19	0.79	3.35	24.87
<i>Clethra mexicana</i>	0.98	0.06	2.02	0.83	2.12	26.99
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.81	0	1.77	1.07	1.86	28.85
<i>Quercus peduncularis</i>	0	0.73	1.74	0.61	1.83	30.68
<i>Mimosa albicans</i>	0.72	0	1.58	0.88	1.66	32.35
<i>Wedellia acapulcensis</i>	0.66	0	1.47	1.16	1.55	33.89
<i>Calliandra houstoniana</i>	0.53	0	1.15	0.87	1.21	35.1
<i>Quercus sp.</i>	0	0.48	1.03	0.56	1.08	36.19
<i>Paspalum sp.</i>	0.48	0	1.03	0.78	1.08	37.27
<i>Miconia albicans</i>	0.43	0	0.92	0.58	0.97	38.24
<i>Quercus benthamii</i>	0	0.35	0.9	0.31	0.94	39.18

Desde el punto de vista de composición florística, los análisis de similitud indican que la abundancia del Chipe cachetes dorados (*Setophaga chrysoparia*) está levemente condicionada por la composición florística que presentan las áreas de muestreo (R global: 0.188; p : 0.001). Para las tres categorías de abundancia de *S. chrysoparia* se comparó la composición florística, dentro de tres comparaciones posibles, dos de ellas muestran significancia estadística siendo estas Poco común-Ausente y Común-Ausente (

Tabla 13), por lo que al comparar Poco común-Común no se observó diferencia significativa.

Desde el punto de vista de la estructura arbórea de la vegetación, se muestra un patrón similar, ya que tanto el DAP (R global: 0.170; p : 0.004) como la altura (R global: 0.168; p : 0.003), tienen una muy leve injerencia en la abundancia que muestra el Chipe cachetes dorados. Al igual que en la composición florística en la altura total y el DAP, se realizó tres comparaciones posibles, y solamente dos de ellas muestran significancia estadística siendo estas Poco común-Ausente y Común-Ausente (

Tabla 13). Las diferencias en DAP y altura en los bosques de pino-encino según la abundancia de *S. chrysoparia* se pueden observar en la Figura 16.

Tabla 13. Comparaciones pareadas para composición florística, altura y DAP, considerando la abundancia del Chipe cachetes dorados (*Setophaga chrysoparia*).

Grupos	Composición florística		Altura total		DAP		
	Valor R	Valor p	Valor R	Valor p	Valor R	Valor p	
Poco común - Ausente	-	0.364	0.002*	0.284	0.001*	0.271	0.003*
Común - Ausente		0.247	0.001*	0.212	0.002*	0.218	0.001*

*Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

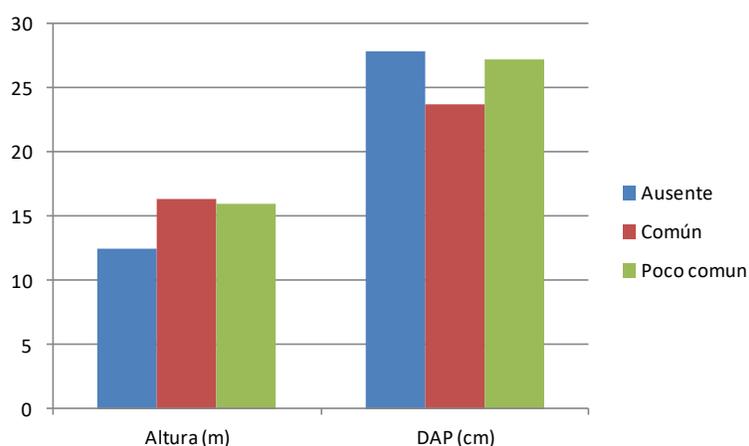


Figura 16. Comparación de la altura y DAP del estrato arbóreo comparando los bosques de pino-encino con diferente abundancia del *Setophaga chrysoparia*.

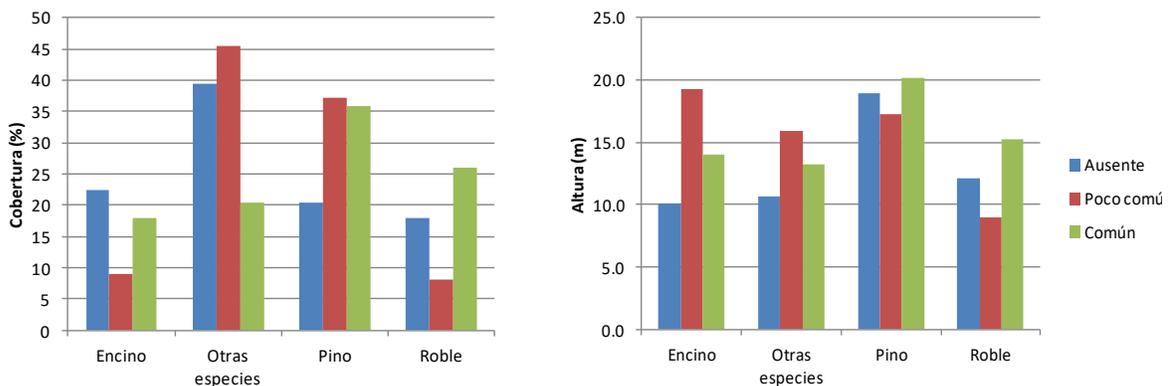
Se realizó una separación de las especies arbóreas en grupos, considerándose a Pinos, Otras especies (que incluye latifoliadas y coníferas diferentes a los pinos), Robles (*Quercus* de hoja ancha), y Encinos (*Quercus* de hoja angosta). Esta división en Encinos y Robles tomó en consideración a los grupos de especies arbóreas identificadas de importancia en el hábitat invernal del chipe (Komar *et al.*, 2011). Las especies consideradas en esta división son las siguientes:

Encino	Roble
<i>Quercus benthamii</i>	<i>Quercus segoviensis</i>

<i>Quercus ocoteifolia</i>	<i>Quercus crassifolia</i>
<i>Quercus skinneri</i>	<i>Quercus pilicaulis</i>
<i>Quercus sapotifolia</i>	<i>Quercus candicans</i>
<i>Quercus peduncularis</i>	<i>Quercus magnoliifolia</i>
<i>Quercus purulhana</i>	<i>Quercus rugosa</i>
<i>Quercus crispipilis</i>	
<i>Quercus conspersa</i>	
<i>Quercus elliptica</i>	
<i>Quercus tristis</i>	

Al caracterizar el dosel en función de los grupos de especies arbóreas, se observa que en los bosques donde *S. chrysoparia* se encontraba Ausente, la cobertura del encino es la más alta en comparación a las condiciones Poco común y Común. Sin embargo, la cobertura de pino es la más baja de las tres condiciones, lo cual estaría sugiriendo la importancia que tiene también el pino en el hábitat. En la condición Común los robles tienen una cobertura importante y no así para las condiciones Ausente y Poco común. Contrariamente, se observa que la cobertura de Otras especies es mucho más alta en la condición Ausente y Poco común, y muy baja en Común (Figura 17).

En cuanto a la altura y el DAP los pinos tienen los valores más altos en las tres condiciones, lo cual es característico de este grupo. Las alturas para el dosel van entre los 10 y 20 metros. En el diámetro de copa se observa claramente que los valores son bastante más bajos en la condición Ausente para todos los grupos de especies, en comparación a Poco común y Común. Esto podría deberse a que la densidad arbórea en los bosques donde no se ha encontrado a *S. chrysoparia* es alta, lo cual impide que las copas de los árboles se desarrollen horizontalmente (Figura 17).



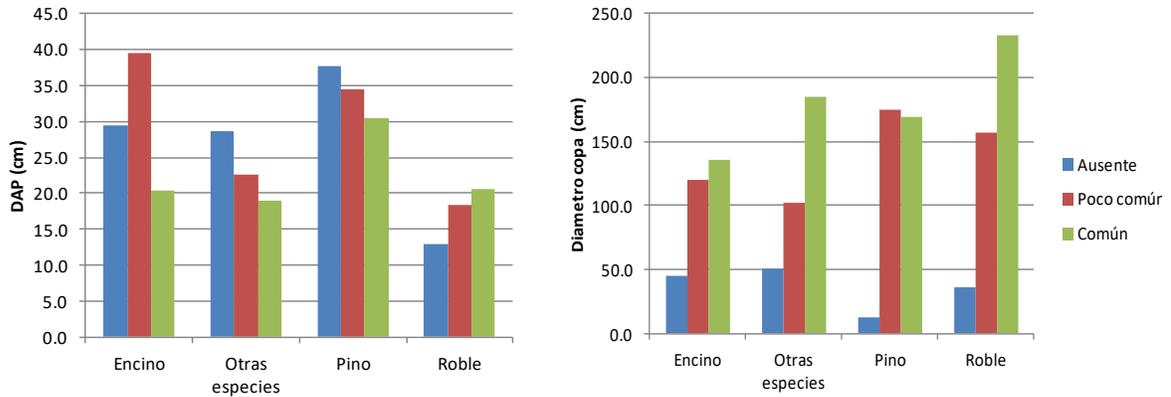
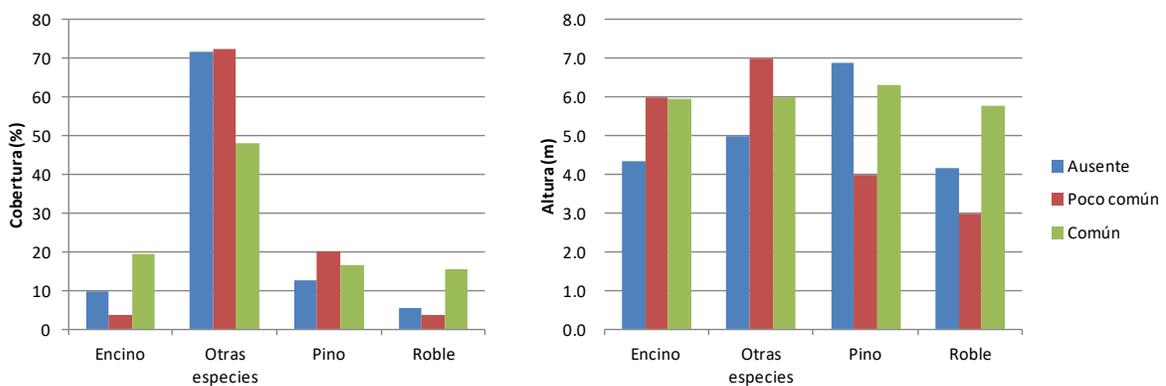


Figura 17. Caracterización del dosel en función de la abundancia de *Setophaga chrysoparia* en los bosques de pino-encino

Al caracterizar el subdosel en función de grupos de especies arbóreas identificadas de importancia en el hábitat invernal del chipe, se observa que en las tres condiciones el grupo Otras especies presenta la mayor cobertura seguido de los pinos y para el caso de Común el encino registra una cobertura similar al Pino (Figura 18). En la altura el subdosel está representado por árboles entre 3 y 7 m de alto, para las condiciones Común y Ausente los pinos tiene las mayores alturas, mientras que para la condición Poco común son el grupo Otras especies. El roble presenta las menores alturas para las tres condiciones (Ausente, Poco común y Común).

En cuanto al DAP en el subdosel para las tres condiciones, los valores más bajos se observan en Otras especies, mientras que los más altos están en el grupo de Encinos y Robles; los valores van entre 5.5 y 8 cm (Figura 18).



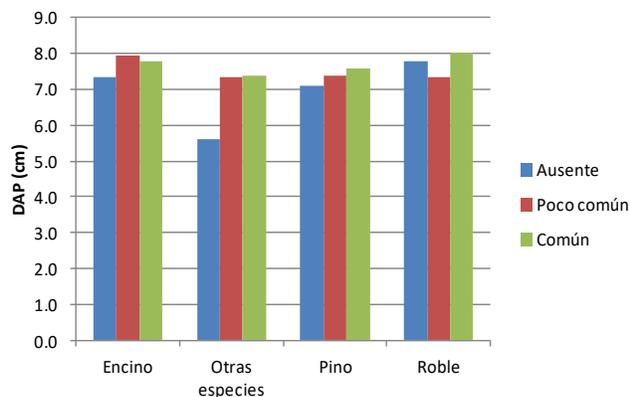


Figura 18. Caracterización del subdosel en función de la abundancia de *Setophaga chrysoparia* en los bosques de pino-encino

4.4 Amenazas al hábitat

En general, si bien las perturbaciones son variadas, la gran mayoría se manifiestan de manera débil, ya que pocos sitios de muestreo fueron valorados con el máximo (3-alto, intenso). En México, el valor promedio de perturbación fue de 0.3. La amenaza más importante fue la evidencia de caminos peatonales con alto tránsito y la evidencia de incendios forestales. Éstas se manifestaron principalmente en los sitios de Laguna del Cochi y Coapilla.

En Guatemala, el valor promedio de perturbación fue de 0.2. La amenaza más importante fue la evidencia de caminos peatonales con alto tránsito y la evidencia de extracción de leña. Éstas se manifestaron principalmente en los sectores de Chichicastenango y Tecpán.

En Honduras, el valor promedio de perturbación fue de 1.4, el más alto de los tres países. La amenaza más importante fue la evidencia de árboles afectados por enfermedades o plagas y la evidencia de extracción de leña. Éstas se manifestaron principalmente en los sectores de La Muralla, Corralitos y Uyuca.

4.5 Conclusiones

- La mayor riqueza florística que se registró en Guatemala, puede ser consecuencia del mayor esfuerzo de muestreo que se aplicó en dicho país, ya que se levantaron 32 parcelas. En México y Honduras en tanto, se llevaron a cabo 21 y 20 parcelas respectivamente.
- El escaso porcentaje de elementos florísticos compartidos entre los tres países (10 %), se refleja en la separación que muestran las parcelas de muestreo en ambos análisis de ordenamiento (nMDS y cluster).

- El dosel aparece dominado principalmente por especies del género *Quercus* (*Q. segoviensis*-roble y *Q. rugosa*-encino) en México, y por especies del género *Pinus* (*P. oocarpa*, *P. maximinoi* y *P. pseudostrobus*) en Guatemala y Honduras. La preponderancia de dichas especies se manifiesta tanto en la abundancia como en la frecuencia que exhibieron en los censos.
- El subdosel en sus características estructurales, se muestra medianamente homogéneo en los tres países considerados en el estudio, ya que presenta diámetros, alturas y áreas basales similares. Esto indica que bajo el dosel dominante de las especies del género *Pinus* y/o *Quercus* existe regeneración de un número considerable de especies arbóreas.
- En el estrato arbustivo, aparecen con alta abundancia varias especies que son propias del dosel arbóreo dominante. Esta situación tiene relación con la capacidad regenerativa que muestran las especies y que son fundamentales en el futuro de estos bosques.
- El gremio de hierbas destaca por presentar la mayor diversidad florística de todos los estratos inventariados. Por lo tanto, está contribuyendo con más del 50% de la riqueza total de especies registradas en todas las áreas de estudio, y aporta más del 40% de la flora que se reporta en cada país.
- La diversidad de plantas epífitas presenta altos niveles de riqueza, representando el 20% de la flora total del área de estudio. Esto es destacable, si se considera que en teoría el 10% de plantas que se ven en el bosque pertenece a este gremio. Sin embargo, hay que destacar que esta alta riqueza de epífitas se reporta principalmente en México (98 especies), mientras que en Honduras las especies de epífitas fue muy baja (5 especies.)
- Las clases diamétricas obtenidas del análisis estructural se presentan en forma de J invertida para los tres países estudiados, situación en la cual los individuos arbóreos se encuentran distribuidos a lo largo de varias categorías de DAP. Además, se muestra una importante concentración de ejemplares en torno a diámetros pequeños (< 15 cm), lo cual tiene relación con una abundante regeneración y bosques en crecimiento que pueden deberse a recientes perturbaciones.
- Las clases de altura señalan que la mayor parte de los individuos se ubican entre los 9 y 15 m. Hay también una importante concentración de ejemplares en la primera categoría (2-8 m), lo cual asegura al igual que el DAP, la regeneración futura de este ecosistema boscoso.
- Los tres países en estudio presentan una moderada, pero significativa diferencia en la composición florística que presentan, lo cual queda de manifiesto con la prueba de Anosim. De las tres comparaciones posibles, las mayores diferencias se dan entre México y Honduras. Lo anterior puede tener su explicación en las diferentes altitudes promedio que presenta cada país, además de la diferencia latitudinal.
- Los resultados del análisis SIMPER son concordantes con la abundancia y frecuencia que muestran las especies, ya que la diferencia que presenta México con Guatemala y Honduras, viene dada por la presencia de especies del género *Quercus*. Lo mismo ocurre con la diferencia que muestra Honduras respecto de Guatemala, la cual está dada principalmente por especies del género *Pinus*.

- De las tres variables consideradas con potencial injerencia en la abundancia de *Setophaga chrysoparia*, es la composición florística la que muestra la mayor incidencia (aun así baja) en la presencia de dicha especie. En menor medida, aparecen el DAP y la altura de los individuos arbóreos que conforman los sistemas boscosos.
- Aun cuando en los tres países se registraron variadas formas de perturbación de hábitat, en general se mantienen en un bajo grado de amenaza. En este sentido, la amenaza más recurrente tiene que ver con los caminos peatonales de alto tránsito. Esta amenaza se debe tener en consideración, puesto que los bordes de caminos son reservorios ideales de especies exóticas, desde donde pueden ingresar al interior de los bosques afectando a las especies nativas y los procesos ecológicos y ecosistémicos.
- La riqueza florística del dosel, subdosel y epifítico de los bosques de Pino-encino, conjuga una gran variedad de especies tanto de procedencia neotropical como de tipo templado, las cuales armonizan gracias a la diversidad topográfica y una serie de variables ambientales que permiten su desarrollo.

5. Recomendaciones de Manejo Forestal

Es importante que al hablar de manejo forestal en la Ecorregión y poner en práctica cualquier acción de manejo, se tomen en cuenta consideraciones importantes sobre sus características ecológicas por la gran diversidad biológica que presenta. Aunque la Ecorregión se ha identificado como una unidad macroecológica, presenta variaciones que han permitido identificar 40 subregiones o unidades ecológicas terrestres con diferente composición de especies, siendo la ecorregión con mayor variabilidad de las Ecoregiones Terrestres de Mesoamérica (Corrales, 2011). Las principales asociaciones vegetales son bosques de pino, bosques de encino, bosques de pino-encino, y bosques de pino-encino-liquidámbar (Reynoso-Santos y Martínez-Meléndez, 2004, Sánchez-González, 2008).

En la Ecorregión se han registrado un total 10 especies de pinos y 42 especies de encinos. Las especies varían en su distribución de norte a sur, siendo Guatemala el país con mayor riqueza de especies de *Pinus* y *Quercus* dentro de la Ecorregión (CEAB-APEM-TNC, 2010). Las especies de *Pinus* y *Quercus* presentan una zonificación altitudinal, permitiendo que una especie sea reemplazada por otra al aumentar la elevación. La diversidad de pinos y encinos dentro de la ecorregión está dada por la variabilidad en las condiciones de suelo, temperatura, humedad y topografía (Perry *et al.* 1993, Kappelle 2008, Sánchez-González, 2008).

A lo largo de la Ecoregión, únicamente tres especies de pinos se tienen en común en todos los países (*P. oocarpa*, *P. maximinoii*, *Pinus tecunumanii*). Las especies *Pinus pseudostrobus* y *Pinus ayacahuite* se encuentran en todos los países excepto

Nicaragua. *Pinus patula* se encuentran en todos los países excepto El Salvador. *Pinus devoniana* es exclusiva para México y Guatemala (CEAB-APEM-TNC, 2010).

De las 42 especies de *Quercus*, 16 se encuentran compartidas en dos o más países, siendo *Quercus segoviensis* la especie con mayor distribución de la Ecorregión encontrándose en todos los países excepto El Salvador (CEAB-APEM-TNC, 2010).

5.2 Manejo de Bosque Nativo para Aprovechamiento

El estudio florístico realizado en México, Guatemala y Honduras en la Ecorregión mostró que hay diferencias en la composición de especies en los tres países, debiéndose considerar esta variación de especies de *Pinus* y *Quercus* en el manejo forestal, ya que cada especie en base a su autoecología podría requerir diferentes prácticas de manejo. En el estudio se logró identificar las especies más abundantes y frecuentes del dosel y subdosel que se comparten, así como las especies diferenciadoras (Tabla 14, Tabla 15). Estas especies son las más importantes sobre las cuales es necesario investigar y generar información de la historia natural (reproducción, regeneración y crecimiento), que orienten el manejo y que con ello se asegure el éxito del establecimiento de los árboles en casos de reforestación, plantación o restauración en los bosques de pino-encino de la Ecorregión. Además en paralelo, es necesario investigar el potencial comercial de las especies, principalmente los *Quercus* y otras latifoliadas, de las cuales se conoce muy poco sobre el manejo silvícola y propiedades de la madera para su uso comercial como producto transformado.

Tabla 14. Árboles más abundantes y frecuentes con DAP > 10 cm ubicados en el dosel en tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino

	México	Guatemala	Honduras
México	<i>Quercus rugosa</i> (R) <i>Quercus crispipilis</i> (E) <i>Quercus crassifolia</i> (R) <i>Crataegus mexicana</i>	<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Quercus segoviensis</i> (R) <i>Pinus oocarpa</i>
Guatemala		<i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Quercus peduncularis</i> (E) <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Alnus acuminata</i> <i>Rapanea myricoides</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>
Honduras			<i>Pinus maximinoi</i> <i>Quercus sapotifolia</i> (E) <i>Clethra mexicana</i>

Tabla 15. Árboles más abundantes y frecuentes con DAP entre 6-10 cm ubicadas en el dosel en tres países de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino

	México	Guatemala	Honduras
México	<i>Viburnum jucundum</i> <i>Quercus rugosa</i> (R) <i>Garrya laurifolia</i> <i>Quercus crispipilis</i> (E)		<i>Quercus segoviensis</i> (R) <i>Clethra mexicana</i>

Guatemala		<i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Eugenia sp.</i> <i>Alnus acuminata</i> <i>Quercus peduncularis (E)</i>	<i>Quercus sapotifolia (E)</i> <i>Liquidambar styraciflua</i>
Honduras			<i>Pinus oocarpa</i> <i>Pinus maximinoi</i>

En el desarrollo de prácticas de manejo forestal para las especies de *Pinus* y *Quercus*, se debe considerar las diferencias en la ecología de ambos géneros. Ya que el género *Pinus* puede considerarse una especie pionera, colonizadora, que en las fases de reproducción, crecimiento y desarrollo requiere de poca competencia y áreas abiertas, siendo un taxa generalmente de sombra intolerante que puede crecer en suelos pobres en nutrientes (Sánchez-González, 2008). Por el contrario, el género *Quercus*, son árboles que aparecen en estadios avanzados de sucesión ecológica, por lo cual en las fases de reproducción y crecimiento, requieren de plantas nodrizas o facilitadoras que provean las condiciones de luz y humedad ideales para su desarrollo, no afectando en su crecimiento la competencia que se puede generar con otras plantas (Müller-Using, 1994, Pulido, 2002).

Los resultados del estudio florístico actual muestran lo importante para *Setophaga chrysoparia* de mantener una estructura vertical multiestratificada y una composición mixta de especies que incluya *Pinus*, *Quercus* y otras especies latifoliadas (Tabla 16, Tabla 17). En términos de manejo forestal esto requiere medidas silviculturales de bosques mixtos que permitan optimizar la conservación, protección y gestión económica de los bosques, para lo cual se debe considerar al ecosistema forestal de forma integral.

Tabla 16. Características estructurales y de composición del dosel de los bosques de pino-encino según la abundancia de *Setophaga chrysoparia*

GRUPOS	Cobertura (%)			Altura (m)			DAP (cm)			Diámetro copa (cm)		
	AUS	PC	CM	AUS	PC	CM	AUS	PC	CM	AUS	PC	CM
Encino	22	9	18	10.2	19.3	14.0	29.5	39.5	20.3	45.2	120.0	135.2
Otras especies	39	46	20	10.7	15.9	13.2	28.6	22.6	18.9	50.6	102.5	184.7
Pino	20	37	36	19.0	17.3	20.2	37.8	34.5	30.4	12.6	175.0	169.6
Roble	18	8	26	12.1	9.0	15.2	12.9	18.5	20.6	35.8	156.8	233.1

A= Ausente, PC= Poco común, CM= común

Tabla 17. Características estructurales y de composición del subdosel de los bosques de pino-encino según la abundancia de *Setophaga chrysoparia*

GRUPOS	Cobertura (%)			Altura (m)			DAP (cm)		
	AUS	PC	CM	AUS	PC	CM	AUS	PC	CM

Encino	10	4	19	4.4	6.0	6.0	7.3	8.0	7.8
Otras especies	72	73	48	5.0	7.0	6.0	5.6	7.3	7.4
Pino	13	20	17	6.9	4.0	6.3	7.1	7.4	7.6
Roble	6	4	15	4.2	3.0	5.8	7.8	7.3	8.0

A= Ausente, PC= Poco común, CM= común

La silvicultura de bosques mixtos puede representar una solución para especies tolerantes y semi-tolerantes a la sombra que durante la germinación y el desarrollo juvenil requieren de protección bajo dosel o formaciones pioneras (Loewe y González, 2006, García-Abril, 2007). Ejemplo de ellas son las especies de *Quercus* y varias especies latifoliadas presentes en los bosques de pino-encino.

La silvicultura en bosques mixtos no debe utilizar la tala rasa como método de cosecha, salvo en casos de control biológico y en área reducidas, que pueda aprovecharse posteriormente la regeneración por la apertura de claros. En la silvicultura de bosques mixtos se debe fomentar la tala selectiva, en donde el manejo productivo debe estar enfocado al árbol individual y no a la masa forestal, donde no existe edad de rotación, sino que la corta se define por la edad del árbol individual y/o grupos de árboles mediante un diámetro meta. Este enfoque permitirá mantener bosques irregulares, multi-etáneos, y multiestratificados, donde se mantenga de forma permanente una biomasa o cobertura forestal la cual ayudará a la productividad de suelo. Esta medida de manejo forestal busca mantener un equilibrio entre el crecimiento y corta de madera, así como el contar con árboles disponibles para aprovechamiento en intervalos de corto plazo, contrario a lo que ocurre con la tala rasa donde los períodos de espera de crecimiento de los árboles son uniformes y de largos intervalos de tiempo.

Otra ventaja del sistema silvicultural de bosque mixto es que permite o es compatible con el aprovechamiento de la regeneración natural, aprovechando los procesos de dinámica forestal que se dan de forma natural, asegurando la continuidad de la masa forestal (Loewe y González, 2006, García-Abril, 2007). Además, tiene la ventaja de ser menos susceptible a plagas y enfermedades. Este modelo de manejo silvicultural puede ser viable y se recomienda se implemente a nivel comunitario, municipal o propietarios privados a escalas medianas o pequeñas de extensión.

Otro factor a considerar, es utilizar métodos de cosecha de bajo impacto, para evitar el daño del suelo, regeneración y árboles vecinos en crecimiento. Para lo cual se recomienda la delimitación de caminos para la extracción y transporte de la madera, así como un uso cuidadoso de la maquinaria que se emplee.

Un factor clave a considerar en el manejo de bosques mixtos, es el conocimiento de las características biológicas de las especies. Es necesario contar con información de la dinámica de crecimiento juvenil en altura, requerimientos de luz y tolerancia a la sombra, espacio necesario para el desarrollo de la copa, resistencia a heladas, y diferencias de edad de madurez de las especies, así como cualquier otra información

de utilidad para el manejo, esto con el fin de aumentar las probabilidades de éxito en la gestión forestal (Loewe y González, 2006).

El modelo de manejo silvicultural de los bosques de pino-encino de Centroamérica como bosques mixtos enfrenta varios retos. Actualmente el modelo de manejo forestal con fines productivos está centrado en las especies de pino, en donde se promueve el cambio o sustitución del bosque mixto en plantaciones poco diversas. Esto principalmente porque existe un mercado amplio y competitivo establecido para la madera del pino, por lo tanto la alta demanda de estos productos (principalmente de madera aserrada) representa una oportunidad económica más atractiva y viable bajo el esquema actual en la industria forestal (CEAB-APEM-TNC, 2010).

Otro reto, es el poco valor económico al *Quercus* u otras especies latifoliadas que fomenta el conocimiento del manejo silvicultural en plantaciones o en bosque natural, lo que ocasiona bajos rendimientos. Por otro lado, esto conlleva a que no se exploren nuevas o apropiadas tecnologías para el aprovechamiento y transformación de especies nativas no coníferas (CEAB-APEM-TNC, 2010).

El encino ha quedado relegado para uso energético (leña y carbón) por su alta capacidad calorífica, y ser una especie de poco interés comercial. No obstante, su uso como fuente energética no está regulado y para asegurar la salud de las poblaciones, es necesario desarrollar estrategias de manejo del rebrote del encino después de la poda.

En Europa las especies de *Quercus* son consideradas madera valiosa por sus características de resistencia, dureza, elasticidad y durabilidad, utilizándose para la elaboración de muebles, pisos, construcción, y en la producción de bebidas alcohólicas. Esto debe tomarse como un ejemplo en México y Centroamérica para investigar sobre las características biológicas, las propiedades de maneabilidad (física y mecánica) de la madera del encino y otras especies latifoliadas. Así como, investigar sobre oportunidades de mercado para productos maderables y no maderables de los bosques de pino-encino.

5.3 Restauración Biológica

Los análisis de la Alianza muestran que la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica presenta degradación haciéndose necesarias acciones de restauración ecológica para favorecer la conectividad y disponibilidad de hábitat para *S. chrysoparia*, así como para muchas especies de flora y fauna adicionales.

Por otro lado, los sitios de monitoreo de *S. chrysoparia*, en algunos casos son las únicas áreas boscosas en la zona que pueden albergar a la especie y han quedado aisladas, por lo que la restauración en zonas aledañas a estos sitios de monitoreo ayudaría en la conectividad de los bosques de pino-encino. Además, beneficiaría la presencia de *S. chrysoparia* en la ecorregión, y la recuperación de los servicios ambientales, como el regreso de la flora y fauna local, protección de especies en

riesgo, flujo de polinizadores, fertilidad de los suelos, protección contra la erosión, protección del régimen hídrico, del clima, y del paisaje, entre otros.

Para las acciones de restauración se sugiere considerar las comunidades vegetales de cada sitio, como ecosistemas de referencia (Dudley, 2005) (para ver el listado de especies consultar los estudios Cobar-Carranza et al., 2010, Germer y Cálix, 2017, Jiménez y Ordoñez, 2017, Martínez y Rojas, 2017). Algo clave en el proceso de restauración, será el definir la ubicación de la restauración, dando prioridad a las áreas que frecuenta *S. chrysoparia* como hábitat invernal. Para ello se sugiere realizar un análisis basado en criterios físicos, ambientales y biológicos que faciliten o a la vez dificulten esta actividad (conectividad, pendiente, humedad, parches de vegetación cercanos, tipos de suelo, etc.), así como condiciones sociales que estén asociadas a estos sitios (número de habitantes por localidad, densidad de caminos y accesibilidad, etc.), lo cual permita evaluar si estas condiciones pueden contribuir o por el contrario perjudicar la restauración.

Para la restauración se sugiere utilizar la técnica de la nucleación, la cual se basa en la creación de núcleos de biodiversidad que facilite y acelera la regeneración natural y la recuperación de los grupos funcionales del ecosistema, a través de la creación de nichos de regeneración y/o colonización utilizando elementos bióticos y abióticos. El resultado es la formación de núcleos de diversidad, los cuales crean conectividad en el paisaje fragmentado, de modo que los flujos biológicos ocurren en dos sentidos: a) fragmentos de bosque-área en restauración, y área restaurada-paisaje (Tres y Reis, 2007).

No en todas las localidades se encuentran los mismos procesos o nivel de degradación, por lo que al definir las áreas o sitios clave para la conectividad del paisaje, se considerará que tipo de restauración ecológica deberá realizarse (asistida o activa), además de los actores involucrados (comunidades, organizaciones de la sociedad civil, etc.). Entre las acciones que se pueden realizar para ayudar en la restauración está la construcción de terrazas y barreras de retención de suelos, establecimiento de cercos vivos, la translocación de suelo para aprovechar el banco de semillas natural del bosque, la lluvia de semillas inducida recolectando semillas del ecosistema de referencia asegurándose que las semillas tengan una genética local, establecimiento de perchas artificiales para favorecer el movimiento de aves y núcleos de restauración a través del efecto dispersor de las aves, transplante de plántulas y la reforestación diversificada.

La restauración activa por nucleación tiene la ventaja de acelerar el proceso de restauración, sin embargo es más caro que la restauración pasiva. La restauración pasiva se orientan a eliminar las fuentes de degradación y permitir a los procesos biológicos de los ecosistemas para guiar la sucesión de la vegetación (Lockwood & Samuels, 2004). Esta última, no puede aplicarse en lugares altamente degradados. En los sitios de monitoreo de *S. chrysoparia*, las causas de degradación prioritarias son la

extracción no sostenible de leña y madera, y los incendios forestales. Por lo que se recomienda fortalecer los mecanismos de control y autorización del aprovechamiento de estos recursos, y trabajar principalmente en la prevención de los incendios forestales.

6. Bibliografía

Alba-López, M.P., Cobar-Carranza, A.J., Castillejos-Castellanos, E. 2015. Tendencias de cambio de cobertura forestal de la Ecorregión de Bosques de Pino-Encino de Centroamérica. Pags: 31-55. En: Cobar-Carranza, A.J. Análisis del Chipe Mejilla Dorada (*Setophaga chrysoparia*), especies acompañantes en las parvadas mixtas, y cambio de cobertura en la ecorregión de bosques de pino-encino de Centroamérica. Pronatura Sur, México. 118 pp.

Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica. 2017a. Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Setophaga chrysoparia* (2018-2028). Editores: A. J. Cobar-Carranza, E. Secaira, C. Macias, R. Leonardo, E. Castillejos-Castellanos. Fundación Defensores de la Naturaleza, Pronatura Sur A.C. 110 pp.

Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamerica. 2017b. Protocolo para el estudio regional del chipe de mejillas doradas (*Setophaga chrysoparia*) en Centroamérica. Versión 4.

Balam-Ballote Y.R., León-Cortés J.L. 2010. Forest management and biodiversity: a study of an indicator insect group in Southern Mexico. Interciencia.

Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad, Alianza para la Conservación de Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, The Nature Conservancy. (2010). Diagnóstico Ecológico y Socioeconómico de la Ecorregión Bosques de Pino-Encino de Centroamérica. The Nature Conservancy/Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 335 pp.

Cóbar-Carranza, A.J., Dávila, V., Véliz, M., Maza, A. 2010. Caracterización de la distribución y uso de hábitat del chipe cachete dorado (*Dendroica chrysoparia*) para su conservación en la región noroccidental, central y oriental de los bosques de pino-encino de Guatemala. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Fundación Defensores de la Naturaleza, Universidad de San Carlos de Guatemala, Herbario de la Escuela de Biología. Guatemala. 193 pp.

Comité de Gestión del Área Protegida. 2016. Plan Operativo Refugio de Vida Silvestre La Muralla. Honduras. 12pp.

CONADEH. 2016. Informe especial: El gorgojo descortezador del pino y otras amenazas ambientales a la vida digna de los hondureños y hondureñas. Instituto Nacional de Conservación Forestal. Tegucigalpa, Honduras.

CONANP. 2007. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Lagunas de Montebello. SEMARNAT

Consejo Nacional De Áreas Protegidas CONAP. 2010. Plan Maestro Reserva Forestal Protectora de manantiales Cordillera Alux (2010-2014). Unidad Técnica Cordillera Alux. 175 pp.

Conservation International y Wildlife Conservation Society. (2007). Establecimiento de una línea base para especies y áreas clave de biodiversidad en Guatemala. Guatemala: CI y WCS.

Corrales, L. 2011. La Última Frontera de la Biodiversidad Terrestre de Mesoamérica. Evaluación de las Ecorregiones Terrestres de Mesoamérica (Región de Chiapas-México/Darién-Panamá). Programa de Ciencias Regional, Región de Latinoamérica. The Nature Conservancy, San José, Costa Rica.

De La Cruz, J. R. 1982. Clasificación de Zonas de vida a nivel de Reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 pp.

Dudley, N. (2005). Identifying and using reference landscapes for restoration. En S. Mansourian, D. Vallauri, & N. Dudley, *Forest restoration in landscapes* (págs. 109-114). Nueva York: Springer.

Elgueta-Miranda. J.R. 2008. Formulación de un plan integral de desarrollo forestal comunitario y perspectivas de una empresa forestal ejidal.

Franco López, V. H. 2015. Financiamiento de unidades pecuarias (crianza y engorde ganado bovino) y proyecto: Producción de candela de parafina. Municipio de Morazán, El Progreso. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de San Carlos de Guatemala. 188 pp.

García-Abril, A. 2007. La Gestión Forestal Detallada a través de la Gestión Próxima a la Naturaleza. <http://www.prosilva.org.es/downloads/agarciaabril07.pdf>. Consultado el 20 de enero de 2015.

García Velásquez, W. E. 2009. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión: Costos y rentabilidad de unidades pecuarias (producción de leche) en el Municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz. Ejercicio Profesional Supervisado, Facultad de Ciencias Económicas.

Germer Sánchez, L.D., Cálix Zelaya, M. E. 2017. Caracterización del hábitat invernal del chipe de cachetes dorados en los bosques de la Ecorregión de Pino-encino de Centroamérica (Honduras) Informe Final., Honduras, 51 pp.

Gil Escobar, R. A. 2012. Apoyo Técnico y Evaluación de Testa de Pepitoria (*Cucurbita mixta* Pang) Y Rastrojo De Maíz (*Zea mays*) como sustratos para la producción artesanal del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en la comunidad Pahuezá, Cubulco, Baja Verapaz, Guatemala, C.A. Tesis de Agronomía.

Huarachi, G. 2015. Evaluación silvícola del manejo de pinares en municipios de Yamaranguila y San Marcos de Sierra, departamento de Intibucá, Honduras. Turrialba, Costa Rica.

ICF. 2012. Plan de manejo del Refugio de Vida Silvestre Corralitos. Honduras. 208 pp.

ICF. 2017. Informe de episodio de ataque del gorgojo descortezador del pino *Dendroctonus frontalis* en Honduras 2014-2017. Honduras. 69 pp.

ICF- USAID ProParque- AMITIGRA. 2014. Plan de uso Público del Parque Nacional La Tigra. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, USAID ProParque, Fundación Amigos de La Tigra. Tegucigalpa, MDC.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidología. 2003. Atlas Climatológico. Guatemala: INSIVUMEH.

Jiménez, J., Ordoñez, E. 2017. Caracterización del hábitat invernal del chipe de cachetes dorados en los bosques de la Ecorregión de Pino-encino de Centroamérica (Guatemala) Informe Final. Guatemala, 60 pp.

Komar, O., McCrary, J.K., van Dort, J., Cobar-Carranza, A.J., Castillejos-Castellanos, E. 2011. Winter ecology, relative abundance and population monitoring of Golden-cheeked Warblers (*Dendroica chrysoparia*) throughout the known and potential winter

range. SalvaNatura, Alianza para la conservación de los bosques de pino-encino de Mesoamérica, Texas Parks and Wildlife Department.

Lockwood, J. L., Samuels, C. L. 2004. Assembly models and the practice of restoration. En V. M. Temperton, R. J. Hobbs, T. Nuttle, & S. Halle, *Assembly rules and restoration ecology* (págs. 55–70). Washington: Island Press.

Loewe, V., González, M. 2006. Plantaciones Mixtas: Un modelo productivo potencial para Chile. Instituto Forestal, Chile. 299 pp.

Martínez Ovando E., Rojas Quiñones A. F. 2017. Caracterización del hábitat invernal del chipe de cachetes dorados en los bosques de la Ecorregión de Pino-encino de Centroamérica (México, Chiapas) Informe Final. Pronatura Sur, A.C., Chiapas, México, 252 pp.

Matteucci, SD; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington DC, US, OEA. 168 pp.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 2001. Mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000, –Memoria Técnica. Guatemala: MAGA.

Mora, J.M., L.I. López, M. Acosta, P. Maradiaga. Plan de manejo Reserva Biológica Uyuca 2013-2025. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 165 pp.

Müller-Using, B. 1994. Contribuciones al conocimiento de los bosques de encino y pino-encino en el Noreste de México. Reporte Científico No.1, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 194 pp.

Perry, J., A. Graham, D. Richardson. 1993. The history of pines in Mexico and Central America. *Ecology and Biogeography of Pinus*. Ed. D.M. Richardson. Cambridge University Press. Pp 137-149.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Instituto Interamericano para la de Cooperación para la Agricultura (IICA). 1993. Proyecto de Desarrollo Rural Sostenible de Zonas de Fragilidad Ecológica en la Región del Trifinio: Subproyecto Integrado de Desarrollo de la zona de Quezaltepeque, Guatemala. Guatemala. 117 p.

Pronatura Sur, 2016. Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Moxviquil. México.

Pulido, F.J. 2002. Biología reproductiva y conservación: el caso de la regeneración de bosques templados y subtropicales de robles (*Quercus* spp.). *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 5-15.

Reynoso-Santos, R., Martínez Meléndez, N. 2004. Caracterización de los hábitats invernales de la *Dendroica chrysoparia* en la zona Norte del Estado de Chiapas, México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y Pronatura Sur. 103 pp.

Sánchez-González, A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques* 14(1): 107-120.

Stohlgren, T. J., Falkner, M. B., & Schell, L. D. 1995. A modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetation*, 117 (2), 113–121.

Suchini Farfán, A. E. 2000. Endemismo florístico en la Reserva Biosfera Sierra de las Minas. Centro de Estudios Conservacionistas (CECON).

Tres, D.R.; Reis, A. 2007. La nucleación como propuesta para la restauración de la conectividad del paisaje. In: Seminario Internacional de Restauración Ecológica 2, SER, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

World Wide Fund for Nature (WWF) disponible en: www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0303_full.html. Consultado el 15 de agosto de 2018.