



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN CIENCIAS FORESTALES

DENSIDAD POBLACIONAL Y CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT DE LA GUACAMAYA ESCARLATA (*Ara macao cyanoptera*) EN DOS EJIDOS DE MARQUÉS DE COMILLAS, CHIAPAS

ESTEFANÍA MENDOZA CRUZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2018



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, la que suscribe, "**Estefanía Mendoza Cruz**", Alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor "**Juan Ignacio Valdez Hernández**", por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis "**Densidad poblacional y caracterización del hábitat de la Guacamaya Escarlata (*Ara macao cyanoptera*) en dos Ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas**", y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo con las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Texcoco, Estado de México a 24 de agosto de 2018

Estefanía Mendoza Cruz

Dr. Juan Ignacio Valdez Hernández

La presente tesis titulada: **“Densidad poblacional y caracterización del hábitat de la Guacamaya Escarlata (*Ara macao cyanoptera*) en dos Ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas”** realizada por la alumna: **“Estefanía Mendoza Cruz”** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
CIENCIAS FORESTALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



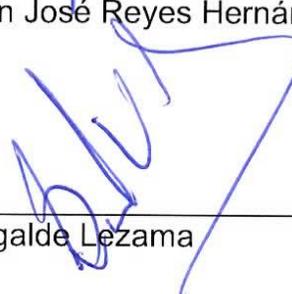
Dr. Juan Ignacio Valdez Hernández

ASESOR



Dr. Valentín José Reyes Hernández

ASESOR



Dr. Saúl Ugalde Lezama

Montecillo, Texcoco, Estado de México, agosto de 2018

**Densidad poblacional y caracterización del hábitat de la Guacamaya Escarlata
(*Ara macao cyanoptera*) en dos Ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas**

Estefanía Mendoza Cruz

Colegio de Postgraduados, 2018

RESUMEN

Se determinó la densidad poblacional y se describieron las características del hábitat de *Ara macao cyanoptera* en dos Ejidos: Reforma Agraria (RAG) y Zamora Pico de Oro (ZPO), Marqués de Comillas, Chiapas. En cada ejido se realizó un censo poblacional para determinar la abundancia y densidad poblacional de esta subespecie. De igual forma se registró durante la época reproductiva y no reproductiva las especies arbóreas utilizadas por actividad. Para caracterizar el hábitat se registraron variables dasométricas y de riqueza arbórea, se calcularon los índices estructurales de Valor de Importancia (IVI), de Valor Forestal (IVF), diversidad arbórea de Shannon-Wiener (H') y Semejanza arbórea de Sorensen. Se registró un total de 117 individuos (ind) de *A. macao cyanoptera* distribuidos en tres grupos: dos en ZPO (con 58 y 32 ind) y uno en RAG (con 27 ind). La densidad poblacional fue significativamente mayor en ZPO (0.022 ind/ha) que en RAG (0.009 ind/ha) ($p < 0.05$). Durante la época reproductiva el 52% de los avistamientos se registraron en ZPO, contrario con la época no reproductiva en donde en RAG se registró el 64% de los avistamientos. De acuerdo con los resultados de la caracterización arbórea del hábitat de *A. macao cyanoptera* en ambos ejidos se registró un total de 64 especies arbóreas, de 60 géneros y 26 familias. De las cuales esta subespecie utilizó para sus actividades 21 especies, de 21 géneros y 10 familias. Los valores de diámetro normal (Dn) y altura total (Ht) fueron significativamente mayores en ZPO (Dn= 42.57 cm, Ht=14.17 m) que en RAG (Dn= 27.42 cm, Ht=12.90 m) ($p < 0.05$). Los estratos verticales de altura total y los estratos horizontales de categorías diamétricas fueron semejantes en el estrato inferior, sin embargo, en los estratos intermedio y superior son diferentes. El 52% de las especies arbóreas con mayor IVI e IVF son utilizadas por *A. macao cyanoptera* para realizar sus actividades. A pesar de que la diversidad arbórea fue semejante en los ejidos (RAG $H'=3.11$, ZPO $H'=3.18$) ($p > 0.05$); el índice de Sorensen demostró que la composición de especies entre los ejidos no es semejante (16.93 – 26.31 %).

Palabras clave: Ejido, Censo poblacional, Actividades, Variables dasométricas, Índices de estructura arbórea.

**Densidad poblacional y caracterización del hábitat de la Guacamaya Escarlata
(*Ara macao cyanoptera*) en dos Ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas**

Estefanía Mendoza Cruz

Colegio de Postgraduados, 2018

ABSTRACT

In this study, I determined the population density and described the habitat characteristics of *Ara macao cyanoptera* populations in two Ejidos, Reforma Agraria (RAG) and Zamora Pico de Oro (ZPO), in Marqués de Comillas, Chiapas, México. A census of the scarlet macaw was performed in each Ejido to determine its abundance and population density. Also, on-site records of the tree species utilized by the scarlet macaw for their different activities were registered during both the reproductive and non-reproductive seasons. In order to perform a habitat characterization, I registered tree characteristics and tree richness, and value of importance index (IVI), forest value (IVF), Shannon-Wiener tree diversity index (H'), and Sorensen's tree similarity index were calculated. A total of 117 individuals of scarlet macaw were registered, distributed in three groups: two in ZPO, with 58 and 32 individuals, respectively, and one in RAG with 27 individuals. The population density was significantly highest in ZP (0.022 ind/ha) than in RAG (0.009 ind/ha) ($p < 0.05$). During the reproductive season, 52% of total sightings was recorded in ZPO, opposite to the non-reproductive season where 64% of total sightings was recorded in RAG. Habitat characterization indicated a total of 64 tree species, from 60 genus and 26 families. The scarlet macaw used 21 of these species, belonging to 21 genus and 10 families, for their different activities. Tree diameter and total height were significantly larger in ZPO ($D_n = 42.57$ cm, $H_t = 14.17$ m) than in RAG ($D_n = 27.42$ cm, $H_t = 12.90$ m) ($p < 0.05$). Total height vertical strata and diameter categories horizontal strata were similar in the lower layer; however, both strata were different for the intermediate and higher layers. *A. macao cyanoptera* utilizes 52% of the tree species with the largest IVI and IVF for its activities. Although tree diversity was similar between the two Ejidos (RAG $H' = 3.11$, ZPO $H' = 3.18$) ($p > 0.05$), Sorensen's index demonstrated that species composition between Ejidos is dissimilar ((16.93 – 26.31 %)).

Key words: Ejido, population census, activities, dendrometric variables, tree structure indices

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca brindada durante mi formación como Maestra en Ciencias.

Al Colegio de Postgraduados (COLPOS) Campus Montecillo, por el apoyo económico otorgado para la realización este proyecto de investigación.

Al Postgrado en Ciencias Forestales, por brindarme la oportunidad de formar parte de esta gran familia y formarme como Maestra en Ciencias Forestales.

A los miembros del consejo particular: Dr. Juan Ignacio Valdez Hernández, Dr. Valentín José Reyes Hernández y Dr. Saúl Ugalde Lezama; por sus valiosas aportaciones y sugerencias para la realización de este proyecto de investigación.

Al sinodal, Dr. René Valdez Lazalde, por sus comentarios y sugerencias, por la ocasión de ser partícipe de este proyecto de investigación.

A mis amigas y amigos del COLPOS, Lenin, Elvira, Eleazar, Angélica, Liliana, Melina, Agustín, Fátima y Fani; por haber tenido la oportunidad de coincidir en la vida y compartir este camino de superación y sabiduría.

A los pobladores y autoridades de los ejidos: Reforma Agraria y Zamora Pico de Oro, municipio de Marqués de Comillas, Chiapas, por permitirme realizar el trabajo de campo en sus parcelas.

A la Sociedad Cooperativa *Ara macao* y al Centro Ecoturístico Las Guacamayas, por el apoyo de hospedaje y alimentación brindado durante mi estancia en campo en el ejido Reforma Agraria.

A la familia Hernández Vallecillo, por el apoyo de hospedaje y alimentación brindado durante mi estancia en campo en el ejido Zamora Pico de Oro.

A los guías comunitarios, David, Taurino, Walter, Sergio y Erick, por todas las vivencias y conocimiento compartido en campo.

DEDICATORIA

A Gladis y Fredy, mis padres, por apoyarme y guiarme en el camino de la superación como ser humano, enseñarme a sentirme orgullosa de mis raíces, crecer sin miedo, purificarme y florecer siempre. Han sido un gran ejemplo para mí.

A Marby, mi hermana, porque somos como las ramas de un árbol, aunque crecemos en direcciones diferentes, nuestra raíz es una sola, así la vida de cada una siempre es parte esencial de la vida de la otra.

A Sergio, mi novio, porque a pesar de ser árboles separados por la distancia, finalmente fuimos unidos por nuestras raíces, de esta forma hemos compartido y crecido juntos, para hacer de la vida una gran aventura.

A la Guacamaya Escarlata, por compartir conmigo su mágico mundo, y entender que de la grandeza de la selva depende nuestro desarrollo y de la nobleza de nuestro corazón depende su conservación.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE CUADROS	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.1.1 Objetivos específicos.....	3
3. HIPÓTESIS	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1 Información taxonómica de <i>Ara macao</i>	4
4.2 Descripción de <i>Ara macao</i>	4
4.3 Subespecies de <i>Ara macao</i>	5
4.3.1 <i>Ara macao macao</i>	5
4.3.2 <i>Ara macao cyanoptera</i>	5
4.4 Ubicación geográfica del área de estudio.....	7
4.4.1 Ejido Reforma Agraria	8
4.4.2 Ejido Zamora Pico de Oro	8
5. MATERIALES Y MÉTODOS	10
5.1 Procedimiento de muestreo.....	10
5.2 Riqueza arbórea.....	10
5.3 Árboles utilizados por tipo de actividad	10
5.4 Variables dasométricas	11
5.5 Estructura arbórea.....	11
5.6 Diversidad arbórea	14
5.7 Abundancia y densidad poblacional de <i>Ara macao cyanoptera</i>	16
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
6.1 Riqueza arbórea.....	18
6.2 Árboles utilizados por tipo de actividad	18
6.3 Variables dasométricas	21

6.4 Estructura arbórea.....	22
6.5 Diversidad arbórea	26
6.6 Abundancia y densidad poblacional de <i>Ara macao cyanoptera</i>	27
7. CONCLUSIONES.....	29
8. LITERATURA CITADA.....	29

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución geográfica de <i>Ara macao</i> . Tomado de IUCN (2017).....	5
Figura 2. <i>Ara macao macao</i> . Tomado de Reid (2012).....	6
Figura 3. <i>Ara macao cyanoptera</i> (Fotografía de la autora).....	6
Figura 4. Ubicación geográfica de los ejidos Reforma Agraria y Zamora Pico de Oro, Marqués de Comillas, Chiapas, México.....	7
Figura 5. Vista panorámica del ejido Reforma Agraria, Marqués de Comillas, Chiapas.....	9
Figura 6. Vista panorámica del ejido Zamora Pico de Oro, Marqués de Comillas, Chiapas.....	9
Figura 7. Actividades de <i>Ara macao cyanoptera</i> durante los meses de enero a abril (época reproductiva) en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.....	20
Figura 8. Actividades de <i>Ara macao cyanoptera</i> durante los meses de agosto a noviembre (época no reproductiva) en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.....	21
Figura 9. Distribución de frecuencias de alturas totales de árboles en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.....	23
Figura 10. Distribución de frecuencias de diámetro normal de árboles en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.....	24

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Información taxonómica de <i>Ara macao</i>	4
Cuadro 2. Ecuaciones para determinar densidad relativa (Dr), dominancia relativa (Domr) y frecuencia relativa (Fr) para el cálculo del IVI.	12
Cuadro 3. Ecuaciones para determinar diámetro normal relativo (DNr), altura total relativa (Ar) y cobertura de copa relativa (Cr) para el cálculo del IVF.	13
Cuadro 4. Ecuaciones utilizadas para calcular “t” modificada según Hutcheson.	15
Cuadro 5. Valores de significancia de las variables de riqueza y dasométricas en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.	18
Cuadro 6. Especies arbóreas que utiliza <i>Ara maco cyanoptera</i> de enero a abril (época reproductiva) y de agosto a noviembre (época no reproductiva) para sus diferentes actividades en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.....	19
Cuadro 7. Medias (\pm error estándar) para análisis de variables de riqueza arbórea y dasométricas en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.....	22
Cuadro 8. Índice de Valor de Importancia (IVI) y de Valor Forestal (IVF) de las especies arbóreas en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.....	25
Cuadro 9. Valores de significancia del Índice de Margalef en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.....	26
Cuadro 10. Valores del Índice de Shannon-Wiener, equidad y varianza en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.....	26

Cuadro 11. Valores de diversidad beta, así como grados de libertad, T calculada y T tabla en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.	27
Cuadro 12. Densidad poblacional de <i>Ara macao cyanoptera</i> en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.	28

1. INTRODUCCIÓN

Ara macao Linnaeus, 1758 (guacamaya escarlata) es un ave caracterizada por su gran tamaño y colorido plumaje. Esta especie se clasifica en dos subespecies: *A. macao macao*, que se distribuye desde Costa Rica hasta Brasil y Bolivia, y *A. macao cyanoptera*, que tiene una distribución más restringida, desde México hasta Honduras (Wiedenfled, 1994). Según la lista roja de la IUCN (2017) *A. macao* se encuentra en la categoría de preocupación menor, debido a su amplia distribución en la región neotropical.

En México de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 la especie *A. macao* se encuentra en la categoría de peligro de extinción, aunque no se señala a la subespecie *A. macao cyanoptera*. Sin embargo, de acuerdo con su distribución es la única presente en el país. Por este motivo la subespecie se incluyó en el Proyecto de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Psitácidos (2000). Históricamente la distribución de *A. macao cyanoptera* en México comprendía los Estados de Tamaulipas, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Campeche y Chiapas; sin embargo, en 1970 sufrió una declinación en su distribución original, por lo que su distribución actual se ha restringido a la llanura aluvial del Río Usumacinta y Río Lacantún en la Selva Lacandona de Chiapas (Macías-Caballero *et al.*, 2000).

Las principales problemáticas por las que atraviesa *A. macao cyanoptera* son el comercio ilegal, la deforestación de su hábitat, la endogamia y su baja tasa reproductiva (Dear *et al.*, 2010; Raigoza, 2014), lo que ha ocasionado una distribución geográfica restringida, reducción en el tamaño de sus poblaciones, así como cambios en su desarrollo e interacción con otras especies (Vaughan *et al.*, 2009; Vigo *et al.*, 2011).

Una gran parte de los estudios realizados para *A. macao cyanoptera* han sido sobre anidación y alimentación por Iñigo (1996), Renton (1998), Renton (2004), Amaya-Villareal *et al.* (2015); estos estudios fueron realizados en áreas naturales protegidas o dentro de su zona de amortiguamiento, por lo que es necesario considerar la realización de estudios acerca del uso de hábitat en las diferentes zonas que forman parte del área de distribución de esta subespecie.

Estudios poblacionales realizados para *A. macao cyanoptera* por Carreón e Iñigo (2000) en la llanura aluvial del Río Lacantún, en el estado de Chiapas estimaron la presencia de 400 individuos, mientras que McReynolds (2006) estimó que existían de 150 a 250 individuos en la llanura aluvial del Río Usumacinta, en el estado de Chiapas. Sin embargo, ha transcurrido más de una década desde que se realizaron los estudios citados, por este motivo se puede inferir que es necesario conocer la situación presente de la subespecie para desarrollar acciones de manejo sustentable que permitan su conservación.

Los estudios de caracterización del hábitat de *A. macao cyanoptera* han sido escasos. Mendoza-Cruz *et al.* (2017) describieron la estructura y diversidad arbórea de sitios que esta subespecie utiliza para de anidar, alimentarse y dormir en un Ejido que forma parte de la llanura aluvial del Río Lacantún. Sin embargo, es necesario destacar que en ese estudio los autores también registraron sitios de dormitorio en un ejido colindante con la que fue su área de estudio.

Con base en lo anterior, el presente estudio se realizó para determinar la densidad poblacional y describir las características arbóreas del hábitat de *A. macao cyanoptera* en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas. Con los resultados obtenidos se espera poder definir estrategias de manejo comunitario del hábitat de esta subespecie para su conservación.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar la densidad poblacional de *Ara macao cyanoptera* y describir las características arbóreas de su hábitat en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

2.1.1 Objetivos específicos

- a) Determinar la abundancia y la densidad poblacional de *A. macao cyanoptera* en el ejido Reforma Agraria y en el ejido Zamora Pico de Oro.
- b) Describir las variables dasométricas, de riqueza arbórea, estructura y diversidad arbórea del hábitat de *A. macao cyanoptera* en el ejido Reforma Agraria y en el ejido Zamora Pico de Oro.

3. HIPÓTESIS

- a) La densidad poblacional de *A. macao cyanoptera* es igual en los dos ejidos.
- b) Las variables dasométricas, de riqueza arbórea, de estructura y de diversidad arbórea del hábitat de *A. macao cyanoptera* son iguales en los dos ejidos.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Información taxonómica de *Ara macao*

La guacamaya escarlata pertenece a la familia Psittacidae, al género *Ara* y a la especie *macao* (Cuadro 1). Fue documentada por primera vez por Linnaeus (1758).

Cuadro 1. Información taxonómica de *Ara macao*

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Aves
Orden	Psittaciformes
Familia	Psittacidae
Genero	<i>Ara</i>
Especie	<i>macao</i>
Subespecies	<i>Ara macao macao</i> <i>Ara macao cyanoptera</i>

Fuente: Ficha técnica de *Ara macao* (Renton *et al.*, 2003).

4.2 Descripción de *Ara macao*

El color del plumaje de *A. macao* es rojo escarlata, sus alas son rojas con plumas cobertoras y secundarias amarillas; su cola es roja con plumas cobertoras azul celeste (Renton *et al.*, 2003). El rostro de *A. macao* es color hueso sin plumas. El pico superior de la mandíbula es color hueso y el pico inferior es color negro mate. Las patas son de color oscuro. En los adultos el iris es amarillo; los juveniles son semejantes a los adultos, excepto por el iris que es café claro (Forshaw, 1989; Carreon e Iñigo, 2000).

En la etapa adulta *A. macao* puede llegar a medir un metro (m) de cabeza a cola, con un peso corporal de aproximadamente 1000 gramos (g). Sus alas tienen una longitud promedio de 41 centímetros (cm) y su cola una longitud promedio de 53 cm (Renton *et al.*, 2003). Las crías nacen con los ojos cerrados, sin plumaje, con un peso corporal de 25 a 27 g y alcanzan el peso máximo entre los 40 a 50 días de nacidos (Carreon e Iñigo, 2000).

4.3 Subespecies de *Ara macao*

4.3.1 *Ara macao macao*

Se distribuye en Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil y Guyana (Figura 1) (IUCN, 2017). Presenta las características anteriormente descritas para *A. macao*, y de manera adicional tiene una banda verde en sus alas, entre las plumas cobertoras y secundarias (Figura 2) (Wiedenfeld, 1994).

4.3.2 *Ara macao cyanoptera*

Se distribuye en México, Guatemala, Belice y Honduras (Figura 1) (IUCN,2017). Tiene las características morfológicas antes descritas para *A. macao*, aunque se distingue por la ausencia de la banda verde en las alas en comparación con la otra subespecie (Figura 3) (Wiedenfeld, 1994).

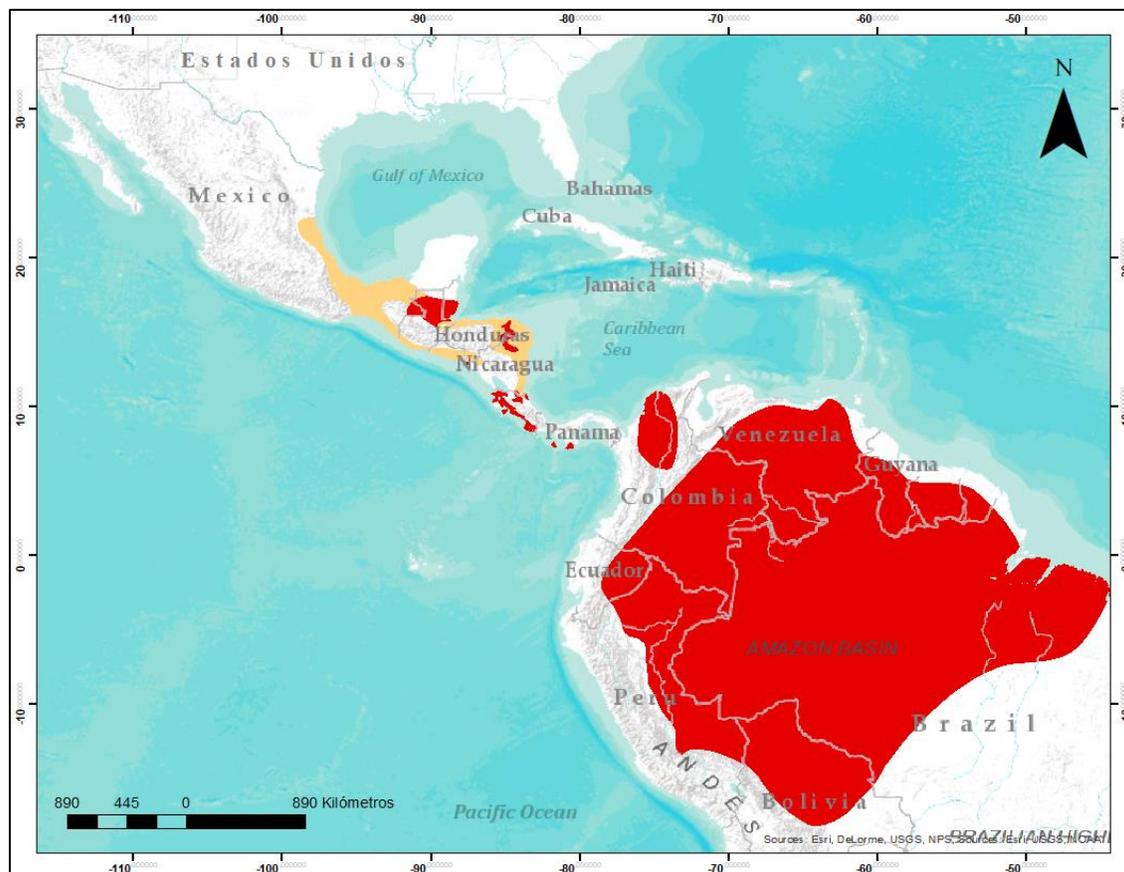


Figura 1. Distribución histórica (color amarillo) y actual (color rojo) de *Ara macao*. Tomado de IUCN (2017).



Figura 2. *Ara macao macao*. Tomado de Reid (2012).



Figura 3. *Ara macao cyanoptera* (Fotografía de la autora)

4.4 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio comprende los Ejidos: Reforma Agraria ($16^{\circ} 15' 20.18''$ N y $90^{\circ} 51' 31.98''$ O) y Zamora Pico de Oro ($16^{\circ} 19' 57.12''$ N y $90^{\circ} 45' 56.56''$ O), del Municipio de Marqués de Comillas (Figura 4), en un área adyacente a la Reserva de la Biosfera Montes Azules (REBIMA), al este de la selva Lacandona, en el estado de Chiapas.

Ambos ejidos forman parte de la llanura aluvial del Río Lacantún, con clima de tipo (Af) (m) w" (i) g, cálido húmedo con lluvias todo el año, temperatura media anual de 24 a 26 °C y precipitación media anual de 2500 a 3500 mm (CONAGUA, 2017). Los tipos de suelos predominantes son: fluvisol, luvisol y vertisol (IUSS, 2014). Los tipos de vegetación que se encuentran son los siguientes: selva alta perennifolia en fragmentos de los ejidos y selva riparia e inundable a lo largo del Río Lacantún (Miranda, 1975; Castillo y Narave, 1992).

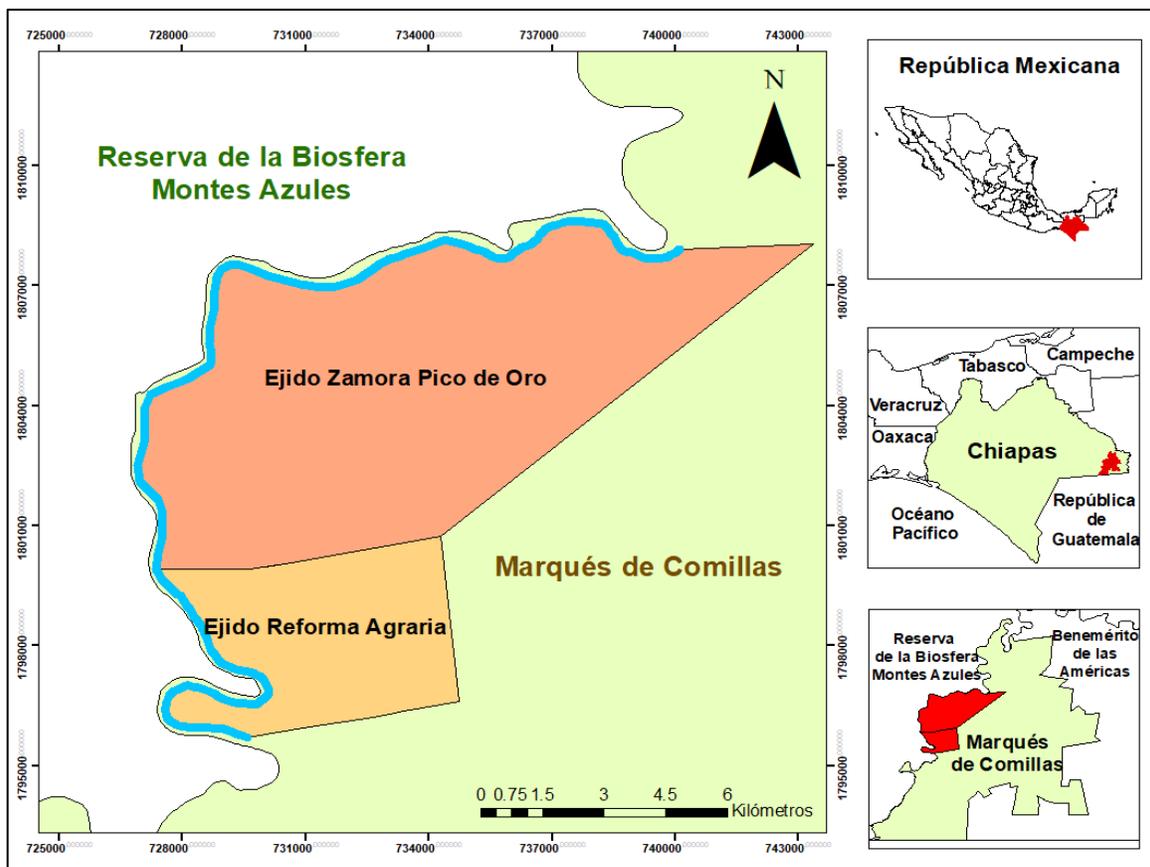


Figura 4. Ubicación geográfica de los ejidos Reforma Agraria y Zamora Pico de Oro, Marqués de Comillas, Chiapas, México.

4.5.1 Ejido Reforma Agraria

Tiene una superficie de 2,463 hectáreas (ha) y una población de 145 habitantes (INEGI, 2010). La distribución territorial del ejido es en parcelas (Figura 5). Los principales usos de la tierra en este ejido son:

- a) *Agricultura* con cultivos de *Zea mays* (Maíz) y *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol) para autoconsumo, con árboles dispersos donde destacan las especies *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (Ceiba), *Cocos nucifera* L. (Coco), *Citrus sinensis* (L.) (Naranja), entre otras.
- b) *Ganadería* para la producción de carne para venta, con árboles dispersos donde destacan las especies *Brosimum alicastrum* Sw. (Ramón), *Cedrela odorata* L. (Cedro), *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith (Guapaque), entre otras.
- c) *Selva alta perennifolia* que corresponde a una reserva que ha sido dejada para conservación del hábitat por acuerdo de los ejidatarios, para realizar actividades de senderismo interpretativo y avistamiento de fauna silvestre con guías comunitarios. Destacan las especies arbóreas *Guarea glabra* Vahl. (Palo de bejuco), *D. guianense*, *Spondias mombin* L. (Jobo), entre otras.

4.5.2 Ejido Zamora Pico de Oro

Tiene una superficie de 200,000 ha y una población de 1,734 habitantes (INEGI, 2010). La distribución territorial del ejido es en parcelas (Figura 6). Los principales usos de la tierra en este ejido son:

- a) *Agricultura* con cultivos principalmente de *Z. mays* para autoconsumo, con árboles dispersos donde destacan las especies *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth (Dzalam), *Sabal mexicana* Mart. (Guano), *C. pentandra*, entre otras.
- b) *Ganadería* para la producción de carne para venta, con árboles dispersos donde destacan las especies *Attalea butyracea* (Mutis ex L. f.) Wess. Boer (Corozo), *Acacia usumacintesis* Lundell. (Cantemó), *C. pentandra*, entre otras.
- c) *Selva alta perennifolia* que corresponde a reservas privadas que han sido dejadas para conservación del hábitat por decisión de cada ejidatario. Destacan las especies arbóreas: *A. butyracea*, *Bravaisia integerrima* (Spreng.) Standl. (Cienpies), *S. mombin*, entre otras.



Figura 5. Vista panorámica del ejido Reforma Agraria, Marqués de Comillas, Chiapas



Figura 6. Vista panorámica del ejido Zamora Pico de Oro, Marqués de Comillas, Chiapas

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Procedimiento de muestreo

Durante diciembre de 2016 se realizaron recorridos prospectivos de observación con ayuda de guías comunitarios (Rosas-Rosas *et al.*, 2015). Se tomó como referencia la metodología de Mendoza-Cruz *et al.* (2017), la cual se modificó para el presente estudio; así se identificaron los árboles focales (AF) que utiliza *A. macao cyanoptera* en cinco tipos de actividad: anidación, alimentación, descanso (diurno y vespertino), bebedero y dormitorio. Se tomó como centro los AF identificados y se establecieron 15 unidades de muestreo (UM) por ejido, para un total de 30 UM, cada una con forma circular de 1000 m² (radio=17.84 m).

5.2 Riqueza arbórea

En cada una de las 30 UM se registró el nombre local de las especies arbóreas, se tomaron fotografías digitales en campo y se recolectaron hojas, flores y frutos que posteriormente fueron llevadas al herbario CHAPA del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, México, para su identificación taxonómica (Pennington y Sarukhán, 2005; tropicos.org., 2017).

Para determinar si los valores de riqueza arbórea (especies y familias) se ajustaban a una distribución normal se analizaron con la prueba de Shapiro-Wilks (Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2018); sin embargo, los valores de riqueza no mostraron este comportamiento. Por este motivo, y con la finalidad de verificar la posible existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ellas, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis. Las pruebas se realizaron usando Statistical Analysis System (SAS®) 9.0.

5.3 Árboles utilizados por tipo de actividad

En cada una de las 30 UM se realizó un muestreo por mes (Ugalde-Lezama *et al.*, 2010; Morales y Pachón 2014) de enero a abril de 2017 (época reproductiva) así como de agosto a noviembre de 2017 (época no reproductiva). Los muestreos fueron diurnos (07:00 a 11:00 h) y vespertinos (16:00 a 20:00 h), debido a que estos

fueron los horarios en que se reporta una mayor actividad por parte de la subespecie en estudio (Amaya-Villarreal *et al.*, 2015; Mendoza-Cruz *et al.*, 2017).

Cada muestreo tuvo una duración de 30 minutos, debido a que la subespecie es de un comportamiento conspicuo (Ramírez-Albores, 2006; Vaughan *et al.*, 2009), por lo que al ser observada se intranquiliza y gira dando la espalda al observador, lo cual dificulta el registro de su actividad. En cada UM se registró, con ayuda de binoculares Celestron ® 20x50 milímetros, la actividad (ACT) de *A. macao cyanoptera*: anidación, alimentación, descanso (diurno y vespertino), bebedero y dormitorio, así como la especie arbórea utilizada para cada ACT (Amaya-Villarreal *et al.*, 2015; Mendoza-Cruz *et al.*, 2017).

5.4 Variables dasométricas

En cada una de las 30 UM se midieron todos los árboles con diámetro normal (DN 1.30 m. del suelo) ≥ 5 centímetros (cm), debido a que no se han registrado actividades de *A. macao* en árboles con diámetros menores a esta dimensión (Guittar *et al.*, 2008; Olah *et al.*, 2014; Mendoza-Cruz *et al.*, 2017). Se registraron las siguientes variables: DN con cinta diamétrica, altura total (HT) con hipsómetro Suunto, así como diámetro menor y mayor de copa con cinta métrica (López-Toledo *et al.*, 2012; Carreón-Santos y Valdez-Hernández, 2014; Ortega-Baranda *et al.*, 2017).

Para determinar si los valores dasométricos (densidad, DN, HT y área basal) se ajustaban a una distribución normal se analizaron con la prueba de Shapiro-Wilks (Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2018); debido a que cumplieron con este supuesto, y con la finalidad de verificar la posible existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ellas, se realizó la prueba de Tukey. Las pruebas se realizaron usando SAS® 9.0.

5.5 Estructura arbórea

Los estratos verticales fueron definidos en cada ejido, mediante las inflexiones de curvas generadas entre el número de individuos contra su altura total (López-Toledo *et al.*, 2012; Ortega-Baranda *et al.*, 2017; Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2018), que posteriormente se contrastaron con líneas de tendencia. A la par, las categorías

diamétricas de los árboles también se determinaron por ejido, mediante las inflexiones de curvas generadas entre el número de individuos contra su DN (Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2018), que posteriormente se contrastaron con líneas de tendencia.

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de especies arbóreas en el plano horizontal y vertical en cada ejido, se calcularon dos índices de valoración estructural:

El *Índice de Valor de Importancia* (IVI) para el plano horizontal, índice que considera las variables de densidad, dominancia y frecuencia de las especies arbóreas (Curtis y McIntosh, 1951; Villavicencio-Enríquez y Valdez Hernández, 2003; Carreón-Santos y Valdez-Hernández, 2014):

$$IVI = Dr + Domr + Fr$$

Donde:

Dr = densidad relativa, *Domr* = dominancia relativa y *Fr* = frecuencia relativa.

La *Dr*, *Domr* y *Fr* se calcularon mediante de las ecuaciones que se presentan en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Ecuaciones para determinar densidad relativa (*Dr*), dominancia relativa (*Domr*) y frecuencia relativa (*Fr*) para el cálculo del IVI.

Indicador	Ecuación	Descripción
Densidad relativa	$Dr = \left(\frac{ni}{N}\right)(100)$	<i>ni</i> = Número de individuos de la iésima especie <i>N</i> = Número de individuos totales en la muestra
Dominancia relativa	$Domr = \left(\frac{Gi}{Gt}\right)(100)$	<i>Gi</i> = Área basal en m ² para la iésima especie <i>Gt</i> = Área basal total en m ² del muestreo
Frecuencia relativa	$Fr = \left(\frac{Fi}{Ft}\right)(100)$	<i>Fi</i> = Frecuencia absoluta de la iésima especie <i>Ft</i> = Total de las frecuencias en el muestreo

Tomado de Zarco-Espinosa *et al.* (2010).

Índice de Valor Forestal (IVF) para el plano horizontal y vertical, el cual considera a las variables diámetro normal relativo, altura total relativa y cobertura de copa relativa (Corella *et al.*, 2001; López-Toledo *et al.*, 2012; Ortega-Baranda *et al.*, 2017):

$$IVF = DNr + Ar + Cr$$

Donde:

DNr = Diámetro normal relativo, Ar = Altura total relativa y Cr = Cobertura de copa relativa.

El DNr , Ar y Cr se calcularon mediante las ecuaciones enlistadas en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Ecuaciones para determinar diámetro normal relativo (DNr), altura total relativa (Ar) y cobertura de copa relativa (Cr) para el cálculo del IVF.

Indicador	Ecuación y descripción
Diámetro normal relativo	$DNr = \frac{\text{Diámetro absoluto de cada especie}}{\text{Diámetro absoluto de todas las especies}} \quad (100)$ <p>Donde:</p> $\text{Diámetro absoluto} = \frac{\text{Diámetro de una especie}}{\text{Área muestreada}}$
Altura total relativa	$Ar = \frac{\text{Altura absoluta de cada especie}}{\text{Altura absoluta de todas las especies}} \quad (100)$ <p>Donde:</p> $\text{Altura absoluta} = \frac{\text{Altura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$
Cobertura de copa relativa	$Cr = \frac{\text{Cobertura absoluta de cada especie}}{\text{Cobertura absoluta de todas las especies}} \quad (100)$ <p>Donde:</p> $\text{Cobertura absoluta} = \frac{\text{Cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$ <p>La cobertura se estimó con la ecuación utilizada para el área de un elipse:</p> $A = \pi ab$ <p>Donde: $\pi = 3.1416$, a = semieje mayor, b = semieje menor</p>

Tomado de Zarco-Espinosa *et al.* (2010).

5.6 Diversidad arbórea

Con el objetivo de comparar la diversidad arbórea en cada ejido se calcularon los siguientes índices:

Margalef (D_α), el cual relaciona el número de especies arbóreas de acuerdo con su abundancia en las UM (Margalef, 1972; Corral-Rivas *et al.*, 2002; Basáñez *et al.*, 2008):

$$D_\alpha = \frac{S - 1}{Ln(N)}$$

Donde:

S = número de especies, N = número de individuos, Ln = logaritmo natural.

Shannon Wiener (H'), el cual mide el grado de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar en de las UM (Somarriba, 1999; Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández, 2003; Mendoza-Cruz *et al.*, 2017):

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

Donde:

S = número de especies, p_i = proporción de individuos de la especie i , ln = logaritmo natural.

Para determinar si los valores del índice de Margalef se ajustaban a una distribución normal se analizaron con la prueba de Shapiro-Wilks (Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2018); dichos valores no mostraron este comportamiento, por lo que, para verificar la posible existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ellos, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis. Las pruebas se realizaron usando SAS ® 9.0. Los valores del índice de Shannon-Wiener de cada ejido se compararon mediante el método de “t” modificado por Hutcheson, ya que es más sensible para este tipo de comparaciones (Cuadro 4) (López-Toledo *et al.*, 2012; Carreón-Santos y Valdez-Hernández, 2014; Mendoza-Cruz *et al.*, 2017; Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2018):

Cuadro 4. Ecuaciones utilizadas para calcular “t” modificada según Hutcheson.

Indicador	Ecuación	Descripción
Varianza	$VarH' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} - \left(\frac{S-1}{2N^2} \right)$	<p>p_i = proporción de individuos de la especie i S = número de especies N = número total de individuos</p>
Grados de libertad	$gl = \frac{(VarH'_1 + VarH'_2)^2}{\frac{(VarH'_1)^2}{N_1} + \frac{(VarH'_2)^2}{N_2}}$	<p>$VarH'_1$ = varianza de la comunidad 1 $VarH'_2$ = varianza de la comunidad 2 N_1 = individuos en la comunidad 1 N_2 = individuos en la comunidad 2</p>
t calculada	$t = \frac{(H'_1 - H'_2)}{(VarH'_1 + VarH'_2)^{\frac{1}{2}}}$	<p>H'_1 = índice de Shannon comunidad 1 H'_2 = índice de Shannon comunidad 2</p>

Tomado de Carreón-Santos y Valdez-Hernández (2014).

La Equidad se calculó por ejido con base en la proporción de la diversidad obtenida (H') con respecto a la máxima diversidad esperada (Magurran, 2003; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010; López-Toledo *et al.*, 2012, Carreón-Santos y Valdez-Hernández, 2014):

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

H' = índice de Shannon Wiener, \ln = logaritmo natural, S = número total de especies.

Para determinar la semejanza arbórea entre los ejidos se calcularon dos índices: *Sorensen cualitativo* (CS) con el objetivo de comparar el número de especies arbóreas en común con la media aritmética de las especies totales (Stiling, 1999; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010; López-Toledo *et al.*, 2012; Ortega-Baranda *et al.*, 2017):

$$C_s = \frac{2C}{A + B} (100)$$

Donde:

A = número de especies encontradas en el ecosistema A, B = número de especies encontradas en el ecosistema B, C = número de especies comunes en ambos ecosistemas.

Sorensen cuantitativo (CN) para contrastar la abundancia de las especies en común con la abundancia total (Stiling, 1999; Alanís *et al.*, 2010; Mendoza-Cruz *et al.*, 2017).

$$C_N = \frac{2p_N}{a_N + b_N}$$

Donde:

a_N = número total de individuos en el ecosistema a, b_N = número total de individuos en el ecosistema b, p_N = sumatoria de la abundancias más bajas ocurridas en los dos ecosistemas.

5.7 Abundancia y densidad poblacional de *Ara macao cyanoptera*

Con el objetivo de determinar la abundancia de *A. macao cyanoptera* por ejido, y con base en la metodología de Iñigo (1996) y Carreon e Iñigo (2000) modificada para el presente estudio, se establecieron tres transectos, dos acuáticos (en lancha) y uno terrestre (en vehículo), cada uno con una longitud de 15 kilómetros (km) y una separación entre ellos de al menos 2 km (para evitar registrar a un mismo individuo dos veces). Los transectos se realizaron, uno en RAG-Río Lacantún, otro en ZPO-Río Lacantún y el último en la Carretera ZPO-RAG.

Para determinar la abundancia de la población de *A. macao cyanoptera* por ejido se realizó un muestreo por mes en cada uno de los transectos, de agosto a noviembre de 2017, debido a que en la época no reproductiva existe una mayor probabilidad de ver en grupos a los individuos de esta subespecie (Mendoza-Cruz *et al.*, 2017). Los muestreos fueron diurnos (07:00 a 11:00 h) y vespertinos (16:00 a 20:00 h), ya que en estos horarios se ha reportado una mayor actividad de esta subespecie (Amaya-Villarreal *et al.*, 2015; Mendoza-Cruz *et al.*, 2017).

En cada muestreo se registró el número de individuos observados con ayuda de binoculares Celestron® 20x50, la distancia del observador a los individuos con un distanciómetro Bosch® GLM de 250 m y el ángulo de observación con una brújula Wallis® Modelo C270308. La densidad poblacional (D) se determinó en cada ejido mediante el programa Distance 7.1 con un nivel de confianza del 95% (Tapia *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2007; Hernández-Roldan *et al.* 2017):

$$D = \frac{nf(0)}{2L}$$

Donde:

nf = distancias perpendiculares de los individuos observados al centro de la línea del transecto, n = número de individuos vistos sobre el transecto, L = largo del transecto.

$$nf = C \text{ sen } b$$

Donde:

C = distancia del observador a los individuos, b = ángulo de observación.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Riqueza arbórea

Se registró un total de 555 árboles, pertenecientes a 64 especies, 60 géneros y 26 familias. Estos valores de riqueza arbórea fueron mayores a los reportados por Mendoza-Cruz *et al.* (2017) (46 especies arbóreas, de 44 géneros y 26 familias). Lo anterior puede ser debido a que el área de estudio y el número de UM fueron menores en comparación con la presente investigación.

Las especies arbóreas más abundantes fueron: *Theobroma cacao* L., que representó el 16% del total de individuos, *Attalea butyracea* (Mutis ex L. f.) Wess. Boer (6.6%), *Brosimum alicastrum* Sw. (5.9%), *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith (5.5%) y *Spondias mombin* L. (5.5%). Las familias con mayor representación fueron Fabaceae y Malvaceae.

El número de especies arbóreas, así como de familias/ha fue mayor en Reforma Agraria (RAG) (63 *Spp.* ha⁻¹, 48 fam. ha⁻¹) en comparación con Zamora Pico de Oro (ZPO) (57 *Spp.* ha⁻¹, 41 fam. ha⁻¹). Sin embargo, al comparar estadísticamente estos valores de riqueza arbórea no se encontraron diferencias entre ellos ($p > 0.05$) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores de significancia de las variables de riqueza y dasométricas en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Variables	Grados de libertad (gl)	Valor de F	Pr > F
Densidad (individuos ha ⁻¹)	1	0.2315	0.6342
Diámetro normal (cm)	1	16.50	<0.0001
Altura total (m)	1	4.65	0.0314
Área basal (m ²) ha ⁻¹	1	1.07	0.3097
Especies arbóreas (especies ha ⁻¹)	1	0.1607	0.6915
Familias (familias ha ⁻¹)	1	0.4202	0.5221

6.2 Árboles utilizados por tipo de actividad

Del total de especies arbóreas registradas en ambos ejidos el 32.8% (21 especies, de 21 géneros y 10 familias) fueron utilizadas por *A. macao cyanoptera* durante la época reproductiva y no reproductiva para realizar cinco actividades (Cuadro 6). Esto es semejante a lo reportado por Mendoza-Cruz *et al.* (2017), quienes

mencionan que del total de especies arbóreas que registraron (46 especies), el 33% (15) fueron utilizadas por *A. macao cyanoptera* para realizar tres actividades.

Lo anterior parece indicar que en ambos ejidos se puede realizar un manejo sustentable del hábitat de *A. macao cyanoptera* siempre y cuando se conserve al menos el 33% de las especies arbóreas (21 especies) (Cuadro 6) para que esta subespecie pueda realizar sus diferentes actividades.

Cuadro 6. Especies arbóreas que utiliza *Ara maco cyanoptera* de enero a abril (época reproductiva) y de agosto a noviembre (época no reproductiva) para sus diferentes actividades en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Especie arbórea	Actividad				
	ANI	ALI	DES	BEB	DOR
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.				X	
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth.	X			X	X
<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Killip ex Record	X				
<i>Acacia usumacintensis</i> Lundell	X	X			X
<i>Guzuma ulmifolia</i> Lam.		X			
<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch		X			
<i>Cocos nucifera</i> (L.)		X			
<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer		X			
<i>Inga vera</i> Willd.		X			
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth		X			
<i>Castilla elástica</i> Cerv.		X			
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.		X			
<i>Sabal mexicana</i> Small		X			
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.		X	X		
<i>Spondias mombin</i> L.		X	X		
<i>Cedrela odorata</i> L.		X	X		
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake		X	X		
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith		X	X		
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth		X	X		
<i>Albizia leucocalyx</i> (Britton & Rose) L. Rico			X		
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb			X		

ANI anidación, ALI alimentación, DES descanso, BEB bebedero y DOR dormitorio

Del total de especies arbóreas utilizadas por *A. macao cyanoptera* para realizar sus actividades durante las dos épocas de evaluación (21 especies) (cuadro 6), el 76.1% (16 especies) fueron registradas para la actividad de alimentación. Esto es semejante a lo reportado por Renton (2006) (16 especies). Lo anterior, puede ser

debido a que el periodo de evaluación de la dieta y la comunidad vegetal en la que se llevaron a cabo ambos estudios son semejantes.

Durante la época reproductiva el 52% de los avistamientos de las distintas actividades de *A. macao cyanoptera* fueron en ZPO. La actividad con mayor porcentaje de registros en ambos ejidos fue alimentación con 21% en ZPO y 16% en RAG (Figura 7). Se identificó un total de seis nidos, distribuidos en ZPO (cuatro nidos) y RAG (dos nidos).

La mayor ocupación de nidos en ZPO puede deberse a que a menos de 2 km de los árboles de anidación de este ejido, se encuentran fragmentos de selva que pueden ofrecen una mayor disponibilidad de alimento (Amaya-Villarreal *et al.*, 2015) durante las distintas etapas de crecimiento de las crías de *A. macao* (Vaughan *et al.*, 2009), lo que por ende puede significar una mayor tasa de supervivencia (Vaughan *et al.*, 2006; Olah *et al.*, 2014).

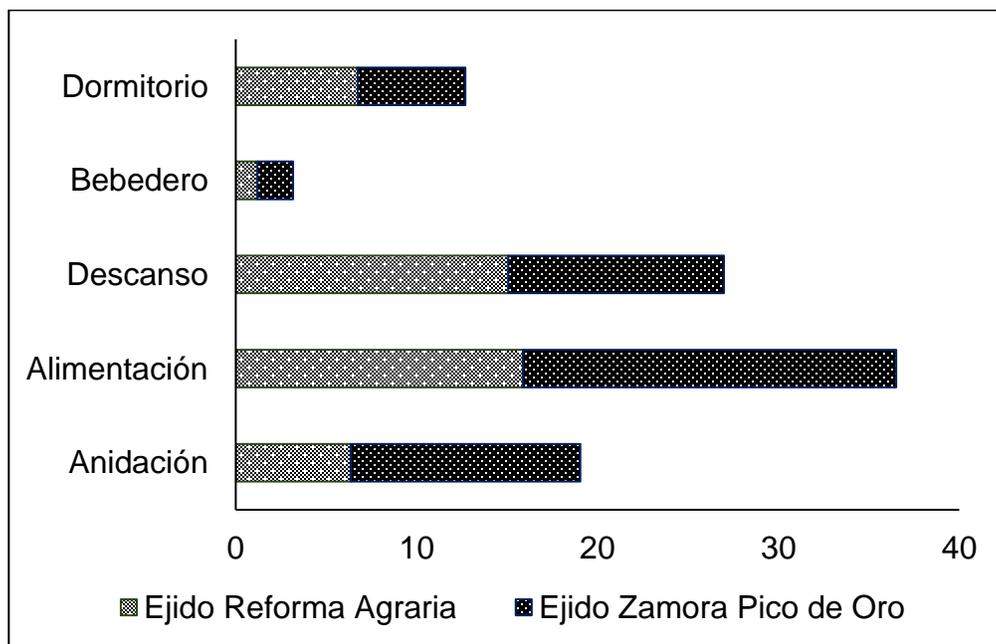


Figura 7. Actividades de *Ara macao cyanoptera* durante los meses de enero a abril (época reproductiva) en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Durante la época no reproductiva el 64% de los avistamientos de las actividades de *A. macao cyanoptera* fueron en RAG. La actividad con mayor porcentaje de registros en ambos ejidos fue alimentación con 29% en RAG y 22% en ZPO (Figura

8). Se identificaron dos árboles de dormitorio en las UM de ZPO. Estos árboles de dormitorio de *A. macao cyanoptera* se encontraron en la línea divisoria de ZPO con RAG.

Los mismos árboles de dormitorio identificados en la presente investigación fueron registrados por Mendoza-Cruz *et al.* (2017). Lo anterior demuestra que *A. macao cyanoptera* tiene un comportamiento de fidelidad de sitios, el cual puede ser debido a la disponibilidad de alimento y el refugio contra depredadores que ofrecen estos sitios.

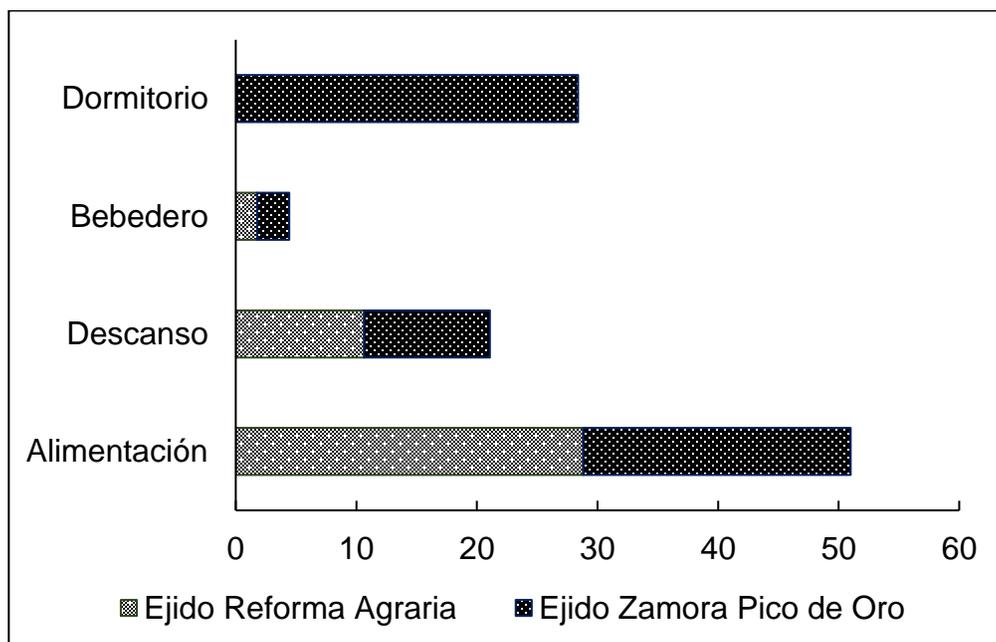


Figura 8. Actividades de *Ara macao cyanoptera* durante los meses de agosto a noviembre (época no reproductiva) en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

6.3 Variables dasométricas

Se rechaza la hipótesis nula de que las variables dasométricas son iguales en los dos ejidos. El DN y la HT fue significativamente mayor en ZPO (DN=42.57 cm, HT=14.17 m) que en RAG (DN= 27.42 cm, HT=12.90 m) ($p < 0.05$) (Cuadro 7). Lo anterior parece indicar que de acuerdo con el manejo comunitario de los ejidos en RAG el arbolado es joven y en ZPO el arbolado es adulto.

Por lo anterior en ZPO se registró una mayor actividad de anidación y dormitorio que en RAG. Ya que para estas actividades *A. macao cyanoptera* utiliza árboles con DN y HT dominantes (Britt *et al.*, 2014; Mendoza-Cruz *et al.*, 2017). Debido a esto es necesario que el manejo del hábitat de esta subespecie en RAG sea enfocado a dejar arbolado adulto y en ZPO permitir la repoblación de arbolado joven, para que *A. macao cyanoptera* pueda utilizar estos árboles en sus diferentes actividades.

Cuadro 7. Medias (\pm error estándar) para análisis de variables de riqueza arbórea y dasométricas en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Ejido	Densidad (individuos ha ⁻¹)	Diámetro normal (cm)	Altura total (m)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Especies (ha ⁻¹)	Familias (ha ⁻¹)
Reforma Agraria	200 \pm 41.55 a	27.42 \pm 2.38 b	12.90 \pm 0.38 b	38.40 \pm 8.01 a	63 \pm 13.36 a	48 \pm 8.23 a
Zamora Pico de Oro	171 \pm 40.74 a	42.57 \pm 2.91 a	14.17 \pm 0.44 a	53.26 \pm 11.92 a	57 \pm 9.88 a	41 \pm 6.16 a

Medias con la misma letra "No se rechaza Ho: igualdad en valores de riqueza arbórea y dasométricos entre los dos ejidos".

Medias con letras diferentes: Se rechaza Ho ($p < 0.05$)

Se observó que en la actividad de anidación *A. macao cyanoptera* ocupó principalmente árboles en áreas con baja densidad arbórea. Contrario con lo reportado por Britt *et al.* (2014), quienes registraron nidos en áreas con alta densidad arbórea. Sin embargo, estos autores mencionan que la causa principal del fracaso de la anidación fue la depredación de los huevos, por este motivo la tasa de supervivencia en estos nidos fue del 37%.

Lo anterior sugiere que los nidos en áreas con baja densidad arbórea al impedir la conexión de las copas de los árboles, dificulta el acceso de depredadores a los nidos de *A. macao* (Renton y Brightsmith, 2009), lo que podría aumentar al doble la tasa de supervivencia de la subespecie en estos nidos (Britt *et al.*, 2014).

6.4 Estructura arbórea

Se reconocieron tres estratos verticales en la distribución de frecuencias de alturas de los árboles en ambos ejidos: inferior, intermedio y superior. El estrato inferior es

menor a (<) ocho metros (m) en los dos ejidos. Sin embargo, los estratos intermedio y superior son diferentes entre los ejidos. En RAG el estrato intermedio fue de ocho a 21 m y el superior de 22 a 35 m. En ZPO el estrato intermedio fue de ocho a 18 m y el superior de 19 a 37 m (Figura 9).

En los dos ejidos el 48% de los árboles se distribuyen en el estrato inferior, el porcentaje de árboles en este estrato es semejante a lo reportado para otras selvas perennifolias y subperennifolias por Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares (2010) (68% de árboles en el estrato inferior) Vázquez-Negrín *et al.* (2011) (55% de árboles en el estrato inferior) y Ortega-Baranda *et al.* (2017) (40% de árboles en el estrato inferior). Lo anterior sugiere una continua incorporación de los árboles hacia los siguientes estratos verticales.

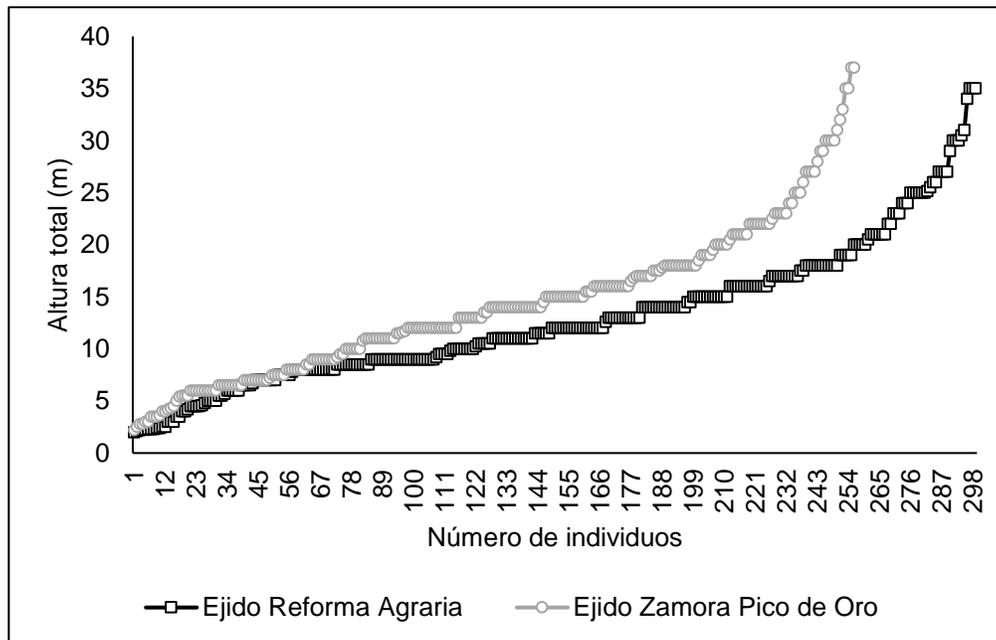


Figura 9. Distribución de frecuencias de alturas totales de árboles en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

En ambos ejidos se reconocieron cuatro categorías en la distribución de frecuencias de diámetro normal de los árboles, estas categorías fueron clasificadas en orden ascendente. La categoría uno es de cinco a ocho cm para ambos ejidos; sin embargo, las tres categorías siguientes fueron diferentes. En RAG la categoría dos es de nueve a 50 cm, la tres de 51 a 97 cm y la cuatro de 98 a 300 cm. En ZPO la

categoría dos es de nueve a 38 cm, la tres de 39 a 98 cm y la cuatro de 99 a 343 cm (Figura 10).

El análisis de las categorías diamétricas permite realizar inferencias sobre el estado de conservación de los árboles de los dos ejidos. En RAG el 88% de los árboles se registró en las categorías diamétricas uno y dos, mientras que en ZPO el 63% de los árboles pertenecen a esas dos primeras categorías. Lo anterior puede indicar que existe una buena repoblación de las especies arbóreas (Zarco-Espinosa *et al.*, 2010; Carreón-Santos y Valdez-Hernández, 2014).

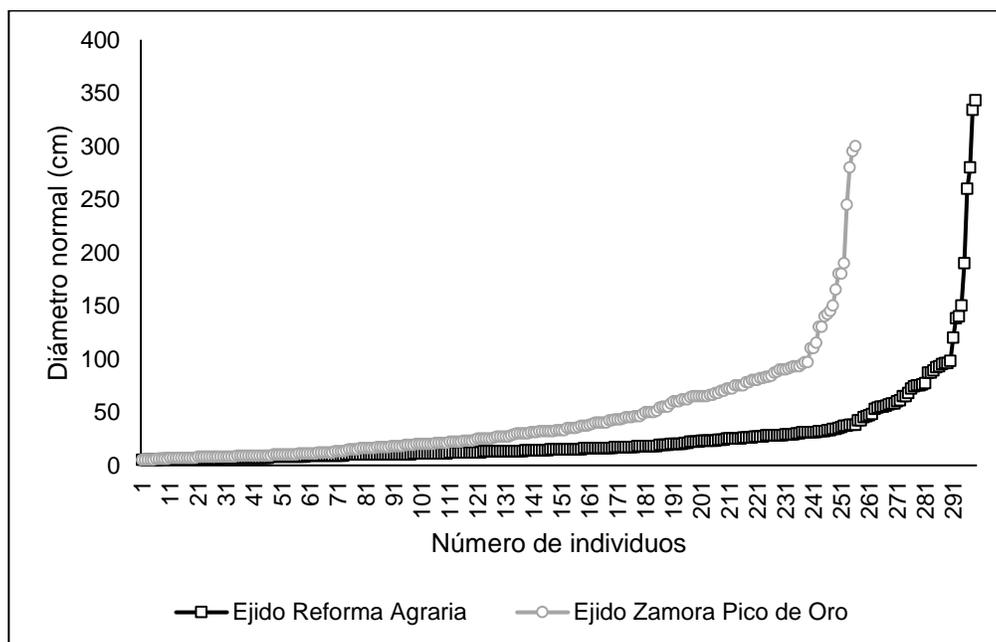


Figura 10. Distribución de frecuencias de diámetro normal de árboles en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Las especies arbóreas utilizadas por *A. macao cyanoptera* en sus actividades de anidación y dormitorio, mencionadas anteriormente en el cuadro 6 fueron las más representadas en el estrato superior y en la categoría diamétrica mayor de ambos ejidos. Sin embargo, no fueron registradas en los estratos intermedio e inferior ni en las categorías diamétricas menores. Por este motivo es necesario realizar programas de reforestación con dichas especies arbóreas, para conservar el hábitat de *A. macao cyanoptera* y su distribución en ambos ejidos.

Las especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) y de Valor Forestal (IVF) fueron diferentes entre los ejidos, con excepción de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, *Theobroma cacao* (Mill.) Bernoulli y *Spondias mombin* L. (Cuadro 8). Del total de especies con mayor IVI e IVF, *A. macao cyanoptera* utiliza el 56% para realizar cinco actividades.

Lo anterior es semejante a lo reportado por Mendoza-Cruz *et al.* (2017) quienes registraron que el 45% de las especies arbórea con mayor IVI e IVF fueron utilizadas por *A. macao cyanoptera* en el ejido RAG para realizar tres actividades. Esto sugiere que la subespecie además de utilizar árboles con DN y HT dominantes como se mencionó anteriormente, también utiliza árboles con cobertura de copa dominante.

Cuadro 8. Índice de Valor de Importancia (IVI) y de Valor Forestal (IVF) de las especies arbóreas en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Especie arbórea	IVI %	Especie arbórea	IVF %
Ejido Reforma Agraria			
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	18.78	<i>Theobroma cacao</i> (Mill.) Bernoulli	11.90
<i>Theobroma cacao</i> (Mill.) Bernoulli	7.48	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	10.52
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	7.18	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	10.31
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	6.40	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	8.65
<i>Spondias mombin</i> L.	5.38	<i>Guarea glabra</i> Vahl	6.57
Ejido Zamora Pico de Oro			
<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	12.26	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	16.55
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	11.34	<i>Theobroma cacao</i> (Mill.) Bernoulli	8.24
<i>Elaeis guieensis</i> L.	6.36	<i>Bravaisia intergerrima</i> (Spreng.) Standl.	7.60
<i>Theobroma cacao</i> (Mill.) Bernoulli	5.45	<i>Elaeis guieensis</i> L.	7.59
<i>Bravaisia intergerrima</i> (Spreng.) Standl.	4.99	<i>Spondias mombin</i> L.	7.50

6.5 Diversidad arbórea

De acuerdo con el Índice de Margalef la diversidad arbórea es mayor en RAG ($D\alpha=2.19 \pm 0.37$) en comparación con ZPO ($D\alpha=1.74 \pm 0.24$). Sin embargo, al realizar la comparación entre los ejidos no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) (Cuadro 9). Esto sugiere que el número de especies arbóreas y sus abundancias son semejantes entre los ejidos (Corral-Rivas *et al.*, 2002; Basáñez *et al.*, 2008).

Cuadro 9. Valores de significancia del Índice de Margalef en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Variables	Grados de libertad (gl)	Valor de F	Pr > F
Índice de Margalef	1	0.9831	0.3505

El Índice de Shannon-Wiener en ZPO ($H'=3.18$) mostró mayor diversidad arbórea en comparación con RAG ($H'=3.11$). Sin embargo, al compararlos estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) (Cuadro 10). Estos valores son semejantes a lo reportado por Mendoza-Cruz *et al.* (2017) ($H'=3.10$) en sitios de alimentación y descanso de *A. macao cyanoptera*.

Lo anterior sugiere que el manejo comunitario ha contribuido en la conservación de la diversidad de especies arbóreas. Debido a que la diversidad arbórea es un factor determinante en la disponibilidad de recurso alimenticio para *A. macao cyanoptera* (Mendoza-Cruz *et al.*, 2017) la probabilidad de que esta subespecie se distribuya en los dos ejidos para su actividad de alimentación es equivalente.

Cuadro 10. Valores del Índice de Shannon-Wiener, equidad y varianza en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Índice de diversidad	Ejido Reforma Agraria	Ejido Zamora Pico de Oro
Shannon-Wiener (H')	3.11	3.18
Equidad de H'	0.54	0.57
Varianza de H'	0.00459	0.005384

Los índices de Sorensen cualitativo y cuantitativo (16.93 a 26.31%) indicaron que la composición de especies arbóreas no es semejante en los ejidos (Cuadro 11).

Por este motivo durante la época reproductiva *A. macao cyanoptera* encuentra una mayor disponibilidad de alimento en ZPO, mientras que en la época no reproductiva la disponibilidad de alimento para la subespecie es mayor en RAG.

Cuadro 11. Valores de diversidad beta, así como grados de libertad, T calculada y T tabla en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Variables	Reforma Agraria vs Zamora Pico de Oro
Sorensen cualitativo (CS %)	26.31
Sorensen cuantitativo (CN %)	16.93
grados de libertad	541.55
t calculada	0.70
t tabla	1.64

6.6 Abundancia y densidad poblacional de *Ara macao cyanoptera*

La abundancia total de *A. macao cyanoptera* fue de 117 individuos, que distribuyeron en tres grupos. El primer grupo con 58 individuos entre ZPO y el Río Lacantún; el segundo grupo con 27 individuos entre ZPO, RAG y el Río Lacantún; y el tercer grupo con 32 individuos en la línea divisoria entre ZPO y RAG.

La abundancia obtenida (117 individuos) fue menor a lo reportado por Carreon (2000) en la Reserva de la Biosfera de Montes Azules (400 individuos). Lo anterior puede ser debido a que el área de estudio de este autor fue mayor a la de la presente investigación. Además, existe la posibilidad de que la población se dividiera en busca de mejores condiciones de hábitat hacia los ejidos aledaños e incluso hacia Guatemala y estén formando una metapoblación (McReynolds, 2006). La distribución de dos de los grupos de *A. macao cyanoptera* anteriormente mencionados sugiere que la selva riparia e inundable es una comunidad vegetal de importancia elemental para esta subespecie (Portillo-Reyes, 2015), lo cual puede ser debido a la disponibilidad de cobertura y alimento que ofrecen durante la época no reproductiva (Iñigo, 1996; Renton, 2006).

La densidad poblacional de *A. macao cyanoptera* fue significativamente mayor en ZPO (0.022 guacamayas/ha) que en RAG (0.009 guacamayas/ha) ($p < 0.05$) (Cuadro 12). Esto puede ser debido a que en RAG el área de conservación de selva está concentrada en un polígono que está separado de este ejido por la carretera federal, en contraste con ZPO en donde la selva se conserva en fragmentos que

están distribuidos en todo el ejido, lo cual permite una mayor conectividad según la Teoría de Biogeografía de Islas (Macarthur y Wilson, 1968; Hanski, 2002).

Cuadro 12. Densidad poblacional de *Ara macao cyanoptera* en dos ejidos de Marqués de Comillas, Chiapas.

Ejido	Densidad (individuos ha ⁻¹)	Criterio de clasificación del mínimo Akaike (AIC)	Error Estándar	Coefficiente de variación (%)
Reforma Agraria	0.0090	54.26	0.0030	34.08
Zamora Pico de Oro	0.0220	791.40	0.0058	27.08

Otra razón por la que la densidad de *A. macao cyanoptera* es mayor en ZPO en comparación con RAG puede ser por lo que se mencionó anteriormente, el arbolado adulto de ZPO que ofrece una mayor disponibilidad de árboles con DN y HT mayores, que pueden ser utilizados por *A. macao cyanoptera* en su actividad de dormitorio.

7. CONCLUSIONES

Se determinó la abundancia y la densidad poblacional de *A. macao cyanooptera*, de igual forma se describieron las características arbóreas del hábitat en los ejidos Reforma Agraria (RAG) y Zamora Pico de Oro (ZPO), del Municipio de Marqués de Comillas, Chiapas.

La población de *A. macao cyanooptera* en RAG y ZPO fue de 117 individuos, que durante la época reproductiva se dividieron en tres grupos, los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera: dos grupos en ZPO y uno en RAG. Se rechaza la hipótesis de que la densidad poblacional de esta subespecie es la misma en RAG y en ZPO ($p < 0.05$).

En ambos ejidos se registró un total de 64 especies arbóreas, de 60 géneros y 26 familias; durante la época reproductiva y no reproductiva *A. macao cyanooptera* utiliza 21 especies arbóreas, de 21 géneros y 10 familias para realizar las actividades de anidación, alimentación, descanso, bebedero y dormitorio. En las dos épocas antes mencionadas la actividad de alimentación tuvo un alto porcentaje de registros (60 a 64 %).

Se rechaza la hipótesis de que las variables dasométricas, de riqueza arbórea y de diversidad arbórea del hábitat de *A. macao cyanooptera* son iguales en RAG y en ZPO ($p < 0.05$). La distribución de *A. macao cyanooptera* fue determinada diversos factores, destacan: la disponibilidad de alimento, densidad arbórea, DN, HT, árboles con mayores índices de valor de importancia y de valor forestal que utilizan para realizar sus distintas actividades, así como la composición de especies arbóreas registrada en cada ejido.

Los resultados obtenidos sugieren la importancia de realizar estudios de caracterización arbórea del hábitat en los ejidos donde se distribuye la subespecie, ya que con esta información se pueden desarrollar acciones de manejo comunitario sustentable para la conservación de *A. macao cyanooptera*.

8. LITERATURA CITADA

- Amaya-Villarreal A. M., Estrada-Medina A. y Vargas-Ramírez N. 2015. Use of wild foods during the rainy season by a reintroduced population of Scarlet macaws (*Ara macao cyanoptera*) in Palenque, Mexico. *Tropical Conservation Science*. 8(2): 455-478.
- Alanís, R. E., Jiménez P. J., Pando M. M., Aguirre C. O., Treviño G. E. y García G. P. 2010. Efecto de la restauración ecológica post-incendio en la diversidad arbórea del Parque Ecológico Chipinque, México. *Madera y bosques*: 16 (4): 39-54.
- Basáñez, A. J., Alanís, J. L. y Badillo, E. (2008). Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido "El Remolino", Papantla, Veracruz. *Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria*. 12: 3-21.
- Beltrán-Rodríguez L., Valdez-Hernández J. I., Luna-Cavazos M., Romero-Manzanares A., Pineda-Herrera E., Maldonado-Almanza B., Borja-de la Rosa M. A. y Blancas-Vázquez J. 2018. Estructura y diversidad arbórea de bosques tropicales caducifolios secundarios en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 89:108-122.
- Britt C. R., García A. R. y Desmond M. J. 2014. Nest survival of a long-lived psittacid: Scarlet Macaws (*Ara macao cyanoptera*) in the Maya Biosphere Reserve of Guatemala and Chiquibul Forest of Belize. *The Condor*. 116: 265-276.
- Carreon-Arroyo, G. e Iñigo, E. E. (2000). Ecología y biología de la conservación de la guacamaya escarlata (*Ara macao*) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. Informe final del Proyecto M142. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología. 2-12 pp.
- Carreón-Santos R. y Valdez-Hernández. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quitana Roo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 20: 119-129.
- Castillo C. G. y Narave H. 1992. Contribución al conocimiento de la vegetación de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona, Chiapas, México.

En: Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación. Ecosfera No. 1, San Cristobal de las Casas. México. 51 -86 pp.

CONAGUA, 2017. <http://smn.cna.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s>

Corella J. F., Valdez H. J. I., Cetina A. V., González C. F., Trinidad S. A. y Aguirre R. J. 2001. Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. *Ciencia Forestal en México*. 26:73-102.

Corral-Rivas J., Aguirre-Calderón A., Jiménez-Pérez J. y Návar-Cháidez J. 2002. Muestreo de diversidad y observaciones ecológicas del estrato arbóreo del bosque mesófilo de Montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 8(2): 125-131.

Curtis J. y McIntosh R. 1951. An unplanned forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology*. 32: 476-496.

Dear F., Vaughan C. y Morales A. 2010. Current status and conservation of the Scarlet macaw (*Ara macao*) in the Osa Conservation Area (ACOSA), Costa Rica. *Research Journal of the Costa Rican Distance Education University*. 2 (1): 7-211.

Forshaw, J. 1989. *Parrots of the world*, Melbourne, Australia: Lans- downe Editions.

Guittar J. L., Dear F. y Vaughan C. 2008. Scarlet Macaw (*Ara macao*, Psittaciformes: Psittacidae) nest characteristics in the Osa Peninsula Conservacion Area (ACOSA), Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 57(1-2): 387-393.

Hanski, I. 2002. *Metapopulations of animals in highly fragmented landscapes and population viability analysis*. M. D. Beissinger S.R. *Population viability analysis*. University of Chicago Press. 86-108.

Hernández, P. L., Mendoza M.G., Valdez H.J., Alcántara C. J., Clemente S. F., y Hernández T. M. 2007. Densidad poblacional y uso del hábitat de la Codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en Hualtepec, Hidalgo. *Veterinaria México*. 38(4): 409-417.

Hernández-Roldan E., Tarango-Arambula L., Ugalde-Lezama S., Hernández-Juárez A., Cortez-Romero C., Cruz-Miranda Y. y Morales-Flores F. 2017. Hábitat y

- densidad de nidos de la Hormiga Escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en una UMA de Zacatecas, México. *Agroproductividad*. 10(5): 10-17.
- Iñigo E. E. 1996. Ecology and breeding Biology of the Scarlet macaw (*Ara macao*) in the Usumacinta drainage basin of Mexico and Guatemala. Universidad de Florida. 21-48 pp.
- INEGI, 2010. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx>
- IUCN, 2017. <http://www.iucnredlist.org/details/22685563/0>
- IUSS, 2014. Base referencial mundial del recurso suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 67-98 pp.
- López-Toledo, J., Valdez-Hernández. J., Pérez-Farrera M. y Cetina-Alcalá V. 2012. Composición y estructura arbórea de un bosque tropical estacionalmente seco en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 3(12): 43-55.
- Macarthur, R. y Wilson E. 1968. La teoría de la biogeografía de islas. *Monografías de biología de poblaciones*. 159(3810): 65-72.
- Macías-Caballero C., Iñigo-Elías E. y Enkerlin-Hoeflich E. 2000. Proyecto de recuperación de especies prioritarias: Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los Psitácidos de México. Instituto Nacional de Ecología. 10-30 pp.
- Magurran A. 2003. *Measuring biological diversity*. Oxford, England. Blackwell Publishing. 215 p.
- Maldonado-Sánchez E. y Maldonado-Mares F. 2010. Estructura y diversidad arbórea en una selva alta perennifolia en Tacotalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*. 26(3): 235-245.
- Margalef R. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21: 213-251.
- McReynolds M.S. 2006. The Scarlet Macaw (*Ara macao cyanoptera*) in Belize: a summary of research. *Mesoamericana*. 10(2): 6-10.
- Mendoza-Cruz E., Sánchez-Gutiérrez F. y Valdez-Hernández J. I. 2017. Actividad de la Guacamaya Escarlata *Ara macao cyanoptera* (Psittaciformes:

- Psittacidae) y características estructurales de su hábitat en Marqués de Comillas, Chiapas. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva serie)*. 33(2): 169-180.
- Miranda F. 1975. La vegetación de Chiapas. Primera parte. Ediciones del Gobierno del Estado de Chiapas. 265 pp.
- Morales R. A. y Pachón Y. 2014. Avifauna en diferentes hábitats de la cuenca del Río Fúquene (Cundinamarca), Colombia. *Biota Colombiana*. 15(1): 161-173.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 5-37 pp.
- Olah G., Vigo G., Heinsohn R. y Brightsmith D. 2014. Nest site selection and efficacy of artificial nest for breeding success of Scarlet Macaws *Ara macao macao* in lowland Peru. *Journal for Nature Conservation*. 22:176-185.
- Ortega-Baranda V., Valdez-Hernández J., García-Moya E. Y Rodríguez-Trejo D. 2017. Structure and diversity of tree vegetation in three reliefs on the Oaxaca coast. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del ambiente*. 23(2): 173-184.
- Pennington T. y Sarukhán K. 2005. Árboles tropicales de México, Manual para la identificación de las principales especies. Tercera edición. Fondo de Cultura Económica.
- Portillo-Reyes H. 2015. Distribución actual de la Guara (Lapa) Roja (*Ara macao*) en Honduras. *Boletín Zeledonia*. 9(2):69-72.
- Raigoza F. R. 2014. Scarlet macaw *Ara macao cyanoptera* conservation programme in Mexico. *The Zoological Society of London*. 48 (1): 48-60.
- Ramírez-Albores J. E. 2006. Variación en la composición de comunidades de aves en la Reserva de la Biosfera Montes Azules y áreas adyacentes, Chiapas, México. *Biota Neotropica*. 6(2): 1-19.
- Renton K. 1998. Ecology and conservation of the Scarlet Macaw in Belize. Forestry Department, Conservation Division, Ministry of Natural Resources, Belmopan, Belize. 4-11 p.

- Renton K. 2004. Agonistic interactions of the nesting and non-breeding macaws. *CONDOR*. 106: 354-362.
- Renton K. 2006. Diet of adult and nestling Scarlet Macaws in Southwest Belize, Central America. *Biotropica*. 38(2): 280-283.
- Renton K. y Brightsmith D. 2009. Cavity use and reproductive success of nesting Macaws in lowland forest of southeast Peru. *Journal of Field Ornithology*. 80(1): 1-8.
- Renton, K., Monterrubio R. T., Carreon A. G. e Iñigo E. E. 2003. Ficha técnica: Guacamaya roja (*Ara macao cyanoptera*). Ficha para el libro rojo de las aves de México y el Método de Evaluación de Riesgo. 1-5 pp.
- Rivera-Ortíz, F. A., Oyama K., Ríos Muñoz C. A., Solorzano S., Navarro A. G. y Del Coro M. 2013. Habitat characterization and modeling of the potential distribution of the Military Macaw (*Ara militaris*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84: 1200-1215.
- Rosas-Rosas O., Hernández-Saint Martin A., Olvera-Hernández J., Guerrero-Rodríguez J., Aceves-Ruiz E., Tarango-Arámbula L. 2015. Monitores comunitarios para la conservación e investigación participativa en Áreas Naturales Protegidas. *Agro productividad*. 8(5): 56-61.
- Stiling P. 1999. Ecology theories and applications. Tercera edición. Prentice Hall. New Jersey. USA. 840 p.
- Somarriba E. 1999. Diversidad de Shannon Wiener. *Agroforestería en las Américas*. 6:72-74.
- Tapia, R. J., Ibarra Z. S., Mendoza M. G., Zaragoza H. C., Clemente S. F., y Tarango A. L. 2002. Densidad poblacional de la Codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en la región noroeste de Estado de México, México. *Veterinaria México*: 33(3): 255-263.
- tropicos.org. 2017. Tropicos ®: <http://tropicos.org>.
- Ugalde-Lezama S., Alcántara-Carbajal J. L., Valdez-Hernández J. I., Ramírez-Valverde G., Velázquez-Mendoza J. y Tarángo-Arambula L. A. 2010. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación. *Agrociencia*. 44(2): 159-169.

- Vaughan C. 2006. Estrategias para la conservación de una población de Lapa roja (*Ara macao*) en Costa Rica y formas para medir su éxito. Boletín de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. 10 (2): 1-5.
- Vaughan C., Bremer M. y Dear F. 2009. Scarlet macaw (*Ara macao*) (Psittaciformes:Psittacidae) Parental nest visitation in Costa Rica: Implications for Research and Conservation. Revista de Biología Tropical. 57(1-2):395-400.
- Vaughan C., Dear F., Nemeth N. y Marineros L. 2006. Cavidades de nidos la lapa roja (*Ara macao*) en Costa Rica e implicaciones para su manejo. Boletín de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. 10(2): 11-18.
- Vaughan C., Nemeth N. y Marineros L. 2003. Ecology and management of natural and artificial Scarlet Macaw (*Ara macao*) nest cavities in Costa Rica. Ornitología Neotropical. 14:381-396.
- Vaughan C., Nemeth N., Cary J y Temple S. 2005. Conservation strategies for a Scarlet Macaw (*Ara macao*) population in Costa Rica. Birdlife International. 15: 119-130.
- Vázquez-Negrín, I., Castillo-Acosta O., Valdez-Hernández J. I., Zavala-Cruz J. y Martínez-Sánchez J. L. 2011. Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes, Tenosique, Tabasco, México. Revista Polibotánica. 32: 41-61.
- Vigo G., Williams M. y Brightsmith. 2011. Growth of Scarlet Macaw (*Ara macao*) chicks in Southeastern Perú. Ornitología Neotropical. 22 (1): 143-153.
- Villaseñor, E. y Botello F. 2012. Registros notables de la guacamaya verde (*Ara militaris*) en el norte del estado de Guerrero, México. Acta Zoológica Mexicana. 28(2): 465-470.
- Villavicencio-Enríquez L. y Valdez-Hernández J. 2003. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de Café en San Miguel, Veracruz, México. Agrociencia. 37:413-423.
- Wiedenfled, D. A. 1994. A new subspecies of scarlet macaw and its status and conservation. Ornitología Neotropical (5): 99-104.

Zarco-Espinosa V., Valdez-Hernández J., Ángeles-Pérez G. y Castillo-Acosta O.
2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal
Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 26(1): 1-17.