



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“INFLUENCIA DEL HURACÁN PATRICIA SOBRE LA
ABUNDANCIA DEL LORO CORONA LILA
(*AMAZONA FINSCHI*) EN EL BOSQUE TROPICAL
SECO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA
CHAMELA-CUIXMALA, MÉXICO.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A:

VERÓNICA RUÍZ HERNÁNDEZ



ASESOR DE TESIS: DRA. KATHERINE RENTON

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX., 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (UNAM-DGAPA-PAPIIT IN205716) por el financiamiento al proyecto y la beca otorgada para la realización del trabajo de campo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme una excepcional formación académica. En particular, a los profesores de la Facultad de Ciencias por ser parte importante de mi aprendizaje.

A la Fundación Ecológica de Cuixmala A.C. por la autorización de acceso a sus terrenos y apoyo logístico.

A la Dra. Katherine Renton quien proporcionó datos de censos de loros realizados durante el mes de enero del 2006. Además como asesora de tesis, por darme la oportunidad de desarrollarme académicamente, y por su asesoría y paciencia etérea desde el inicio de este proyecto.

Al personal de la Estación de Biología Chamela, UNAM por hacer amena y muy grata mi estancia, particularmente al M. en C. Enrique Ramírez García por la fotografía de *Amazona finschi* utilizada en Figura 1 de la presente tesis.

A los integrantes del jurado: Dra. Patricia Ramírez Bastida, Dr. Leopoldo Daniel Vázquez Reyes, Dr. César Ríos Muñoz, Biól. Alejandro Gordillo Martínez, por su tiempo brindado y sus valiosas sugerencias para la mejora del presente escrito.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A toda mi familia, pero especialmente a mis papás y a mi hermano. Papá, gracias por motivarme hacer las cosas con seguridad, enriquecer mis conocimientos con la lectura, inculcarme el amor a la profesión, y ser un ejemplo de superación. Mamá, gracias por ser mi guía, mi consejera, mi inspiración, mi estandarte y ser un ejemplo de independencia. Hermano, gracias por formar parte de mi vida. Gracias por su amor incondicional y las muchas aventuras juntos.

A la Dra. Katherine Renton, por su ayuda y enseñanzas en campo, por su interés por que este trabajo se realizará de la mejor manera, y por mostrarme el bello mundo de los psitácidos. Eres una investigadora admirable.

A mis compañeros del Renton Lab: Elisa Maya Elizararrás, Raiza González Gómez, Marisela Martínez Ruiz, Aracely Camacho Guzmán, David Ramírez Adame, Miguel Ángel de Labra Hernández, Alejandro Salinas Melgoza, Christian Adolfo Montes Medina y Rafael Rueda Hernández, por su asesoría y apoyo para la realización de este proyecto.

A los profesores del taller “Biodiversidad de los vertebrados terrestre de México” a cargo del Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza, en especial al Biól. Alejandro Gordillo Martínez por ser como un padre académico, tus consejos asertivos y apoyo fue indispensable para el inicio y conclusión de este proyecto. También al Biól. Luis Enrique Sánchez Ramos por su ayuda con la elaboración del mapa utilizado en la Figura 2 de la presente tesis.

A mis amigos del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias: Violeta Monserrat Andrade González, Paulina Rebeca Calvillo Vázquez, Daniela Remolina Figueroa, Jannete Medina Estrada, Sara Carolina Lucero Verdugo, Fernando León García, Jezreel Barac Rivadeneyra Fiscal, por caminar juntos en este crecimiento personal y profesional.

A mis amigos de la carrera y a aquellos que conocí en el camino: Yenny Ferreira Luqueño, Jesús Morelos Rebollar, Flor Lizeth Vega Ramos, Aleida Rocío Díaz Castellanos, Ginna Fernández, Alfonsina Hernández Córdoba, Sergio Días Infante Maldonado, Eloy Rubicel Pat López, por sus porras y por formar parte de esta aventura.

A mis amigos de toda la vida: Frida Sánchez Robledo, Leslie Mariana Jiménez Luna, María Gabriel Gómez Ramírez, Diana Jazmín Ortiz Jiménez, Norma Leticia Vélez García, Ángel Emmanuel Chávez Blancas, Armando Rodríguez Guzmán, por su amistad incondicional e inspirarme hacer mejor persona.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	7
Incidencia de huracanes en las costas de México.....	7
Efecto de los huracanes en las aves.....	8
Influencia de factores ambientales en los psitácidos.....	9
OBJETIVOS	10
HIPÓTESIS	11
MÉTODOS	12
Área de estudio.....	12
Especie de estudio: loro corona lila.....	13
Censo del loro corona lila.....	14
Caracterización de la estructura arbórea.....	15
Evaluación del daño forestal.....	16

Análisis estadísticos.....	16
RESULTADOS.....	19
Variación temporal en abundancia de loros.....	19
Densidad del loro corona lila.....	19
Caracterización estructural del bosque.....	21
Daños ocasionados en la vegetación.....	21
Uso de hábitat por los loros.....	23
Variables que influyen en la abundancia del loro.....	24
DISCUSIÓN.....	25
Variación temporal en abundancia del loro.....	25
Densidad del loro corona lila.....	25
Caracterización estructural del bosque.....	27
Daños ocasionados en la vegetación.....	28
Uso de hábitat por los loros.....	29
Variables que influyen en la abundancia del loro.....	29
CONCLUSIONES.....	31
LITERATURA CITA.....	32

RESUMEN

Introducción: En los últimos años se ha incrementado el número e intensidad de huracanes que llegan a tierra, y en octubre del 2015 el más intenso Huracán Patricia impactó la costa de Jalisco. **Objetivo:** Evaluar la respuesta espacio-temporal del loro corona lila (*Amazona finschi*) tras el paso de este huracán, así como su relación con la estructura y el daño físico del bosque tropical seco de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. **Métodos:** Se realizó el censo del loro en 58 puntos de conteo durante la estación seca y de lluvias del año 2017, y se estimó su densidad para la época reproductiva usando el programa Distance. Asimismo, se utilizaron datos de censos anteriores realizados en los mismos sitios en enero 2006 para comparar con la densidad post-huracán. Posteriormente, se caracterizó la estructura arbórea forestal, siguiendo el método punto-centro-cuadrado para la medición de la altura de los árboles, altura del tronco, DAP y distancia entre árboles. Adicionalmente, se hizo la evaluación del daño causado por el huracán estableciendo 116 parcelas de 12.5 m x 5 m para contabilizar la frecuencia de árboles en 6 categorías de daño. Por último, se generó un Modelo Lineal Generalizado considerando únicamente loros haciendo uso de hábitat con relación a las variables medidas de la vegetación. **Resultados:** Se encontró significativamente mayor número de 2.0 ± 2.19 loros perchados/punto de conteo durante la temporada seca cuando llevan a cabo la anidación, a comparación con únicamente 0.2 ± 0.83 loros perchados/punto conteo en las lluvias del 2017. Además, la densidad del loro corona lila en el mes de enero 2017 fue de 11.0 ± 3.5 loros/km², posterior al Huracán Patricia. Esto no difirió significativamente de la densidad pre-huracán de 14 ± 6.5 loros/km² estimada para el mes de enero 2006. El uso de hábitat por los loros se presentó de igual manera entre el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, aun cuando los dos tipos de bosque mantuvieron su estructura arbórea distintiva. Por otro lado, el 62.8% de los

árboles presentaron algún tipo de daño, sobresaliendo los de daño severo, quebrados y caídos (37.6%). No obstante, la concurrencia de árboles de gran altura sigue favoreciendo la abundancia de loros en la reserva. **Conclusiones:** A pesar del impacto por el huracán, la reserva Chamela-Cuixmala mantiene una buena densidad del loro corona lila, posiblemente debido a que aún existen árboles grandes, y áreas conservadas de bosque que propician la presencia del loro.

Palabras clave: bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, censo por puntos de conteo, densidad de loros, estructura arbórea, perturbación, Psittaciformes.

ABSTRACT

Introduction: In recent years, there has been an increase in the number and intensity of hurricanes making landfall, and in October 2015 the most intense Hurricane Patricia hit the coast of Jalisco. **Objective:** To evaluate the spatiotemporal response of the Lilac-crowned Parrot (*Amazona finschi*) after hurricane landfall, and the relationship with forest structure and hurricane damage in the tropical dry forest of the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve. **Methods:** Parrot surveys were conducted at 58 point counts during the dry and rainy seasons of 2017, and breeding season density was estimated using program Distance. Data from surveys conducted at the same sites in January 2006 were used to compare with post-hurricane density. Subsequently, forest structure was characterized using the point-center-quarter method, with measurement of total tree height, trunk height, DBH, and distance to the nearest-neighbor tree. Additionally, hurricane damage was assessed by establishing 116 plots of 12.5 m x 5 m to count the frequency of trees in 6 categories of hurricane damage. Finally, Generalized Linear Model was applied considering only parrots using the habitat in relation to the forest structure and hurricane damage variables. **Results:** We determined a significantly greater number of 2.0 ± 2.19 parrots perched/point-count during the dry season when parrots are nesting, compared to only 0.2 ± 0.83 parrots perched/point-count in the rain season of 2017. Hence, we determined a density of 11.0 ± 3.5 Lilac-crowned Parrots/ km² in January 2017, after Hurricane Patricia. This did not differ significantly from the pre-hurricane density of 14 ± 6.5 parrots/km² estimated for January 2006. Habitat use by parrots was similar between the tropical deciduous and semi-deciduous forest, even though these two forest-types maintained their distinctive arboreal structure. Furthermore, 62.8% of trees showed some hurricane damage, with severe damage

of broken and fallen trees (37.6%) being most frequent. However, the maintenance of tall trees within the forest structure was related to parrot abundance within the reserve.

Conclusions: Despite hurricane impact, the Chamela-Cuixmala reserve maintains a good density of parrots, possibly due to the fact there are still large trees, and conserved forest areas that favor the presence of the Lilac-crowned Parrots.

Keywords: arboreal structure, deciduous and semi-deciduous forest, parrot density, point-count surveys, Psittaciformes.

INTRODUCCIÓN

Los huracanes son comunes en las regiones tropicales y subtropicales. En México, cada año incide sobre el territorio el 15% de los huracanes que se forman en el Océano Pacífico Nororiental y el 26% de los que se presentan en el Océano Atlántico Occidental, arribando alrededor de cuatro huracanes anualmente a las costas mexicanas (Fuentes-Mariles y Vázquez-Conde, 1997). Los eventos climatológicos como los huracanes representan disturbios que pueden alterar en poco tiempo la estructura y la dinámica de las comunidades vegetales que dan hábitat y recursos a los animales (Pickett y White, 1985; Lugo, 2000). La respuesta de las comunidades animales o procesos ecológicos a esta modificación indica la perturbación causada al sistema por el disturbio del huracán.

Las aves constituyen un grupo taxonómico muy útil para estudiar los efectos de un disturbio al presentar estrechas interacciones biológicas con el ecosistema donde viven (Hill *et al.*, 1997). Estudios realizados posteriores a huracanes han determinado que las aves más perjudicadas son aquellas cuya dieta depende de especies vegetales (Lynch, 1991; Waide, 1991; Walker, 1991; Wauer y Wundeler, 1992). Esto puede ser debido a que los bosques son afectados por los vientos de huracán llevando a la defoliación parcial o total de los árboles, seguidamente de la ruptura de ramas, el quiebre de fustes, y el derribo de árboles (Brokaw, 1991; Frangi y Lugo, 1991; Whigham *et al.*, 1991; Islebe *et al.*, 2009).

Los psitácidos (guacamayas, cacatúas, loros, pericos, cotorras) son aves grandes del dosel que dependen de la vegetación forestal para llevar a cabo su alimentación y anidación (Renton *et al.*, 2015), por lo que podrían ser susceptibles al disturbio producido por un huracán. Sin embargo, existe poco conocimiento de cómo podrían estar siendo afectados los loros después del paso de un huracán mayor. Además, los psitácidos se encuentran gravemente amenazados, principalmente por el comercio ilegal, así como por la pérdida y

fragmentación de su hábitat (Snyder *et al.*, 2000; Ríos-Muñoz y Navarro-Sigüenza, 2009; Pires, 2012; Olah *et al.*, 2016).

El loro corona lila (*Amazona finschi*) es un psitácido que habita en el bosque tropical seco. Dicho loro por su distribución en zona costera es susceptible a experimentar efectos derivados de eventos climáticos extremos. En las últimas décadas, los huracanes han aumentado en su intensidad y frecuencia (Knutson *et al.*, 2015), se presume que a consecuencia del cambio climático (IPCC, 2007). Por lo tanto, otro factor que podría estar impactando negativamente a las poblaciones de psitácidos son los disturbios generados por huracanes. Bajo este panorama, es necesario y fundamental contar con mejor información de la respuesta de las especies ante estos fenómenos naturales para evaluar la perturbación al sistema, especialmente para predecir posibles respuestas futuras por organismos en peligro de extinción de zonas costeras.

ANTECEDENTES

Incidencia de huracanes en las costas de México

México por su ubicación geográfica es vulnerable a la influencia de fenómenos hidrometeorológicos que se generan tanto en el Océano Pacífico Nororiental como en el Océano Atlántico Occidental (Jáuregui, 2003; Blake *et al.*, 2009). Los huracanes formados en el Pacífico tienen su origen en las cercanías del Golfo de Tehuantepec (Reyes y Mejía-Trejo, 1991), mientras que los del Atlántico tienen su formación en la Sonda de Campeche, Caribe Oriental y oeste de África (Goldenberg *et al.*, 2001). El Océano Pacífico Nororiental, área de interés para el presente trabajo, es la zona con mayor actividad ciclónica a escala mundial (Blake *et al.*, 2009). El estudio realizado por Jáuregui (2003) señala que durante el periodo de 1951 a 2000, la costa del Pacífico mexicano fue afectada por 65 huracanes, de los cuales entre 6 a 10 tuvieron impacto directo sobre el estado de Jalisco, oeste de México. Cabe destacar que la mayoría de los huracanes han sido de categorías menores (López-Fletes, 2013) con un marcado aumento en la última década (Webster *et al.*, 2005).

Recientemente, la región costera del estado de Jalisco fue golpeada por eventos ciclónicos de gran importancia como los huracanes Jova (2011), Manuel (2013) y Patricia (2015) (Pérez-Sampablo *et al.*, 2016). Este último, batió récords mundiales, incluidos la tasa de cambio de intensidad, la velocidad máxima de viento y presión atmosférica (Domínguez-Walle y Pérez-Morales, 2015; Rogers *et al.*, 2017). Inició como tormenta tropical el 20 de octubre del 2015, y para el 22 de octubre ascendió a ser un huracán mayor “Patricia”, alcanzando la máxima categoría 5 en la escala de Saffir-Simpson, con vientos sostenidos de 325 km/h y rachas de 400 km/h (Bravo-Lujano, 2015; Kimberlain *et al.*, 2016). El 23 de octubre del 2015, el Huracán Patricia impactó la costa suroeste de Jalisco

cerca de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, a 85 km al oeste-noroeste de Manzanillo, con una intensidad estimada de categoría 4, clasificándole como un huracán mayor (Kimberlain *et al.*, 2016).

Efecto de los huracanes en las aves

Los disturbios naturales provocados por huracanes pueden tener efectos directos e indirectos en las poblaciones de aves. Los efectos directos, causan mortalidad, desplazamientos y cambios en su distribución espacial. En cambio, los efectos indirectos se hacen evidentes después de la tormenta, mediados por cambios físicos en el medio ambiente (Sergio *et al.*, 2018). Esto tiene consecuencias indirectas sobre las aves al eliminar sustratos de forrajeo o anidación, reduciendo las posibilidades de acceso a recursos, al tiempo que puede facilitar la acción de depredadores o patógenos (Sergio *et al.*, 2018).

Estudios referentes al efecto de los huracanes sobre las comunidades de aves, muestran principalmente una reducción en las poblaciones de especies frugívoras y nectarívoras debido a la falta de frutos y flores de los cuales dependen (Askins y Ewert, 1991; Lynch, 1991; Waide, 1991; Wiley y Wunderle, 1993; Lain *et al.*, 2017). Igualmente, las especies acuáticas pueden presentar una disminución por cambios en el suministro de alimento en el hábitat (Shepherd *et al.*, 1991). Sin embargo, no todas las aves son afectadas de la misma manera; se ha documentado que algunas especies de aves insectívoras, omnívoras y rapaces pueden llegar a presentar incrementos temporales de abundancia después de un huracán, a causa de un aumento en la oferta de alimento (Waide, 1991; Wauer y Wundeler, 1992; Lain *et al.*, 2017).

Influencia de factores ambientales en los psitácidos

Los psitácidos son un grupo de aves principalmente granívoras y frugívoras que requieren de recursos vegetales del dosel para su alimentación (Forshaw, 2010). Además, el 78% de los psitácidos son anidadores secundarios de cavidades, por lo que dependen de oquedades preexistentes para su reproducción (Collar, 1997; Marsden y Jones, 1997; Brightsmith, 2005; Forshaw, 2010). La mayoría de las especies psitácidas seleccionan cavidades en árboles grandes con diámetros ≥ 60 cm y muy por encima del suelo ≥ 9 m (Renton *et al.*, 2015). La accesibilidad y disponibilidad de los recursos varían en función de diversos factores como el tipo de hábitat y los cambios estacionales (Newton, 1994).

Las poblaciones de psitácidos que habitan en islas son severamente afectadas por el impacto de huracanes, debido a su reducido tamaño y aislamiento. Un caso revelador sucedió en Puerto Rico tras el paso del Huracán Hugo (1989), la población de la cotorra puertorriqueña (*Amazona vittata*) se redujo un 49% a causa de la alta intensidad de los vientos (Meyers, *et al.* 1996). Asimismo, las parejas reproductoras de la cotorra presentaron un retraso en su primera anidación posterior al evento, volviendo a la normalidad para la segunda temporada de anidación (Wunderle, 1999).

El único estudio de consecuencias del impacto de huracán sobre los psitácidos continentales fue referente al loro corona lila en el bosque tropical seco de la costa del occidente de México (Renton *et al.*, 2018). Dicho estudio determinó que un huracán de menor intensidad (Jova, 2011) provocó la pérdida del 35.6% de los sitios de nidificación del loro, mientras que un huracán de mayor intensidad (Patricia, 2015) resultó en la pérdida del casi el doble 61.5% de los sitios de anidación (Renton *et al.*, 2018). Después de ambos eventos el inicio de la temporada reproductiva se retrasó para las pocas parejas anidadoras y el éxito reproductivo disminuyó, no sólo por la destrucción de árboles nidos, sino por la

falta de alimento en el lugar (Renton *et al.*, 2018). Sin embargo, aún no se ha evaluado la densidad de loros después del paso del Huracán Patricia, ni el efecto del grado de daño en la estructura del bosque sobre su presencia y abundancia.

La mayoría de los estudios referentes a los efectos de huracanes en loros son muy escasos y en su mayoría se han realizado para especies insulares del Caribe (Wunderle, 1999; Collazo *et al.*, 2003; White *et al.*, 2005). Cabe destacar que se ha incrementado el número de huracanes que llegan a adentrarse en tierra continental (Jáuregui, 2003). De modo que es importante generar información sobre la vulnerabilidad ante la concurrencia de eventos climáticos extremos de aquellas especies costeras del continente que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo o endemismo.

OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la respuesta espacio-temporal del loro corona lila posterior al paso del Huracán Patricia en el bosque tropical seco de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, en la costa occidental de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Comparar la abundancia del loro corona lila entre la época seca y la época de lluvias.
2. Estimar la densidad del loro corona lila para la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala tras el paso del Huracán Patricia.
3. Caracterizar la estructura arbórea del bosque tropical seco posterior al paso del huracán.

4. Evaluar el daño en la vegetación arbórea del bosque tropical seco efectuado por el huracán.
5. Comparar el uso de hábitat por el loro corona lila entre el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio.
6. Identificar las características de la vegetación arbórea que favorecen la presencia y abundancia del loro corona lila.

HIPÓTESIS

Este trabajo pone a prueba la hipótesis de que el loro corona lila se verá afectado negativamente por la incidencia de huracanes, debido a que son aves dependientes de los recursos vegetales del dosel que los huracanes destruyen a su paso. En este sentido, se espera registrar una baja densidad del loro en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala tras el paso del huracán más intenso registrado para el Pacífico Nororiental. Asimismo, la presencia del loro estará asociada a puntos más conservados con árboles grandes y altos.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala ubicada en la costa central del estado de Jalisco, entre Manzanillo y Puerto Vallarta en el occidente de México (19°22'N, 104°56'O a 19°35'N, 105°03'O). La región tiene clima cálido subhúmedo (Aw_0) con una marcada estacionalidad, presenta un largo periodo de secas de noviembre a junio, y un periodo de lluvias de julio a octubre en la que ocurre más del 80% de los 748 mm promedio de precipitación anual (Bullock, 1986). La temperatura media anual es de 24.6°C con máxima de 30°C y mínima de 19.5°C (García-Oliva *et al.*, 2002).

La reserva tiene una superficie de 13,142 hectáreas, cubiertas por un mosaico heterogéneo de bosque tropical seco en el que predomina el bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia, distribuido en lomeríos entre 30 y 300 msnm, y otras pequeñas áreas de bosque tropical subcaducifolio o selva mediana subcaducifolia en valles de suelo más húmedo (Lott *et al.*, 1987). El bosque tropical caducifolio se caracteriza por la pérdida de sus hojas durante un período de 5 a 8 meses, y la altura de los árboles oscila entre los 8 y 12 m (Rzedowski, 2006). Las familias dominantes son Fabaceae y Euphorbiaceae, las especies arbóreas características son *Bursera instabilis*, *Caesalpinia eriostachys*, *Caesalpinia sclerocarpa*, *Cordia elaeagnoides*, *Guapira macrocarpa*, *Jatropha chamelensis*, *Piranhea mexicana* y *Tabebuia impetiginosa* (Pérez-Jiménez y Barajas-Morales, 2011). En el bosque tropical subcaducifolio la mayoría de los árboles mantienen su follaje, o sólo pierden sus hojas por un período corto de 2 a 3 meses, y la altura de los árboles oscila entre 15 y 40 m (Rzedowski, 2006). Las especies características de este tipo de vegetación son *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum*, *Tabebuia rosea*, *Bursera arborea*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Ficus insipida* (Pérez- Jiménez y Barajas-Morales, 2011).

Especie de estudio: loro corona lila

El loro corona lila (Figura 1) es un psitácido endémico de la vertiente del Pacífico mexicano, cuya distribución geográfica incluye desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Oaxaca (Forshaw, 2010). Está catalogado “En Peligro” a nivel internacional en la Lista Roja de la IUCN (BirdLife International, 2018) y a nivel nacional en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Su dieta es principalmente granívora, 82% semillas y 9% frutos de árboles del dosel (Renton, 2001). Su temporada reproductiva va de febrero a junio, durante la estación seca, y requiere de cavidades en árboles maduros del bosque tropical seco para su anidación (Renton y Salinas-Melgoza, 1999). El tamaño de la puesta es de 2 a 3 huevos, y sólo del 30% al 40% de los nidos tienen éxito cada año (Renton y Salinas-Melgoza, 2004).



Figura 1. Loro corona lila (*Amazona finschi*) en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco (Foto cortesía de Enrique Ramírez García).

Censo del loro corona lila

El trabajo de campo se desarrolló en el año 2017, contemplando la temporada de secas (enero-abril) y de lluvias (julio) de la región. Se realizó el censo de loros mediante puntos de conteo en tres sitios de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala: Estación de Biología Chamela UNAM, Fundación Ecológica de Cuixmala A. C. y Arroyo Careyes (Figura 2). Se establecieron 58 puntos de conteo de radio variable, separados por 300 m con el fin de evitar contar a un mismo individuo en distintos puntos (Marsden, 1999; Bibby *et al.*, 2012). Los puntos de conteo fueron distribuidos en dos tipos de vegetación: bosque tropical caducifolio (23 puntos) y bosque tropical subcaducifolio (35 puntos).

Los conteos tuvieron una duración de 10 minutos por punto y se realizaron en las primeras horas de la mañana (7:30 a 11:00 h), cubriendo el periodo de mayor actividad de los loros (Renton y Salinas-Melgoza, 2002). Los datos registrados en campo fueron: sitio, fecha, hora inicial, hora final, clima, número y coordenadas (UTM) del punto, tipo de vegetación, hora de la detección, especie, número de individuos, método de detección (vocalización, observación), actividad (percha, forrajeo, vuelo), orientación al ave, y distancia entre el observador y el ave, medida con ayuda de un distanciómetro láser (Bushnell, Pro Sport 450). Para los análisis estadísticos se utilizaron los datos del mes con mayor esfuerzo de muestreo en cada temporada (Secas: enero, Lluvias: julio).

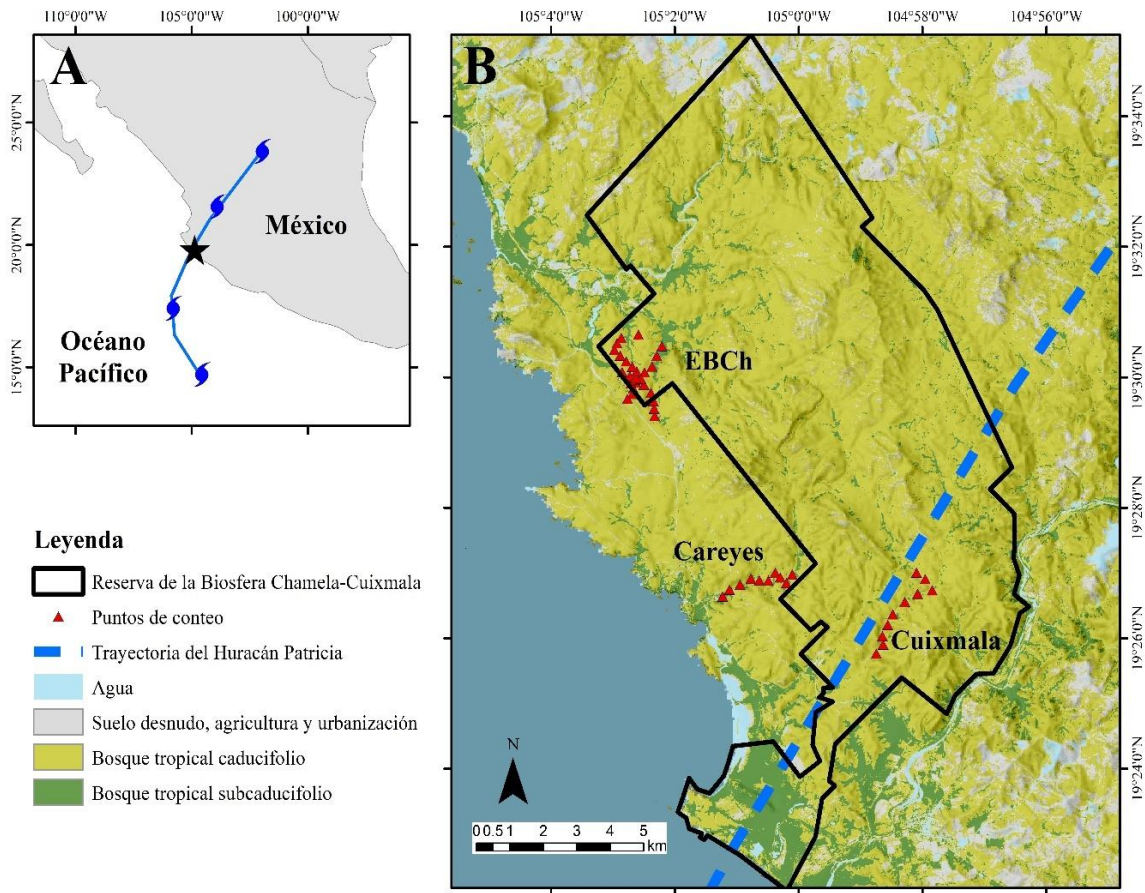


Figura 2. Ubicación de los puntos de conteo y la trayectoria del paso del Huracán Patricia en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala.

Caracterización de la estructura arbórea

Para la descripción de la estructura forestal del bosque tropical seco se siguió el método punto-centro-cuadrado (modificado de Mostacedo y Fredericksen, 2000). Este método consistió en ubicar los cuatro árboles más cercanos (uno por cada dirección cardinal) tomando como referencia el centro del punto de conteo, y el árbol vecino más cercano para dichos árboles. Consecutivamente, se procedió con la medición de las siguientes características para los ocho árboles seleccionados por punto de conteo: 1) altura árbol:

tomada desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal más alto, con un hipsómetro; 2) altura tronco: tomada desde el nivel del suelo hasta la horquilla principal del fuste, con un hipsómetro; 3) diámetro a la altura del pecho (DAP): tomada a 1.3 m del nivel del suelo, con una cinta diamétrica; y 4) distancia entre árboles: tomada desde el árbol cardinal al árbol vecino más cercano, con una cinta métrica. Únicamente se tomaron en cuenta árboles sin daño y con $DAP \geq 10$ cm para hacerlo comparable con otros estudios y considerarse como recurso potencial para el loro, que es una especie del dosel.

Evaluación del daño forestal

La evaluación del grado de perturbación de la vegetación se realizó estableciendo dos parcelas de 12.5 m x 5 m por cada punto de conteo de loros, equivalente a 0.725 ha (modificado de Mostacedo y Fredericksen, 2000). Dentro de cada parcela, se cuantificaron los árboles (individuos leñosos ≥ 4 m de altura, de tallo simple o ramificado ≥ 1.3 m), empleando una escala de siete categorías (modificado de Sánchez-Sánchez e Islebe, 1999): 0 = sin daño; 1 = desramado (ramas secundarias quebradas); 2 = descopado (ramas primarias quebradas); 3 = doblado sin exposición de raíces; 4 = ladeado con exposición de raíces; 5 = quebrado (tronco truncado); y 6 = caído (derribado con exposición de raíces). Posteriormente, se definió una categoría de daño por parcela basado en la categoría de daño más frecuentemente registrado en la parcela.

Análisis estadísticos

Antes de realizar cualquier análisis estadístico se comprobó el supuesto de normalidad de los datos utilizando la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov (Kolmogorov, 1933). Si los datos presentaron distribución normal se aplicó pruebas paramétricas, por el

contrario para datos que no conformaron a la distribución normal, se aplicaron pruebas no paramétricas o Modelo Lineal Generalizado.

Variación temporal en abundancia del loro. La abundancia del loro corona lila se comparó entre las dos temporadas del año (secas y lluvias), tomando en cuenta por punto de conteo individuos totales observados (vuelo, percha, forrajeo) e individuos específicamente haciendo uso del hábitat (forrajeo, percha). Para lo cual se aplicó una prueba de rangos con signo de Wilcoxon (Wilcoxon *et al.*, 1963).

Densidad del loro pre- y post-huracán. Para estimar la densidad del loro corona lila en el bosque seco de la reserva, se empleó el software Distance 7.2., que permitió generar varios modelos de muestreos por distancias para estimar la densidad de individuos (Buckland *et al.*, 2001; Thomas *et al.*, 2010). Se eligió el modelo con mejor ajuste a los datos tomando en cuenta el menor valor del criterio de información de Akaike (AIC; Akaike, 1974), la menor diferencia entre los intervalos de confianza y el coeficiente de variación (Marsden, 1999; Buckland *et al.*, 2001). Para tener estimación de densidad del loro corona lila previo al huracán, se utilizaron datos de censos generados por la Dra. Katherine Renton con el mismo método de muestreo de puntos de conteo, en los mismos sitios de muestreo y en el mes de enero del año 2006. Se generaron intervalos de confianza al 84% para comparar la estimación de densidad del loro corona lila antes y después del huracán, siendo significativamente diferente donde no sobrelapan los intervalos de confianza (MacGregor-Fors y Payton, 2013).

Caracterización estructural del bosque. Se determinaron las diferencias estructurales entre el bosque tropical caducifolio y el bosque tropical subcaducifolio con relación a la altura de los árboles, la altura del tronco, el DAP y la distancia entre árboles. Por lo que se empleó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U (Mann y Whitney, 1947).

Daños ocasionados en la vegetación. Se evaluó el número de árboles con y sin daño en cada parcela mediante una prueba Z de Wilcoxon (Wilcoxon *et al.*, 1963). Y a fin de conocer si alguna categoría de daño predominaba en las parcelas, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA).

Uso de hábitat por los loros. Se comparó el número de loros entre los dos tipos de bosque: caducifolio y subcaducifolio considerando únicamente individuos en percha y en forrajeo por punto de conteo, usando una prueba de t de Student para muestras independientes.

Variables que influyen en la abundancia del loro. Para evaluar la relación del número de loros haciendo uso del hábitat (percha, forrajeo) con respecto a las características de la vegetación (altura árbol, altura tronco, DAP, distancia entre árboles y categorías de daño). Se generó un Modelo Lineal Generalizado (GLM, Nelder y Wedderburn, 1972) incluyendo todas las variables medidas con ayuda del programa estadístico R versión 3.4.4 (R Core Team, 2018). Mediante la inclusión y exclusión de dichas variables se seleccionó el modelo más explicativo tomando como referencia el valor más bajo del criterio de información de Akaike (AIC; Akaike, 1974). Previamente se estudió la asociación lineal entre las variables utilizando la prueba de coeficiente de correlación por rangos de Spearman (Spearman, 1904).

RESULTADOS

Variación temporal en abundancia de loros

Se registró un total de 366 individuos del loro corona lila para los 58 puntos de conteo realizados en 2017, de los cuales 239 loros (65% de los registros) correspondieron a la estación seca y 127 loros (35% de registros) a la estación lluviosa. Considerando únicamente loros haciendo uso del bosque tropical seco, la especie muestra una importante variación durante el año con un mayor número de 105 (29%) loros en la época seca, en comparación con la época lluviosa, con sólo 13 (4%) loros registrados. El número total de loros y el número de loros perchados en los puntos de conteo mostró diferencias significativas entre las estaciones del año (Wilcoxon $Z_{58} = 5.0$, $P < 0.001$; $Z_{58} = 5.1$, $P < 0.001$, respectivamente). Se encontró mayor número de 2.0 ± 2.19 loros perchados por punto de conteo durante las secas a comparación con únicamente 0.2 ± 0.83 loros perchados / punto conteo en la época de lluvias.

Densidad del loro corona lila

Dado el bajo número de loros registrados durante las lluvias en la época no reproductiva únicamente fue posible estimar la densidad del loro corona lila para la época reproductiva en la temporada seca. Referente a la densidad posterior al huracán, el modelo Uniforme con la serie de expansión Cosine fue el que mejor se ajustó a los datos (AIC = 271.0). Con este modelo, se estimó una densidad de 11.0 ± 3.5 loros / km² con un radio efectivo de detección de 192.8 ± 20.0 m. Respecto a la densidad del loro previa al huracán, el modelo Negative exponential con la serie de expansión Cosine fue el que mejor se ajustó al método de muestreo por distancias (AIC = 192.2). Con este modelo, la densidad estimada en el área de estudio durante la temporada de seca o reproductiva fue de 14 ± 6.5 loros / km² con un

radio efectivo de detección de 139.2 ± 25.2 m. Al comparar los intervalos de confianza, se determinó que no hubo diferencia significativa en la estimación de densidad pre- y post-huracán, aún después de 10 años (Figura 3).

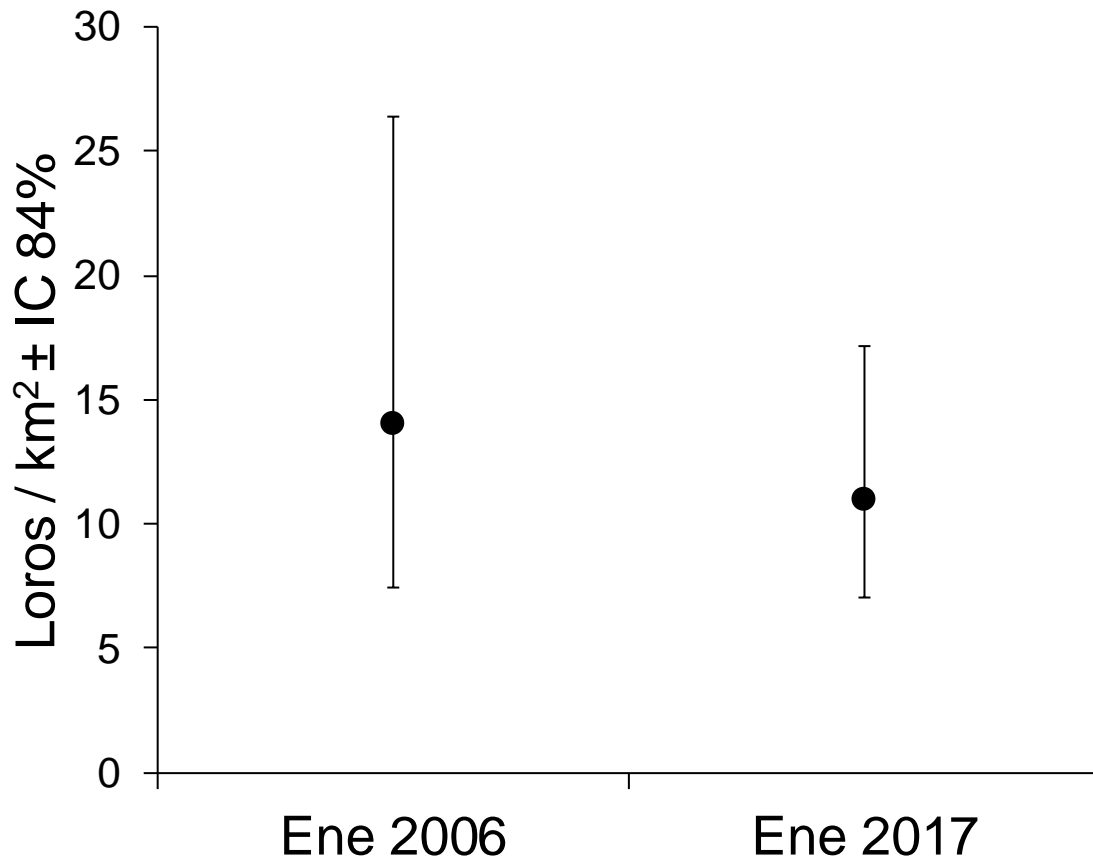


Figura 3. Estimación de densidad con intervalos de confianza de 84% para el loro corona lila en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala durante el mes de enero 2006 pre-huracán y 2017 después de Huracán Patricia.

Caracterización estructural del bosque

La caracterización de la estructura arbórea posterior al paso del huracán mostró diferencias significativas entre el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, específicamente en la altura total de los árboles ($U = 0$, $gl = 57$, $P < 0.001$); la altura de los troncos hasta la ramificación ($U = 151$, $gl = 57$, $P < 0.001$); y el DAP de los árboles ($U = 242.5$, $gl = 57$, $P < 0.05$); mientras que no hubo diferencias para la distancia entre árboles vecinos ($U = 292$, $gl = 57$, $P = 0.08$). El bosque tropical subcaducifolio presentó una tendencia a un arbolado de mayor tamaño (Figura 4).

Daños ocasionados en la vegetación

En las parcelas muestreadas para determinar la categoría de daño por el huracán, se registró un total de 1,064 árboles, con un promedio de 18.3 ± 3.7 árboles por parcela. Cabe destacar que la mayoría de los árboles (668 ind., 62.8%) presentaron algún daño provocado por el huracán, únicamente un tercio resultó sin daño (396 ind., 37.2%). Por lo tanto, hubo significativamente mayor número de árboles dañados en las parcelas que árboles sin daño (Wilcoxon $Z_{58} = 4.6$, $P < 0.001$), teniendo un promedio de 11.5 ± 3.6 árboles con daño por parcela. Aun así, en todas las parcelas a excepción de una se registraron árboles sin daño, teniendo un promedio de 6.8 ± 3.5 árboles sin daño por parcela. Por otro lado, hubo diferencia significativa en la frecuencia de registro de cada categoría de daño ($F_{5, 58} = 105.9$, $P < 0.001$), teniendo mayor frecuencia de árboles con daños mayores, quebrados y caídos, los cuales conformaron el 37.6% de todos los árboles registrados en las parcelas (Figura 5).

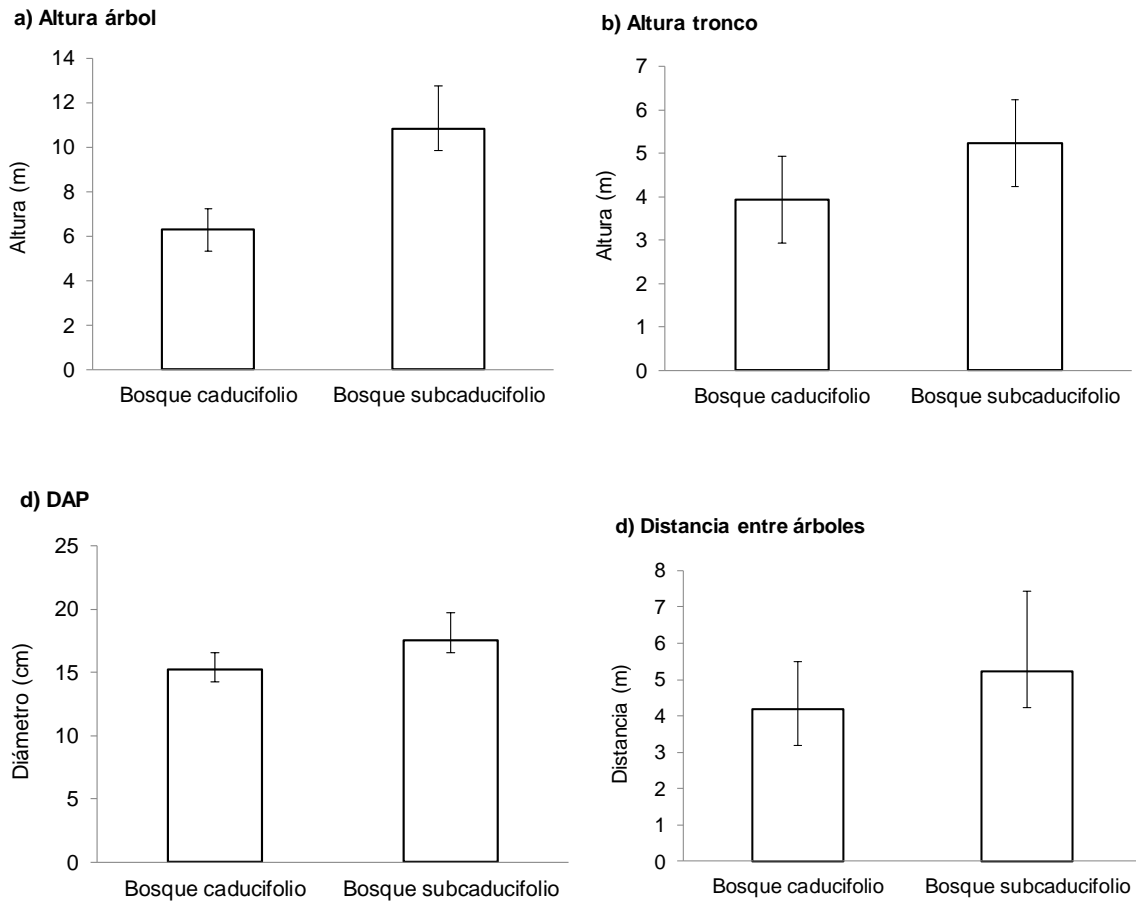


Figura 4. Valores promedio (\pm DS) de las características de la estructura arbórea del bosque tropical caducifolio y subcaducifolio en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala para a) altura de árboles, b) altura a la ramificación del tronco, c) diámetro a la altura del pecho del árbol, y d) distancia al árbol vecino más cercano.

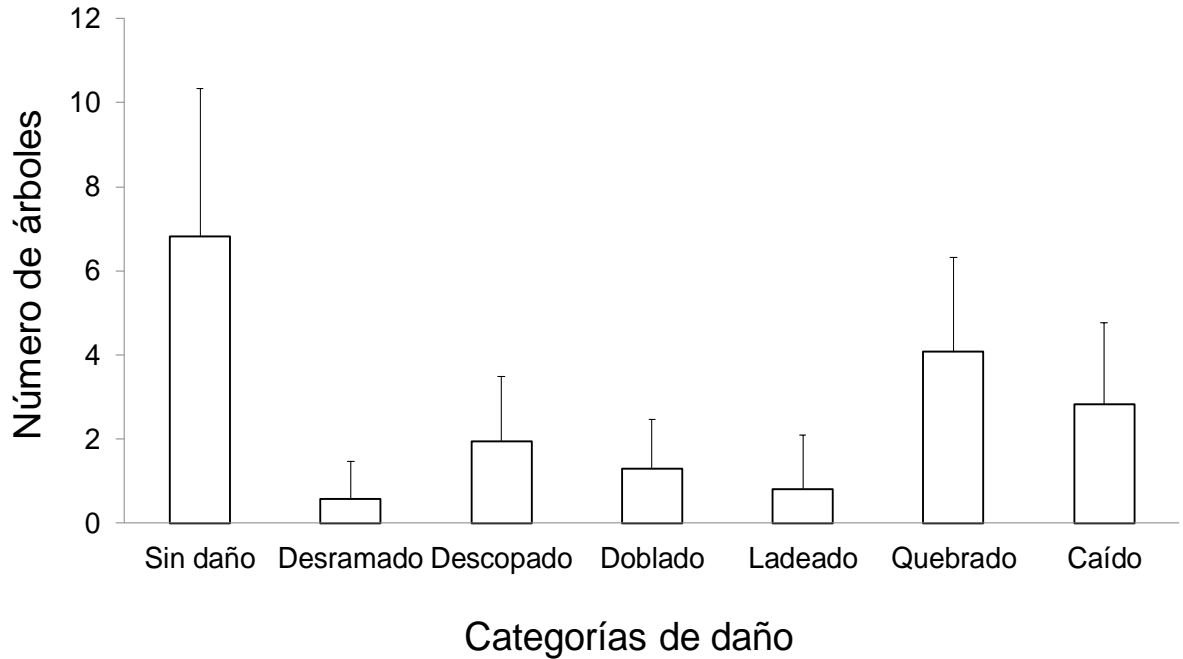


Figura 5. Promedio (\pm DS) de árboles por parcela ($DAP \geq 10$ cm) con alguna categoría de daño después de Huracán Patricia, $N = 1064$ árboles.

Uso de hábitat por los loros

Los resultados del censo indicaron que durante la época seca del año 2017 la abundancia relativa del loro fue similar entre los dos tipos de vegetación de bosque tropical caducifolio y subcaducifolio ($t_{103} = -0.72$, $P = 0.48$). Aun así, el número promedio de loros fue ligeramente mayor en el bosque tropical subcaducifolio (2.0 ± 2.38 ind. por punto de conteo) respecto al bosque tropical caducifolio (1.6 ± 1.84 ind. por punto conteo).

VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA ABUNDANCIA DEL LORO

El resultado del Modelo Lineal Generalizado más explicativo asoció la abundancia de loros perchados en el punto de conteo con la variable altura promedio de los árboles ($z = 2.33$, $gl = 57$, $AIC = 248.11$; Cuadro 1), descartando a las variables: distancia entre árboles y categorías de daño. Como resultado de la prueba de Spearman las variables altura tronco y DAP fueron eliminadas del análisis, ya que presentaron correlación con la altura árbol (Rho de Spearman > 0.5).

Cuadro 1. Resultados del Modelo Lineal Generalizado del número de loros perchados en relación con las medidas promedio de las variables de estructura forestal consideradas y la categoría de daño más frecuente por punto de conteo en el bosque tropical seco.

Modelo Completo		
Variable	Estimate \pm ES	Valor z
Altura árbol (m)	0.04 \pm 0.04	1.15
Distancia entre árboles (m)	0.00 \pm 0.05	0.09
Categoría daño	0.03 \pm 0.04	0.76
AIC= 251.51		
Modelo Explicativo		
Variable	Estimate \pm ES	Valor z
Altura árbol (m)	0.04 \pm 0.04	1.10
AIC= 248.11		

DISCUSIÓN

Variación temporal en abundancia del loro

En este estudio, la mayor abundancia para el loro corona lila se determinó durante la época seca, con pocos loros durante la época lluviosa. Esto coincide con lo reportado por Ortega-Guzmán (2011) para la costa de Michoacán, México. Un alto número de individuos en secas puede atribuirse a la búsqueda de sitios de anidación dentro de la reserva durante la temporada reproductiva del loro (Renton y Salinas-Melgoza, 1999). Por otro lado, el bosque tropical seco alrededor de la reserva tiene una importante influencia de actividades productivas que provocan cambio de uso de suelo. Tal como la ganadería extensiva, el sistema agrícola conformado esencialmente por cultivos frutales, así como el desarrollo turístico y la extracción del recurso maderable (Ceballos *et al.*, 1999; Trejo y Dirzo, 2000), que mantienen pocas áreas naturales conservadas alternativas que podrían utilizar los loros.

La baja abundancia del loro en lluvias puede ser explicada por una mayor disposición de alimento en el bosque tropical caducifolio en la época de lluvias (Renton, 2001). De modo que, la especie puede presentar conducta nomádica en temporada no reproductiva. Otros estudios en psitácidos también han registrado variación estacional con baja abundancia de loros durante el periodo no reproductivo, tal es el caso del loro cabeza azul norteño (*Amazona guatemalae*) en Oaxaca, México (De Labra-Hernández y Renton, 2017).

Densidad del loro corona lila

Para inicios de la segunda temporada reproductiva posterior al Huracán Patricia, en enero del 2017, se estimó una densidad del loro corona lila de 11.0 ± 3.5 loros / km², esta no difirió con la estimación de densidad de 14 ± 6.5 loros / km² para enero del 2006, anterior

al impacto del huracán. A pesar de registrar una reducción en la población, no hubo una diferencia significativa, como lo fue para la cotorra puertorriqueña tras el paso del Huracán Hugo (Meyers, et al. 1996). Esto sugiere que al ser una especie con distribución continental, tiene la capacidad de desplazarse hacia otras áreas o tipos de hábitat, evadiendo el paso de huracanes y encontrando refugios temporales. Además, para la segunda temporada de anidación posterior al paso del Huracán Patricia, el tiempo transcurrido probablemente permitió que la población dispersa regresara a sus áreas reproductivas en la reserva, sugiriendo una recuperación, así como, para la cotorra puertorriqueña (*Amazona vittata*) como lo menciona Wunderle (1999) tras el impacto del Huracán Hugo en Puerto Rico.

Asimismo, los valores estimados para el área protegida Chamela-Cuixmala en comparación con el rango de densidad de 3.3 - 7.8 loros / km² calculada para psitácidos en la selva Amazonas (Lee y Marsden, 2012), indican una alta concentración de individuos dentro del área muestreada. Esto podría deberse a que en el mes de enero da inicio la temporada reproductiva y los loros están compitiendo por sitios de anidación (Renton y Salinas-Melgoza, 1999). Por otra parte, el área comprende un complejo fisiográfico con pendientes provistas de árboles grandes, adicionalmente presenta continuidad de bosques primarios y la intervención humana es casi ausente, en contraste a las áreas aledañas a la reserva (Ceballos *et al.*, 1999; Trejo y Dirzo, 2000).

La poca variación en densidad de loros en la reserva, aún con intervalo de 10 años, podría estar dada por la fidelidad del loro corona lila al área reproductiva. Se ha documentado que las parejas del loro corona lila, reutilizan sitios de anidación exitosos de temporadas previas hasta por 5 años en promedio, y algunos hasta por más de 12 años (Salinas-Melgoza *et al.*, 2009). Este comportamiento reproductivo también es posible

obsérvalo en otras aves psitácidas del neotrópico (Waltman y Beissinger, 1992; Berkunsky y Reboreda, 2009).

Aunado a lo anterior, la pérdida de ramas primarias de los árboles ante el disturbio generado por el huracán, propicia la formación de oquedades naturales (Ranius *et al.*, 2009). El bosque tropical seco de la reserva cuenta con un alto número de cavidades (Vázquez y Renton, 2015), que son seleccionadas bajo ciertas características como sitios de anidación (Renton y Salinas-Melgoza, 1999; Renton *et al.*, 2015), influyendo positivamente en la presencia del loro.

Caracterización estructural del bosque

A pesar de la alta intensidad con la que impactó el huracán en la costa de Jalisco, el bosque tropical subcaducifolio sigue presentando árboles de mayor altura total, altura tronco y DAP más anchos, a comparación del bosque tropical caducifolio. Lott *et al.* (1987) calcularon para Chamela una altura promedio del arbolado de 6 m para tierras altas, donde predomina el bosque tropical caducifolio y 10 m para arroyos, donde predomina el bosque tropical subcaducifolio, utilizando troncos con $DAP \geq 10$ cm. Lo anterior concuerda con lo reportado en este trabajo, de manera que el bosque tropical seco conserva sus principales características distintivas posteriores al huracán. Sin embargo, la literatura sugiere que el bosque tropical subcaducifolio es más susceptible a experimentar daños por vientos huracanados (Lugo *et al.*, 1983; Reilly, 1991; Walker, 1991). Su distribución restringida hacia zonas más profundas aumenta la probabilidad de sufrir el “efecto embudo” formado por la combinación de las corrientes de aire y la topografía del lugar (Reilly, 1991; Ostertag *et al.*, 2005).

Por otra parte, la mayor afectación recae sobre árboles de mayor altura y diámetro (Van-Bloem *et al.*, 2005; Bonilla-Moheno, 2010; Vandecar *et al.*, 2011), al ser más vulnerables a sufrir inestabilidad mecánica definida por su propio peso y la fuerza de los vientos huracanados (Fournier *et al.*, 2006). Adicionalmente, la lluvia intensa satura el suelo y las copas de los árboles, haciendo que el primero sea mecánicamente más débil y el segundo más pesado, aunque es difícil generalizar sobre estos factores (Tanner *et al.*, 1991). En cuanto a la capacidad de rebrote, los árboles más altos y con mayor área basal producen menor cantidad, por lo que el aumento en la frecuencia e intensidad de huracanes podría cambiar la fisonomía del bosque tropical seco hacia un dosel más bajo dominado por árboles de menor altura y diámetro (Jiménez-Rodríguez, 2018).

Daños ocasionados en la vegetación

La evaluación de la perturbación en el bosque tropical seco reveló que más del 60% de los árboles se vieron afectados por los fuertes vientos sostenidos, donde la ruptura del tronco y el derribo fueron los principales daños ocasionados. Los resultados obtenidos concuerdan con otros trabajos previos en los cuales se ha evaluado la afectación de los bosques por huracanes de alta intensidad en la América tropical (Vandermeer *et al.*, 1990; Walker, 1991; Yih *et al.*, 1991; Zimmerman *et al.*, 1994; Sánchez e Islebe, 1999; Islebe *et al.*, 2009; Navarro-Martínez *et al.*, 2012). El impacto que sufren los bosques costeros ante estos eventos puede ser devastador, al actuar como barreras y reducir la velocidad de los vientos huracanados, protegiendo las zonas internas, tal como lo hacen los bosques de manglar (CONABIO, 2009). Chamela-Cuixmala es un sitio donde convergen varios complejos geológicos dentro de los cuales se encuentra la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Mesa del Centro (Coll-Hurtado, 2003). Dicho

sistema montañoso constituye una barrera protectora contra eventos hidrometeorológicos para el Altiplano Mexicano. Por lo que la reserva es susceptible a sufrir cambios ocasionados por huracanes.

Uso de hábitat por los loros

El número de loros registrados se presentó de igual manera para el bosque tropical subcaducifolio como para el bosque tropical caducifolio, a pesar de que conservaron su estructura forestal distintiva ambos tipos de bosque. El patrón de distribución del loro corresponde en gran medida con la disposición de los recursos de anidación y alimentación (Sánchez-Barradas *et al.*, 2017). Varios trabajos señalan que el loro muestra cierta preferencia por el bosque tropical subcaducifolio para realizar sus actividades de forrajeo y anidación (Renton y Salinas-Melgoza, 1999; Ortega-Rodríguez y Monterrubio-Rico, 2008; Monterrubio-Rico *et al.*, 2009), además de estar provisto por una mayor densidad de cavidades adecuadas para la actividad reproductiva (Vázquez y Renton, 2015). Sin embargo, el impacto de un evento hidrometeorológico produjo la pérdida de sitios de anidación y cambios en los ciclos de la fenología de la fructificación (Renton *et al.*, 2018), por lo cual es probable que el loro se haya visto obligado a ampliar su rango de movilidad, cubriendo áreas más grandes y distintos hábitats. Tal fue el caso de las cotorras dominicanas (*Amazona ventralis*) en las Islas del Caribe después del impacto de Huracán Georges (Collazo *et al.*, 2003; White *et al.*, 2005).

VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA ABUNDANCIA DEL LORO

Nuestros resultados demostraron que durante la temporada reproductiva, la abundancia del loro corona lila estuvo asociada con árboles de mayor altura en el bosque tropical seco. Los

loros utilizan árboles con cavidades profundas y a nivel de dosel como sitios de nidificación (Monterrubio-Rico *et al.*, 2009; Renton y Salinas-Melgoza, 1999). La mayor parte de las cavidades adecuadas están concentradas en árboles vivos de gran altura y diámetro (Cockle *et al.*, 2011). Los recursos de anidación son componentes clave en el uso y selección del hábitat (Jones, 2001), generalmente relacionados con la estructura de la vegetación (Cockle *et al.*, 2011). De modo que árboles maduros y altos podrían ofrecer recursos para llevar a cabo la anidación del loro corona lila, favoreciendo el uso de hábitat.

Contrario a lo esperado, la abundancia relativa de los loros no fue asociada con las categorías de daño, de modo que se distribuyeron ampliamente en el bosque. La explicación a esto posiblemente resida en que el grado de afectación sobre la vegetación se dio de forma bastante homogénea; la cantidad de parcelas muestreadas sin daños fue insuficiente; o el área muestreada alrededor del punto de conteo fue insuficiente comparado con el radio efectivo de detección de loros. De acuerdo con Morales-Pérez (2005) a los psitácidos es posible observarlos en áreas con hábitat perturbado, aunque la mayor abundancia de individuos se encuentra en hábitat con poca perturbación y, en particular, para la anidación prefieren áreas más conservadas (Monterrubio-Rico *et al.*, 2014). La reserva Chamela-Cuixmala se caracteriza por mantener extensiones considerables de bosque tropical seco con poca perturbación. No obstante, en los últimos años ha sufrido modificaciones por disturbios exógenos, siendo el Huracán Patricia uno de los más devastadores, dejando a su paso modificaciones en la estructura forestal.

CONCLUSIONES

La densidad del loro corona lila post-huracán indica mantenimiento de la población en la reserva, habiendo una mayor abundancia de individuos durante la época seca, cuando se encuentran anidando.

A pesar del daño causado por el Huracán Patricia a la vegetación, tanto el bosque tropical caducifolio como el bosque tropical subcaducifolio mantienen su estructura arbórea distintiva.

No hubo diferencia en la abundancia de loros entre los tipos de bosque durante la temporada seca, ya que los loros necesitan utilizar ambos tipos de hábitat equitativamente en busca de alimento.

Más del 60% de los árboles presentaron algún tipo de daño por el huracán, destacando los de daños severos. La alta frecuencia de árboles dañados en todos los puntos de conteo podría generar recursos potenciales para la anidación de los loros, favoreciendo su uso de hábitat durante la época reproductiva.

La abundancia de loros en la reserva está relacionada con la altura de los árboles, indicando que pesar del paso del huracán, la reserva mantiene áreas de bosque conservadas que favorecen la presencia del loro corona lila.

LITERATURA CITADA

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on automatic control*, AC-19 (6): 716-723.
- Askins, R. A. y Ewert, D. N. (1991). Impact of Hurricane Hugo on bird populations on St. John, U.S. Virgin Islands. *Biotropica*, 23 (4a): 481-487.
<https://www.jstor.org/stable/2388270>
- Berkunsky, I. y Reboreda, J. C. (2009). Nest-site fidelity and cavity reoccupation by Blue-fronted Parrots *Amazona aestiva* in the dry Chaco of Argentina. *Ibis*, 151: 145-150.
<https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00896.x>
- Bibby, C. J., Burgess, N. D. y Hill, D. A. (2012). Bird Census Techniques. Academic Press, Londres. Pp. 85-104.
- BirdLife International. (2018). *Amazona finschi*. En: <https://www.iucnredlist.org/es>
- Blake, E. S., Gibney, E. J., Brown, D. P., Mainelli, M., Franklin, J. L. y Kimberlain, T. B. (2009). Tropical cyclones of the Eastern North Pacific Basin 1949-2006. Historical Climatology Series 6-5. National Climate Data Center, Ashville, NC.
- Bonilla-Moheno, M. (2010). Damage and recovery of forest structure and composition after two subsequent hurricanes in the Yucatan Peninsula. *Caribbean Journal of Sciences*, 46 (2-3): 240-248. <http://dx.doi.org/10.18475/cjos.v46i2.a12>
- Bravo-Lujano, C. (2015). Reseña del huracán “Patricia” del Océano Pacífico. CONAGUA/SMN. En: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2015-Patricia%20.pdf>
- Brightsmith, D. J. (2005). Parrot nesting in Southeastern Peru: seasonal patterns and keystone trees. *Wilson Bulletin*, 117(3): 296-305.

- Brokaw, N. V. L. y Walker, L. R. (1991). Summary of the effects of Caribbean hurricanes on vegetation. *Biotropica*, 23(4): 442-447.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. y Len, Thomas L. (2001). Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Reino Unido.
- Bullock, S. H. (1986). Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico. *Archives of meteorology, geophysics, and bioclimatology, Ser.*, 36 (3-4): 297-316.
- Ceballos, G., Székely, A., García, A., Rodríguez, P. y Noguera, F. (1999). Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F. Pp. 141.
- Cockle, K. L., Martin, K. y Robledo, G. (2011). Selection of Nest Trees by Cavity-nesting Birds in the Neotropical Atlantic Forest. *Biotropica*, 43 (2): 228-236. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00661.x>
- Coll-Hurtado, A. (2003). México: una visión geográfica, Temas Selectos de Geografía de México. 2ª edición. Instituto de Geografía. UNAM. México. Pp. 1-137.
- Collar, N. J. (1997). Family Psittacidae (Parrots). En J. Del Hoyo, A. Elliot, y J. Sargatal, Eds., Handbook of the birds of the World, Lynx Editions, Barcelona. Pp. 280-477.
- Collazo, J. A., White, Jr, T. H., Vilella, F. J. y Guerrero, S. A. (2003). Survival of captive-reared Hispaniolan parrots released in Parque Nacional del Este, Dominican Republic. *The Condor*, 105 (2): 198–207.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2009). Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª edición. México, D.F. Pp. 1-99.

- De Labra-Hernández, M. A. y Renton, K. (2017). Factors influencing density of the Northern Mealy Amazon in three forest type of a modified rainforest landscape in Mesoamerica. *Avian Conservation and Ecology*, 12 (1): 5
<https://doi.org/10.5751/ACE-00957-120105>
- Domínguez-Walle, M. A. y Pérez-Morales, A. (2015). Evidencias sobre la vulnerabilidad biofísica en el caso del Huracán Patricia. *Papeles de Geografía*, 61: 169-175.
- Forshaw, J. M. (2010). *Parrots of the World*. Princenton University Press, Nueva Jersey.
- Fournier, M., Stokes, A., Countad, C., Fourcaud, T. y Moulia, B. (2006). Tree Biomechanics and Growth Strategies in the Context of Forest Functional Ecology. En: Herrel, A., Speck, T. y Rowe, N. P. *Ecology and Biomechanics. A Mechanical Approach to the Ecology of Animals and Plants*. Taylor & Francis Group. CRC Press. New York. Pp. 1-34.
- Frangi, J. L. y Lugo, A. E. (1991). Hurricane Damage to a Flood Plain Forest in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Biotropica*, 23 (24a): 324-335.
<https://www.jstor.org/stable/2388248>
- Fuentes-Mariles, O. A. y Vázquez-Conde, M. T. (1997). Probabilidad de presentación de ciclones tropicales en México. Cuadernos de Investigación No. 42, CENAPRED. México, D.F. Pp. 1-38.
- García-Oliva, F., Camou A. y Maass, J. M. (2002). El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano. En: Noguera, F.A., J. H. Vega Rivera, A. N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (Eds). *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología. UNAM. México. Pp. 3–10.

- Goldenberg, S. B., Landsea, C. W., Mestas-Nuñez, A. M., Gray, W. M. (2001). The recent increase in Atlantic hurricane activity: causes and implications. *Science*, 293: 474-479.
- Hill, D., Hockin, D., Preece, D., Tucker, G., Morris, R. y Treweek, J. (1997). Bird disturbance: Improving the Quality and Utility of Disturbance Research. *Journal of Applied Ecology*, 34 (2): 275-288. <https://www.jstor.org/stable/2404876>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Paris. Pp. 1-18.
- Islebe, Gerald A., Torrescano-Valle, N., Valdez-Hernández, M., Tuz-Novelo, M. y Weissenberger, H. (2009). Efectos del impacto del Huracán Dean en la vegetación del sureste de Quintana Roo, México. *Foresta Veracruzana*, 11 (1): 1-6.
- Jáuregui, E. (2003). Climatology of landfalling hurricanes and tropical storms in Mexico. *Atmósfera*, 16 (4): 193-204.
- Jiménez-Rodríguez, D. L. (2018). Cambios funcionales en la vegetación del Bosque Tropical Seco de la región Chamela-Cuixmala en respuesta a huracanes de alta intensidad. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia. UNAM.
- Jones, J. (2001). Habitat Selection Studies in Avian Ecology: A Critical Review. *The Auk*, 118 (2): 557-562.
- Kimberlain, T. B., Blake, E. S. y Cangialosi, J. P. (2016). Hurricane Patricia (EP202015). National Hurricane Center. En: https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/EP202015_Patricia.pdf
- Knutson, T. R., Sirutis, J. J., Zhao, M., Tuleya, R. E., Bender, M., Vecchi, G. A., Villarini, G. y Chavas, D. (2015). Global Projections of Intense Tropical Cyclone Activity for

- the Late Twenty-First Century from Dynamical Downscaling of CMIP5/RCP4.5 Scenarios. *Journal of Climate*, 28 (18): 7203-7224. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0129.1>
- Kolmogorov, A. N. (1933). Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *Giornale dell' Istituto Italiano degli Attuari*, 4: 83-91.
- Lain, E. J., Zenzal, Jr. T. J., Moore, F. R., Barrow, Jr. W. C. y Diehl, R. H. (2017). Songbirds are resilient to hurricane disturbed habitats during spring migration. *Journal of Avian Biology*, 48: 815-826. <https://doi.org/10.1111/jav.01215>
- Lee, A. T. K. y Marsden, S. J. (2012). The influence of habitat, season, and detectability on abundance estimates across an Amazonian parrot assemblage. *Biotropica*, 44 (4): 537-544. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00847.x>
- López-Fletes, C. A. (2013). Cambio climático y turismo: adaptación de la población costera de Jalisco ante sus efectos. Tesis de Maestría. Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco.
- Lott, E. J., Bullock S. H. y Solis-Magallanes J. A. (1987). Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests of coastal Jalisco. *Biotropica*, 19 (3): 228-235. <https://www.jstor.org/stable/2388340>
- Lugo, A. E., Applefield, M., Pool, D. J. y McDonald, R. B. (1983). The impact of Hurricane David on the forests of Dominica. *Canadian Journal of Forest Research*, 13 (2): 201-211.
- Lugo, A. E. (2000). Effects and outcomes of Caribbean hurricanes in a climate change scenario. *The Science of the Total Environment*, 262 (3): 243-251.

- Lynch, J. F. (1991). Effects of Hurricane Gilbert on birds in a dry tropical forest in the Yucatan Peninsula. *Biotropica*, 23 (4): 488-496. <https://www.jstor.org/stable/2388271>
- MacGregor-Fors, I. y Payton, M. E. (2013). Contrasting diversity values: statistical inference based on overlapping confidence intervals. *PLoS ONE*, 8 (2): e56794.
- Mann, H. B. y Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one or two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*, 18 (1): 50-60.
- Marsden, S. J. (1999). Estimation of parrot and hornbill densities using a point count distance sampling method. *Ibis*, 141: 377-390. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1999.tb04405.x>
- Marsden, S. J. y Jones, M. J. (1997). The nesting requirements of the parrots and hornbill of Sumba, Indonesia. *Biological Conservation*, 82 (3): 279-287.
- Meyers, J. M., Arendt, W. J. y Lindsey, G. D. (1996). Survival of Radio-Collared Nestling Puerto Rican Parrots. *The Wilson Bulletin*, 108 (1): 159-163.
- Monterrubio-Rico, T. C., Ortega-Rodríguez, J. M., Marín-Togo, M. C., Salinas-Melgoza, A. y Renton, K. (2009). Nesting Habitat of the Lila-crowned Parrot in a Modified Landscape in Mexico. *Biotropica*, 41 (3): 361-368. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00493.x>
- Monterrubio-Rico, T. C., Álvarez-Jara, M., Téllez-García, L. y Tena-Morelos, C. (2014). Hábitat de anidación de *Amazona oratrix* (Psittaciformes: Psittacidae) en el Pacífico Central, México. *Revista de Biología Tropical*, 62 (3): 1053-1072.
- Morales-Pérez, L. (2005). Evaluación de la abundancia poblacional y recursos alimenticios para tres géneros de psitácidos en hábitats conservados y perturbados de la costa de Jalisco, México. Tesis de maestría. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.

- Mostacedo, B. y Fredericksen T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Pp. 92.
- Navarro-Martínez, A., Durán-García, R. y Méndez-González, M. (2012). El impacto del huracán Dean sobre la estructura y composición arbórea de un bosque manejado en Quintana Roo, México. *Madera y Bosque*, 18 (1): 57-76.
- Nelder, J. A. y Wedderburn, R. W. M. (1972). Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 135 (3): 370-384.
- Newton, I. (1994). The role of nest sites in limiting the number of hole-nesting birds: A review. *Biological Conservation*, 70 (3): 265-276.
- Olah, G., Butchart, S. H. M, Symes, A., Medina-Guzmán, I., Cunningham, R., Brightsmith, D. J. y Heinsohn, R. (2016). Ecological and socio-economic factors affecting extinction risk in parrots. *Biodiversity and Conservation*, 25 (2): 205-223.
- Ortega-Guzmán, L. (2011). Abundancia del Loro Corona Lila (*Amazona finschi*) y el Perico frente naranja (*Aratinga canicularis*) en un gradiente de cobertura de selvas en la Costa Michoacana. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Morelia, Michoacán.
- Ortega-Rodríguez, J. M. y Monterrubio-Rico, T. C. (2008). Características geográficas de la ubicación de nidos del Loro Corona Lila (*Amazona finschi*) en la costa del Pacífico en Michoacán, México. *Ornitología neotropical*, 19: 427-439. [https://sora.unm.edu/sites/default/files/ON%20\(19\)%20427-440.pdf](https://sora.unm.edu/sites/default/files/ON%20(19)%20427-440.pdf)
- Ostertag, R., Silver, L. W. y Lugo, E. A. (2005). Factors affecting mortality and resistance to damage following hurricanes in a rehabilitated subtropical moist forest. *Biotropica*, 37 (1): 16-24.

- Pérez-Jiménez, L. A. y Barajas-Morales, J. (2011). Árboles de selvas secas de México. Identificación mediante cortezas. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.
- Pérez-Sampablo, L. M., Martínez-Robles, C. L., Farfán-Molina, L. M. y Tereshchenko, I. (2016). Pronóstico y precipitación de los ciclones Jova (2011), Manuel (2013) y Patricia (2015) que afectaron al estado de Jalisco. *Teoría y Praxis*. Pp. 10-30.
- Pickett, S. T. A. y White P. S. (1985). The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, EUA. Pp. 472.
- Pires, S. F. (2012). The ilegal parrot trade: a literature review. *Global Crime*, 13 (3): 176-190. <https://doi.org/10.1080/17440572.2012.700180>
- Ranius, T., Niklasson, M. y Berg, N. (2009). Development of tree hollows in pedunculate oak (*Quercus robur*). *Forest Ecology and Management*, 257 (19): 303-310.
- R Core Team. (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. <http://www.rstudio.com/>
- Reilly, A. E. (1991). The effects of Hurricane Hugo in three tropical forests on the U. S. Virgin Islands. *Biotropica*, 23 (4): 414-419.
- Renton, K. (2001). Lilac-crowned parrot diet and food resource availability: resource tracking by a parrot seed predator. *The Condor*, 103: 62-69. [https://doi.org/10.1650/0010-5422\(2001\)103\[0062:LCPDAF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1650/0010-5422(2001)103[0062:LCPDAF]2.0.CO;2)
- Renton, K. y Salinas-Melgoza, A. (1999). Nesting behavior of the Lilac-crowned Parrot. *Wilson Bulletin*, 111 (4): 488-493.
- Renton, K. y Salinas-Melgoza, A. (2002). *Amazona finschi* (Sclater 1864) Loro corona lila. En: Noguera, F.A., J. H. Vega Rivera, A. N. García Aldrete y M. Quesada

- Avendaño (Eds). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología. UNAM. México. Pp. 343–344.
- Renton, K. y Salinas-Melgoza, A. (2004). Climatic variability, nest predation, and reproductive output of Lilac-crowned parrots (*Amazona finschi*) in tropical dry forest of western Mexico. *The Auk*, 121 (4): 1214-1225.
- Renton, K., Salinas-Melgoza, A., De Labra-Hernández, M. A. y De la Parra-Martínez, S. M. (2015). Resource requirements of parrots: nest-site selectivity and dietary plasticity of Psittaciformes. *Journal of Ornithology*, 156 (S1): 73-90.
- Renton, K., Salinas-Melgoza, A., Rueda-Hernández, R. y Vázquez-Reyes, L. D. (2018). Differential resilience to extreme climate events of tree phenology and cavity resources in tropical dry forest: Cascading effects on a threatened species. *Forest Ecology and Management*, 426: 164-175.
- Reyes, S. y Mejía-Trejo, A. (1991). Tropical perturbations in the eastern Pacific and the precipitation field over northwestern Mexico in relation to ENSO phenomenon. *International Journal of Climatology*, 11: 515–528.
- Ríos-Muñoz, C. A. y Navarro-Sigüenza, A. G. (2009). Efectos del cambio de uso de suelo en la disponibilidad hipotética de hábitat para los psitácidos de México. *Neotropical*, 20: 491-509.
- Rogers, R. F, Aberson, S., Bell, M. M., Cecil, D. J., Doyle, J. D., Kimberlain, T. B., Morgerman, J., Shay, L. K. y Velden, C. (2017). Rewriting the Tropical Record Books: The Extraordinary Intensification of Hurricane Patricia (2015). *Bulletin of the American Meteorological Society*, 98: 2091-2112. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-17-0218.1>

- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Pp. 504.
- Salinas-Melgoza, A., Salinas-Melgoza, V. y Renton, K. (2009). Factors Influencing Nest Spacing of a Secondary Cavity-Nesting Parrot: Habitat Heterogeneity and Proximity of Conspecifics. *The Condor*, 111 (2): 305-313.
<https://doi.org/10.1525/cond.2009.090017>
- Sánchez-Barradas, A., Santiago-Jiménez, Q. J. y Rojas-Soto, O. (2017). Variación temporal en la distribución geográfica y ecológica de *Amazona finschi* (Psittaciformes: Psittacidae). *Revista de Biología Tropical*, 65 (3): 1197-1207.
- Sánchez-Sánchez, O. e Islebe G. A. (1999). Hurricane Gilbert and structural changes in a tropical forest in south-eastern Mexico. *Global Ecology and Biogeography*, 8 (1): 29-38.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. México, D.F.
- Sergio, F., Blas, J. y Hiraldo, F. (2018). Animal responses to natural disturbance and climate extremes: a review. *Global and Planetary Change*, 161: 28-40.
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.10.009>
- Shepherd, P., Crockett, T., De Santo, T. L. y Bildstein, K. L. (1991). The impact of Hurricane Hugo on the breeding ecology of wading birds at Pumpkinseed Island, Hobcaw Barony, South Carolina. *Colonial Waterbirds*, 14 (2): 150-157

- Snyder, N., McGowan, P., Gilardi, J. y Grajal, A. (2000). Parrots. Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, U. K. x + 180 pp.
- Spearman, C. (1904). "General Intelligence," Objectively Determined and Measured. *The American Journal of Psychology*, 15 (2): 201-292.
- Tanner, E. V. J., Kapos, V. y Healey, J. R. (1991). Hurricane Effects on Forest Ecosystems in the Caribbean. *Biotropica*, 23 (4a): 513-521.
<https://www.jstor.org/stable/2388274>
- Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. L., Strindberg, S., Hedley, S. L., Bishop, J. R. B., Marques, T. A., Burnham, K. P. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47 (1): 5-14.
- Trejo, I. y Dirzo, R. (2000). Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation*, 94 (2): 133-142.
[https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00188-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00188-3)
- Van-Bloem, S. J. Murphy, P. G., Lugo, A. E., Ostertag, R., Rivera-Costa, M., Ruiz-Bernard, I., Molina-Colón, S. y Canals-Mora, M. (2005). The influence of hurricane winds on Caribbean dry forest structure and nutrient pools. *Biotropica*, 37 (4): 571-583.
- Vandecar, K. L., Lawrence, D., Richards, D., Schneider, L., Rogan, J., Schmook, B. y Wilbur, H. (2011). High mortality for rare species following hurricane disturbance in the southern Yucatán. *Biotropica*, 43 (6): 676-684.

- Vandermeer, J., Zamora, N. y Yih, K. (1990). Regeneración inicial en una selva tropical en la costa caribeña de Nicaragua después del huracán Juana. *Revista de Biología Tropical*, 38 (2B): 347-359.
- Vázquez, L. y Renton, K. (2015). High density of tree-cavities and snags in tropical dry forest of western Mexico raises questions for a latitudinal gradient. *PLoS ONE*, 10 (1): e0116745. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116745>
- Waide, R. B. (1991). The Effect of Hurricane Hugo on Bird Populations in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica*, 23 (4a): 475-480. <https://www.jstor.org/stable/2388269>
- Walker, R. L. (1991). Tree damage and recovery from Hurricane Hugo in Luquillo Experimental forest, Puerto Rico. *Biotropica*, 23 (4a): 379-385. <https://www.jstor.org/stable/2388264>
- Waltman, J. R. y Beissinger, S. R. (1992). Breeding Behavior of the Green-Rumped Parrotlet. *The Wilson Bulletin*, 104 (1): 65-84. <http://www.jstor.org/stable/4163117>
- Wauer, R. H. y Wunderle, Jr. J. M. (1992). The effect of Hurricane Hugo on bird populations on St. Croix, U.S. Virgin Islands. *Wilson Bull.*, 104 (4): 656-673. <https://www.jstor.org/stable/4163223>
- Webster, P. J., Holland, G. J., Curry, J. A. y Chang H. R. (2005). Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment. *Science*, 309: 1844-1846.
- Whigham, D. F., Olmsted, I., Cabrera-Cano, D. y Harmon, M. E. (1991). The Impact of Hurricane Gilbert on Trees, Litterfall, and Woody Debris in a Dry Tropical Forest in the Northeastern Yucatan Peninsula. *Biotropica*, 23 (4a): 434-441. <https://www.jstor.org/stable/2388263>

- White, Jr. T. H., Collazo, J. A., Vilella, F. J. y Guerrero, S. A. (2005). Effects of Hurricane Georges on habitat use by captive-reared Hispaniolan parrots (*Amazona ventralis*) released in the Dominican Republic. *Ornitologia Neotropical*, 16: 405-417.
- Wilcoxon, F., Katti, S. K. y Wilcox, R. A. (1963). Critical values and probability levels for the Wilcoxon rank sum test and the Wilcoxon signed rank test.
- Wiley, J.W. y Wunderle Jr. J. M. (1993). The effects of hurricanes on birds, with special reference to Caribbean islands. *Bird Conservation International*, 3: 319–349. <https://doi.org/10.1017/S0959270900002598>
- Wunderle, Jr. J. M. (1999). Pre-and post-hurricane fruit availability: Implications for Puerto Rican parrots in the Luquillo Mountains. *Caribbean Journal of Science*, 35 (3-4): 249-264.
- Yih, K., Boucher, D. H., Vandermeer, J. H. y Zamora, N. (1991). Recovery of the Rain Forest of Southeastern Nicaragua After Destruction by Hurrican Joan. *Biotropica*, 23 (2): 106-113. <https://www.jstor.org/stable/2388295>
- Zimmerman, J. K., Everham III, E. M., Waide, R. B., Lodge, D. J., Taylor, C. M. y Brokaw, N. V. L. (1994). Responses of tree species to hurricane winds in subtropical wet forest in Puerto Rico: implications for tropical tree life histories. *Journal of Ecology*, 82 (4): 911-922. <http://www.jstor.org/stable/2261454> .