



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**POSGRADO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA  
ECOLOGÍA**

**EFFECTO DEL HURACÁN PATRICIA EN AVES DE LA  
REGIÓN DE CHAMELA, JALISCO**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**P R E S E N T A:**

**LAURA MARÍA VÍLCHEZ PADIAL**

**Tutor principal: Jorge Humberto Vega Rivera  
INSTITUTO DE BIOLOGIA, UNAM**

**Comité tutor: Enrique Martínez Meyer  
INSTITUTO DE BIOLOGIA, UNAM**

**Comité tutor: M<sup>a</sup> del Coro Arizmendi Arriaga  
FES-IZTACALA, UNAM**

**Tutor invitado: Montserrat Arista Palmero  
UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**MÉXICO, CD. MX MAYO, 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

Lic. Ivonne Ramirez Wence  
Directora General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Me permito informar a usted que el Subcomité por Campo de Conocimiento de Biología Experimental y Biomedicina del Posgrado en Ciencias Biológicas, en su sesión ordinaria del día 08 de mayo de 2017, aprobó el siguiente jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** de la alumna **VÍLCHEZ PADIAL LAURA MARÍA** con número de cuenta **516494474**, con la tesis titulada **"EFECTO DEL HURACÁN PATRICIA EN AVES DE LA REGIÓN DE CHAMELA, JALISCO"**, realizada bajo la dirección del **DR. JORGE HUMBERTO VEGA RIVERA**:

Presidente: DR. JUAN FRANCISCO BELTRÁN GALA  
Vocal: DR. JOSÉ ANTONIO MEJÍAS GIMENO  
Secretario: DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA  
Suplente: DR. JAVIER BALBONTIN ARENAS  
Suplente: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ MEYER

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria, Cd, Mx., a 12 de mayo de 2017

*M. del Coro Arizmendi*

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA  
COORDINADORA DEL PROGRAMA



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM y al Máster en Biología Avanzada de la Universidad de Sevilla, porque sin el convenio establecido entre estas dos instituciones este trabajo no habría sido posible.

Al programa de Máster Conjunto “Doble Titulación Internacional Maestría en Biología Avanzada”. Universidad Autónoma de México y Universidad de Sevilla por el apoyo económico y la oportunidad que brinda a los estudiantes de conocer diferentes formas de trabajo.

A mi Tutor Principal en la UNAM, el Dr. Jorge H. Vega Rivera, por dejar a mi disposición los datos utilizados en este estudio y por el gran apoyo y ayuda que me ha brindado.

A mi Tutora en la Universidad de Sevilla, Dra. Montserrat Arista Palmero, por su entrega y dedicación para que este convenio llegase a buen fin.

Gracias a mi Comité Tutor, el cual estuvo formado por la Dra. Ma. Del Coro Arizmendi y el Dr. Enrique Martínez Meyer por su ayuda y disponibilidad.

## **AGRADECIMIENTOS A TITULO PERSONAL**

Agradezco a los Drs. Jorge E. Schondube, Ian MacGregor Fors y Katherine Renton, por sus enseñanzas y su apoyo durante el Curso de Ecología de Aves que tanto me sirvió para la realización de este trabajo.

A Verónica Mendiola Islas, por la importantísima ayuda que me brindó en los muestreos.

A Carlos Moreno, Altai C., Diana I. y todos mis compañeros del Curso de Ecología de Aves por todos los consejos y fuerzas que me habéis dado todos los días durante mi estancia en México.

## **ESTRUCTURA DE LA TESIS**

Por requerimientos de los posgrados de la UNAM y de la Universidad de Sevilla, el reporte está escrito en la tercera persona del singular, sin embargo, quero resaltar la participación directa de los tres miembros del Comité Tutoral de la UNAM y de mi asesora en la Universidad de Sevilla. Su participación será reconocida en su papel de coautores en el caso de la publicación de este trabajo.

## ÍNDICE

|   |            |
|---|------------|
| <b>ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....</b>  | <b>2</b>   |
| <b>RESUMEN/ ABSTRACT.....</b>   | <b>4-5</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>6</b>   |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>  | <b>9</b>   |
| Área de estudio.....  | 9          |
| Obtención de datos.....   | 12         |
| Análisis estadístico.....   | 13         |
| ▪ Sobrevivencia mediante la discriminación entre el porcentaje de recapturas pre- y post-huracán.....   | 13         |
| ▪ Diferencias en la comunidad de aves pre- y post-huracán.....  | 14         |
| ▪ Comparación de la capturabilidad de especies de aves del sotobosque en el año pre- y post-huracán en función del estrato que utilizan y en función del gremio alimenticio en el que se clasifican (Arizmendi <i>et al.</i> , 1990)..... | 15         |
| ▪ Comparación de la condición física de una especie de ave granívora y de otra insectívora, abundantes en la Estación Biológica de Chamela, antes y después del paso del huracán.....   | 15         |
| <b>RESULTADOS.....</b>  | <b>16</b>  |
| Sobrevivencia.....  | 16         |
| Diferencias en la comunidad de aves pre- y post-huracán .....   | 18         |
| Comparación de la capturabilidad de especies residentes de aves del sotobosque en el año pre- y post-huracán en función del estrato que utilizan y en función del gremio alimenticio al que pertenecen. ....                              | 21         |
| Comparación de la condición física de un ave granívora y otra insectívora de gran abundancia en la Estación Biológica de Chamela, antes y después del paso del huracán .....  | 22         |
| <b>DISCUSIÓN.....</b>   | <b>23</b>  |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>26</b>  |

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

- Tabla 1.** Tabla 1. Porcentajes de recaptura total en red de niebla obtenidos para cada día muestreado en junio y julio de 2014; mayo, junio y julio de 2015; mayo de 2016.....16
- Figura 1.** Efectos del Huracán Patricia en la Reserva de la Biosfera Chamela- Cuixmala, 23 octubre 2015. ....8
- Figura 2.** Ubicación de la Estación de Biología Chamela, en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México.....10
- Figura 3.** Bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia de la Estación de Biología Chamela durante la estación seca y en la estación lluviosa (Foto de Manfred Miners).....11
- Figura 4.** Porcentaje de supervivencia al huracán Patricia de cada especie recapturada en alguno de los años con respecto al total de individuos capturados: CYAPAR: *Cyanocompsa parcellina*, UROLEC: *Uropsila leucogastra*, THRFE: *Thriotorus felix*, ARRRUF: *Arremonops rufivirgatus*, MYNU: *Myarcus nuttingi*, PASLEC: *Passerina leclancherii*, DEFLA: *Deltarhynchus flammulatus*, GRAVEN: *Granatellus vetustus*, THRSIN: *Thriotorus Sinaloa*, PHCH: *Pheucticus chrysopeplus*, ICTPUS: *Icterus pustulatus*, XYPFLA: *Xiphorhynchus flavigaster*, RHROS: *Rhodinocichla rosea*.....17
- Figura 5.** Representación gráfica de la comparación del porcentaje de recaptura con respecto al total y con respecto a su propia especie. Eje Y los porcentajes de recaptura (%); Eje X las especies: CYAPAR: *Cyanocompsa parcellina*, UROLEC: *Uropsila leucogastra*, THRFEL: *Thriotorus felix*, ARRRUF: *Arremonops rufivirgatus*, MYNU: *Myarcus nuttingi*, PASLEC: *Passerina leclancherii*, DEFLA: *Deltarhynchus flammulatus*, GRAVEN: *Granatellus vetustus*, THRSIN: *Thriotorus Sinaloa*, PHCH: *Pheucticus chrysopeplus*.....18
- Figura 6.** Número de individuos capturados de cada especie por 100 h red como unidad de esfuerzo; a) para el año 2015; b) para el año 2016. CYPA: *Cyanocompsa parcellina*, THRFEL: *Thriotorus felix*, UROLEC: *Uropsila leucogastra*, GRAVEN: *Granatellus vetustus*, PASLEC: *Passerina leclancherii*, ARRRUF: *Arremonops rufivirgatus*, MYINUT: *Myarcus nuttingi*,

THRSIN: *Thriotorus Sinaloa*, DELFLA: *Deltarhynchus flammulatus*, LEPVER: *Leptotila verreauxi*, CAMIMB: *Camptostoma imberbe*, ICTPUS: *Icterus pustulatus*, ICTVIR: *Icteria virens*, SALCOE: *Saltator coerulescens*, TROCIT: *Trogon citreolus*, XIPFLA: *Xiphorhynchus flavigaster*, AMAVIO: *Amazilia violiceps*, EMPOCC: *Empidonax occidentalis*, PHECHER: *Pheucticus chrysopleus*, MOLATE: *Molothrus ater* AMCO: *Amaurospiza concolor*, POLNIG: *Polioptila nigriceps*, SEIAUR: *Seiurus aurocapilla*, TURRUP: *Turdus rufopaliatus*, VIRFLV: *Vireo flavoviridis*, MYIVIR: *Myiopagis viridicata*, PARPIT: *Parula pitaiyumi*.....19

**Figura 7.** Gráfica de rangos que relaciona la estructura de la comunidad de aves en función del número de individuos capturados por unidad de esfuerzo (100 h red). La línea de color rojo representa el año 2015 y la azul el año 2016. ....20

**Figura 8.** Gráfica que compara la capturabilidad de las especies de aves residentes en la EBCh el 2015 (en rojo) y el 2016 (en azul) agrupadas según: a) el estrato que utilizan generalmente y b) el gremio alimenticio en el que se las clasifica. Eje Y, representa el número de individuos capturados por unidad de esfuerzo (100h red). Eje X en a) representa los distintos estratos por los que suelen moverse las especies de sotobosque, siendo S: Suelo, SI: Sotobosque Inferior, SM: Sotobosque Medio, SS: Sotobosque Superior. Eje X en b) representa los gremios en que se clasifican las aves capturadas. Siendo I: Insectívoras, G: Granívoras, O: Omnívoras y F: Frugívoras.....21

**Figura 9.** Relación entre el peso (gr) y el tamaño de tarso (mm) de los individuos muestreados en 2015 y comparada con la relación que tuvieron los individuos muestreados en 2016. a) *Cyanocompsa parellina*, b) *Uropsila leucogastra*.....23

## RESUMEN

En este reporte se evalúan los efectos a corto plazo del huracán Patricia acontecido el 23 de Octubre de 2015 sobre la comunidad de aves del bosque tropical caducifolio en la Estación Biológica de Chamela, Jalisco. La supervivencia general de las especies fue alta, pero a consecuencia de los efectos directos e indirectos del huracán, se produjo una variación en la composición y estructura de la comunidad de aves de sotobosque. Aparecieron especies nuevas como *Molothrus Ater*, síntoma de degradación y reemplazo de especies propias de ambientes poco perturbados. El muestreo post-huracán (mayo de 2016) demostró mayor riqueza, diversidad y capturabilidad que los realizados el año pre-huracán debido al cambio de estructura que el bosque sufrió. Las aves que normalmente vuelan en estratos más altos del sotobosque mostraron un aumento de capturabilidad. Las aves agrupadas por gremios alimenticios no presentaron cambios significativos. A través del análisis de recapturas y del estudio de la condición corporal de dos aves modelo: *Cyanocompsa parcellina* y *Uropsila Leucogastra* se concretó que la granívora *C. parcellina* a pesar de su ascenso en capturabilidad presenta un significativo descenso en su condición corporal así como *U. leucogastra* (insectívora) que sin embargo mantuvo su capturabilidad y supervivencia.

## ABSTRACT

The present report evaluates the short-term effects produced by the Patricia Hurricane in 23 October 2015 over the bird community of the tropical-dry forest at the Biological Station of Chamela, Jalisco. The survival of the species was high in general, but as a consequence of both, direct and indirect effects of the hurricane, there was a variation in the composition and structure of the understory bird community. New species have appeared as *Molothrus Ater*, symptom of the degradation and replacement of new species of low disturbed environments. Post-hurricane sampling (May 2016) have showed greater richness, diversity and catchability than the pre-hurricane year related to the change in the structure of the forest. Birds flying in higher strata of the undergrowth have showed an increase in catchability. In other hand, birds according food guilds have showed no significant changes. Through the analysis of recaptures and the study of the body condition in two birds model: *Cyanocompsa parellina* and *Uropsila Leucogastra*, we have concluded that the granivorous *C. parellina* despite its rise in catchability shows a significantly decrease in its body condition as well as *U. Leucogastra* (insectivorous), however *U. Leucogastra* maintains its catchability and survival rate.

## INTRODUCCIÓN

Es conocido que la naturaleza es capaz de responder ante cambios graduales en el ambiente. Sin embargo; ¿Qué sucede cuando el cambio es muy brusco? Según estudios realizados en diferentes tipos de hábitats, la naturaleza tiene una capacidad de resiliencia (capacidad de recuperación) considerable cuando se trata de cambios graduales, no obstante, esta capacidad puede verse mermada por un cambio drástico. Cuando esto sucede, lo más probable es que la biota del lugar afectado tome rumbo hacia un estado alternativo (Scheffer *et al.*, 2001).

Las comunidades de aves, al igual que muchos otros vertebrados, se ven afectadas por las nuevas condiciones que los huracanes generan a su paso en el ambiente. Estas condiciones pueden llegar a ser drásticas como sequías, fuegos, tormentas, cambios en la vegetación, etc. (Brown *et al.*, 2011). En el caso del bosque tropical caducifolio de la Estación Biológica de Chamela, Jalisco, México (EBCh), donde se desarrolló este estudio, la vegetación se ha visto modificada por dos grandes huracanes: Jova y Patricia. Jova impactó en la Reserva Biológica de Chamela-Cuixmala (RBCCx) el 11 de Octubre de 2011. De categoría dos, con vientos de entre 150 y 180 km/h, dejó abundantes precipitaciones de aproximadamente 223 mm (Flores & Vega, 2014). Patricia tocó tierra en la reserva el 23 de Octubre de 2015. De categoría cuatro, con vientos de 270 km/h y precipitaciones menos abundantes que Jova (150 mm) (González, 2016). El Patricia provocó la pérdida completa o casi completa del dosel del bosque, la densificación del sotobosque como consecuencia de las ramas caídas, la acumulación de materia orgánica muerta, así como cambios en el ciclo de defoliación y brote de hojas (Obs. Pers.).

Para las aves, existen tanto efectos directos como indirectos; los primeros son el aumento de la mortalidad y un desplazamiento geográfico de los individuos arrastrados por los vientos y los segundos la pérdida de fuente de alimento, lugares de anidamiento y refugios contra depredadores (Wiley y Wunderle, 1993). Por otro lado, no a todas las aves les afecta del mismo modo la perturbación del hábitat. Algunas aves se pueden ver favorecidas por los efectos del huracán dentro de la comunidad (Brown *et al.*, 2011).

La importancia de este trabajo radica en que existían registros ornitológicos previos

que permitirían conocer las repercusiones del huracán Patricia a corto, medio o largo plazo sobre la comunidad de aves. Además, se trata de un evento súbito en que un área prístina pasó a ser en menos de 12 h un área perturbada por una catástrofe natural. El objetivo de este estudio es evaluar los efectos a corto plazo del huracán Patricia sobre la comunidad de aves en la EBCh, que forma parte de la RBCCx. Para ello, se evaluó la variación de la composición de la comunidad de aves de sotobosque y presencia de las diferentes especies, antes y después del paso del huracán. También, se evaluó el efecto en la calidad del hábitat, a través, del análisis de recapturas y del estudio de la condición corporal de dos aves modelo: *Cyanocompsa parcellina* y *Uropsila leucogastra*. Se escogieron estas dos especies porque ambas son residentes, de sotobosque, con un tamaño de muestra grande, tanto antes como después del paso de Patricia y porque presentan una dieta contraste que las clasifica a cada una en un gremio alimenticio diferente. *C. parcellina* es granívora y *U. leucogastra* es insectívora. (Arizmendi *et al.*, 1990).

Tras el paso del huracán Patricia la vegetación se caracterizó por presentar la mayoría de los árboles rotos o derribados. Por tanto, fueron pocos los árboles que sobrepasaban los 5 m de altura en el bosque tropical caducifolio o selva baja de Chamela (Obs. Pers.). En las zonas parcheadas con selva mediana hubo un derribo de árboles algo menor, pero perdieron una cantidad importante de ramas y temporalmente todas las hojas (Figura 1).



**Figura 1.** Efectos del Huracán Patricia en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, 23 octubre 2015.

Se espera que la desaparición parcial de dosel y el aumento de la densidad del sotobosque afectaran a la composición, diversidad, capturabilidad (*i.e.*, abundancia) y supervivencia de la comunidad de aves terrestres de la reserva. Por tanto, se prevé encontrar **(1)** diferencias en la riqueza, capturabilidad y diversidad en la comunidad de aves al comparar los datos de dos años previos al paso del huracán Patricia con los datos obtenidos al año siguiente; **(2)** encontrar especies nuevas en los registros y una mayor capturabilidad de especies asociados a hábitats alterados en la muestra y **(3)** capturas similares de aquellas especies propias del sotobosque (relativamente pequeñas, con alas cortas y redondeadas), con respecto a especies asociadas más frecuentemente al uso del dosel (alas más largas y puntiagudas); y **(4)** elucidar diferencias en capturabilidad de especies pertenecientes a los diferentes gremios alimenticios, capturando un número variable de especímenes pertenecientes a los diferentes gremios según el número de individuos del año anterior a Patricia (2015). El nivel de capturabilidad se espera que siga el siguiente orden de mayor a

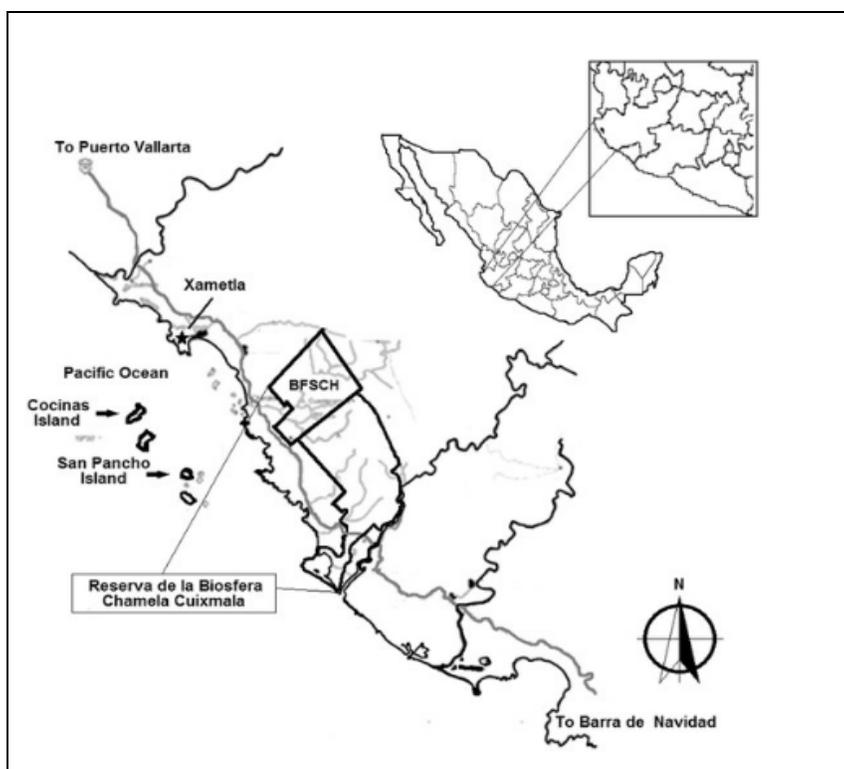
menor: omnívoras, insectívoras, granívoras, y en último lugar, frugívoras y nectarívoras. Por otra parte, **(5)** se espera un aumento de la condición corporal de las especies modelo (*i.e.*, *C. parcellina* y de *U. leucogastra*), el aumento de forrajeo como actividad para mantener la forma física en un entorno cambiante se ve apoyado por un aumento de peso o grasa (Johnson & Winker, 2010).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en la EBCh de la UNAM que forma parte de la Zona núcleo 1 de RBCCx, que abarcan un territorio de 3.200 y 13.142 ha respectivamente. La RBCCx está cubierta principalmente de bosque tropical caducifolio. Se localiza en la Región de Chamela, el estado de Jalisco, México (19°22'-19°35'N, 104°56'- 105°03'O), a 2 km al oeste de la costa del Pacífico y 6 km al sureste de la Bahía de Chamela, entre Puerto Vallarta Jalisco y Manzanillo, Colima (Figura 2). En el interior de la reserva no existe ningún asentamiento humano, por lo que la vegetación está muy poco alterada antrópicamente; no obstante, la reserva está expuesta a fenómenos naturales como tormentas tropicales y huracanes. En los últimos cinco años, el huracán Jova en 2011 y el huracán Patricia en 2015, han provocado graves daños a la vegetación de la reserva, modificando la estructura y composición original de la misma.

La topografía de la EBCh presenta lomeríos bajos y pequeñas cañadas que confluyen en arroyos. La mayor parte del terreno no sobrepasa los 150 m de altitud sobre el nivel del mar, pero el rango va de 10 a 580 m. Las corrientes de agua que discurren por la zona no son permanentes. Los suelos son arenosos y de profundidad muy variable, con pH cercano a 7. En los lomeríos es poca la materia orgánica y el fósforo disponible es escaso (Bullock, 1988).



**Figura 2.** Ubicación de la Estación de Biología Chamela, en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México.

El clima de Chamela es tropical, cálido sub-húmedo, con una marcada estacionalidad. La sequía se presenta de noviembre a junio, algunas veces interrumpida por lluvias ligeras a fuertes en diciembre o enero. La temporada de lluvias dura alrededor de cuatro meses, de julio a octubre, siendo la media anual de precipitaciones unos 787 mm (1977-2000); (García-Oliva *et al.*, 2002). Sin embargo, en los últimos cinco años previos al huracán Patricia (2010-2015) el promedio subió a 820 mm, siendo el 2015 el año con más lluvia registrado (1.500 mm). La humedad relativa de la atmósfera se mantiene por encima del 65% durante todo el año. De enero a abril son los meses menos húmedos, seguidos por un aumento (80%) entre mayo y junio, alcanzando la máxima (90%) entre agosto y septiembre. La temperatura promedio anual es de 25°C; la temperatura máxima es de aproximadamente 30°C y la mínima de 19° C (1978-2000) (García-Oliva *et al.*, 2002).



**Figura 3.** Bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia de la Estación de Biología Chamela durante la estación seca y en la estación lluviosa (Foto de Manfred Miners).

La vegetación dominante de la región es el bosque tropical caducifolio, también conocida como selva baja caducifolia o bosque tropical seco estacional (Figura 3). Antes del paso del huracán, esta vegetación alcanzaba una altura de entre 10 y 15 m. Está caracterizada por la pérdida de hojas durante la temporada seca (Bullock & Magallanes, 1990). Entre las especies de árboles más abundantes se encuentran *Lonchocarpus lanceolatus*, *Caesalpinia eriostachys*, *Croton pseudoniveus*, *Randia thurberi* y *Cordia alliodora*. Los arroyos sostienen una selva más alta y sub-perennifolia denominada selva de arroyo (Lott *et al.*, 1987). Esta presenta abundantes epífitas (*Tillandsia* spp.) y comúnmente líquenes que cubren los troncos de los árboles. Este tipo de bosque permanece con hojas durante la mayor parte del año. Los árboles tienen una altura de entre 15 y 25 m, siendo las especies más comunes: *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera arborea*, *Couepia poliandra*, *Cynometria oaxacana*, *Ficus insipida*, *Siadodendrium excelsum*, *Sideroxylon capiri*, *Tabebuia donell-smithii* y *Vitex hemsleyi* (Lott 1993).

Dentro de la Reserva se han registrado 269 especies de aves, pertenecientes a 56 familias diferentes. De estas, 173 especies son de hábitos terrestres y 96 afines o asociadas

a cuerpos de agua; El 53% de las especies son residentes permanentes y el 47% visitantes en algún periodo del año. Se conoce que 24 especies son endémicas de México, y 20 de ellas asociadas concretamente al bosque tropical caducifolio del pacífico. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana del 2010, en la Reserva se han identificado 1 especie en peligro de extinción, 8 amenazadas y 19 sujetas a protección especial (Arizmendi *et al.*, 1990; Howell & Webb, 1995; SEMARNAT, 2010).

### **Obtención de datos**

El presente estudio se basa en datos que fueron recopilados mediante varios muestreos previos y posteriores al paso del huracán Patricia. Durante más de 10 años el Dr. Jorge H. Vega Rivera y su equipo han monitoreado las aves del sotobosque en la Estación mediante redes de niebla de 12 m de largo, 2.5 m de alto y malla de 35 mm, extendidas desde el suelo. Inicialmente las redes estaban colocadas equidistantes (entre 80 y 100 m de separación) en los senderos “Chachalacas” y “Tejón”, pero la caída de árboles impidió colocarlas exactamente en los mismos lugares, de forma que en el muestreo realizado en 2016 ocuparon en “Chachalacas” 500 m en total y 800 m en “Tejón”. Estos dos senderos que se encuentran aproximadamente a 200 m de distancia son representativos del bosque tropical caducifolio de la región de Chamela. “Chachalacas” se encuentra en una zona muy seca y afectada por el huracán y “Tejón” atraviesa varias microcuencas donde se han observado árboles y arbustos de arroyo con el 10-30 % de sus hojas. Los senderos tienen un ancho de 1.0-1.5 m, de forma que no hay un efecto de borde. Cada año se ha tratado de aplicar el mismo esfuerzo de muestreo, sin embargo no ha sido del todo posible, por eso se ha requerido estandarizar los datos obtenidos a una misma unidad de esfuerzo (100 h red). Cada uno de senderos es muestreado generalmente en cuatro sesiones de tres días, durante cinco horas (h) al día que generalmente comienzan a las 07:00 h de la mañana (cuando comienza el mayor pico de actividad de las aves). De tal forma que óptimamente en cada uno de los dos sitios de muestreo se aplica un esfuerzo equivalente (10 redes por 5 h por X días por 2 sitios).

Durante el monitoreo de 2016, las aves fueron capturadas con redes de niebla durante

9 días en la primera quincena de mayo, llegándose a realizar un esfuerzo total de 450 h por red que luego fue estandarizado a 100 h red (1 h equivale a una red abierta durante una hora). Para hacer la comparación requerida en el estudio, se usaron los datos recabados en junio y julio de 2014, así como mayo, junio y julio de 2015.

A cada ave capturada se le tomaron las siguientes medidas y valoraciones: fecha, hora y lugar de la captura, número de anilla, si era un individuo capturado por primera vez o en cambio era un individuo recapturado, especie a la que pertenece, edad del individuo (estimada por plumaje y grado de osificación del cráneo) y el sexo mediante la observación del plumaje en especies dimórficas y estado reproductivo en especies monomórficas (aumento de la protuberancia cloacal en los machos y un parche de incubación en las hembras). También, se valoró el estado del plumaje (desgaste y presencia de muda) además del grado de grasa que podían presentar (Pyle *et al.*, 1997). Las medidas de tarso y culmen se tomaron con un vernier digital (0.1 mm) y las de cola y cuerda con una regla metálica (1.0 mm). Se tomaron fotografías de las aves con el ala izquierda abierta de frente y de espaldas para corregir posibles errores en la valoración e identificación de las mismas. Por último, antes de la liberación, fueron pesadas con una balanza digital (0.1 g).

### **Análisis estadístico**

#### **Sobrevivencia mediante la discriminación entre el porcentaje de recapturas pre- y post-huracán:**

Para estudiar la sobrevivencia de las aves al huracán Patricia, se tomaron en cuenta sólo individuos anillados. Hubo aves que por falta de anillas grandes, fueron marcadas con un corte en alguna de las plumas rectrices para saber si se estaban recapturando en la misma temporada. Estos datos no fueron usados para evaluar recapturas anuales. También fueron excluidos del análisis los individuos de primer año de los datos del 2014 y 2015, para no sobreestimar el número de nuevas capturas en los meses de junio y julio. Una vez realizados los ajustes mencionados, se calculó el porcentaje de recaptura diaria en junio y julio de 2014, así como de mayo, junio y julio de 2015 y de mayo de 2016 (post- huracán)

mediante el cociente de individuos recapturados con respecto al total diario, multiplicado por 100 (Tabla1). Por no presentar los datos una distribución normal, se realizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis con corrección de Bonferroni (PAST versión 2.17c). Con el fin de evaluar la sobrevivencia por individuos y especie, se realizó un análisis de las recapturas de las aves que fueron anilladas antes del paso del Patricia. Para ello se tomó el número de recapturas, se dividió entre el total de individuos de todas las especies capturadas y se multiplicó por 100 (Figura 4). Del mismo modo se realizó el análisis de sobrevivencia con respecto al total de capturas de individuos de su propia especie (Figura 5).

### **Diferencias en la comunidad de aves pre- y post-huracán:**

Se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos en 2015 (antes del huracán) y 2016 (después del huracán) con el fin de conocer diferencias en diversidad y capturabilidad. Para estos análisis no se excluyeron las aves sin anilla ni las migratorias (datos a tomar con precaución), pero sí las de primer año y las recapturadas durante el mismo periodo del muestreo. El análisis para determinar la capturabilidad consistió en primer lugar en la realización de un gráfico Excel en el que se observaba el número de individuos capturado de cada especie en 100 h red para poder determinar si alguna especie se había visto más afectada o favorecida que otra (Figura 6). En segundo lugar, se analizó la estructura de la comunidad de aves con una gráfica de rangos en la que se asociaba un número (rango) a cada especie muestreada dentro del mismo año. Los rangos enumeraban las especies del 1 en adelante en función del número de individuos por unidad de esfuerzo que cayeron en las redes de cada especie (Figura 7). Luego, para comparar las gráficas obtenidas de cada año y conocer si las estructuras poblacionales diferían significativamente o no, se realizó una ANCOVA de una vía (Past versión 2.17c).

La diversidad existente en la comunidad de aves de sotobosque capturables, se calculó mediante el “Índice de diversidad de Shannon” (Edwards *et al.*, 1981) para el año anterior al huracán y el año posterior.

**Comparación de la capturabilidad de especies de aves del sotobosque en el año pre- y post-huracán en función del estrato que utilizan y en función del gremio alimenticio en el que se clasifican (Arizmendi *et al.*, 1990):**

Con el fin de comprobar si el ámbito de vida de las aves capturables de la EBCh repercutía sobre el efecto del huracán Patricia en la población, se buscaron diferencias entre los datos de las aves capturadas (número de individuos por 100 h red) antes y después del paso del huracán agrupándose según el tipo de estrato que suelen usar. Fueron clasificadas en aves de suelo (S), de sotobosque inferior (SI), de sotobosque medio (SM) y de sotobosque superior (SS). Se tuvieron en cuenta solo individuos residentes que no fuesen de primer año ni recapturas del mismo periodo de muestreo. Se graficó y se realizó una prueba de normalidad. Al comprobar que los datos no se distribuían normalmente, se hizo un análisis mediante una prueba H de Kruskal-Wallis con corrección de Bonferroni (PAST versión 2.17c). Del mismo modo realizó el análisis de los datos agrupando las aves según el gremio alimenticio al que pertenecen (Arizmendi *et al.*, 1990). Pudiendo ser omnívoras (O), insectívoras (I), granívoras (G), frugívoras (F). Las nectarívoras no fueron incluidas en el estudio porque la malla de las redes no era apropiada para la captura de colibríes. Sólo fueron capturados de este gremio algunas en el muestreo realizado en 2016 (*Amazilia violiceps*) y eran migratorias altitudinales (Arizmendi *et al.*, 1990).

**Comparación de la condición física de una especie de ave granívora y de otra insectívora, abundantes en la Estación Biológica de Chamela, antes y después del paso del huracán:**

Para medir la condición corporal de los individuos se utilizó la relación entre tarso y peso debido a que el tarso es una medida fiable que da una idea del tamaño general del cuerpo. Por otro lado el peso puede ser indicador de abundancia de recursos en el hábitat y de la buena condición física de las aves. Para esta comparación, se utilizaron los datos tomados de las especies *Cyanocompsa parellina* (granívora) y *Uropsila leucogastra* (insectívora). Las dos especies fueron elegidas por ser abundantes tanto en 2015 como en

2016 de manera que el tamaño de muestra no sesgara el estudio. Para detectar cambios en la condición física de las aves se realizó una ANCOVA (programa JMP) que comparó la relación entre el tamaño de tarso de los individuos con su peso antes y después del huracán.

## RESULTADOS

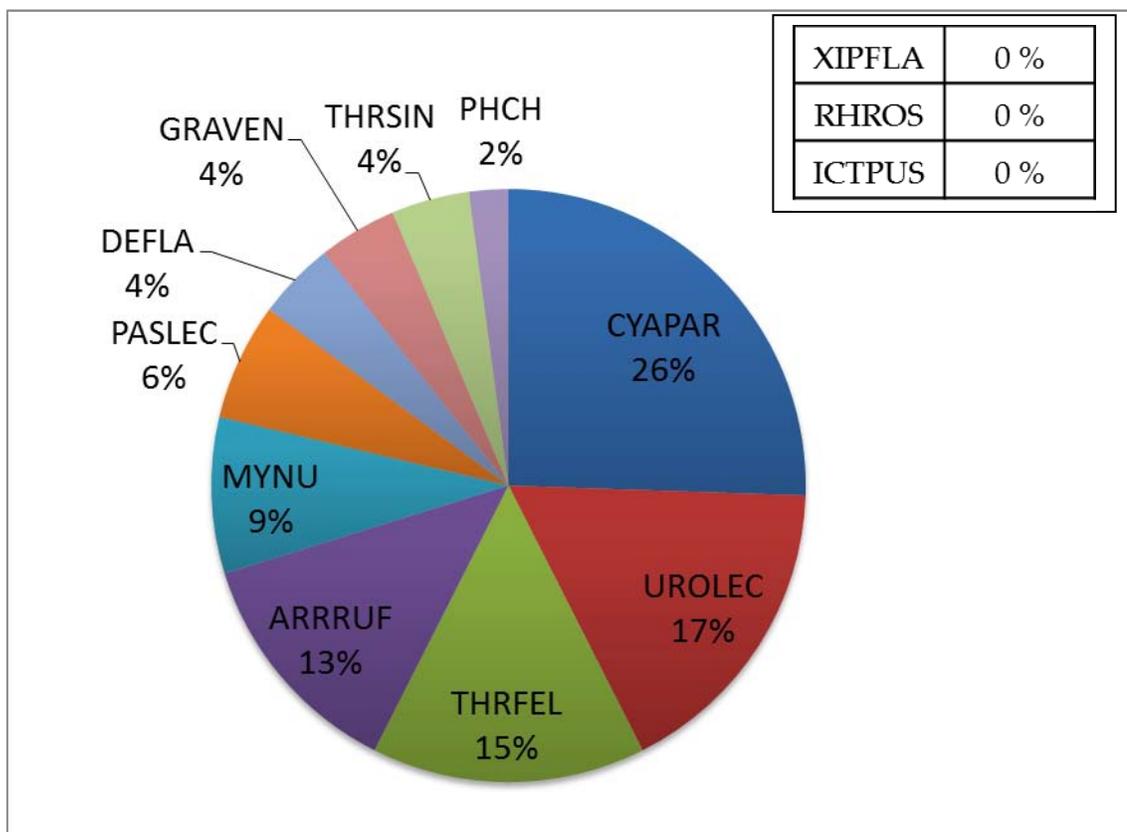
### Sobrevivencia:

Los porcentajes de recaptura obtenidos a partir de los datos de cada día de muestreo de cada mes de los años 2014, 2015 y 2016 (Tabla 1), no presentaron diferencias significativas en la prueba H de Kruskal-Wallis ( $H= 6.85$ ;  $P =0.23$ ).

| Día | %Recapt<br>. jun-14 | %Recapt<br>. jul-14 | %Recapt<br>. may-<br>15 | %Recapt<br>. jun-15 | %Recapt<br>. jul-15 | %Recapt<br>. may-<br>16 |
|-----|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 1   | 46.15               | 50.00               | 50.00                   | 63.64               | 57.14               | 47.62                   |
| 2   | 16.67               | 35.29               | 29.41                   | 30.77               | 50.00               | 0.00                    |
| 3   | 9.09                | 42.86               |                         | 58.33               | 26.67               | 41.67                   |
| 4   | 22.73               | 38.46               |                         | 35.71               | 53.33               | 22.73                   |
| 5   |                     |                     |                         |                     | 70.59               | 14.81                   |
| 6   |                     |                     |                         |                     | 16.67               | 36.36                   |
| 7   |                     |                     |                         |                     | 28.57               | 21.74                   |
| 8   |                     |                     |                         |                     | 33.33               | 33.33                   |
| 9   |                     |                     |                         |                     | 28.57               | 33.33                   |
| 10  |                     |                     |                         |                     | 36.36               |                         |
| 11  |                     |                     |                         |                     | 0.00                |                         |
| 12  |                     |                     |                         |                     | 0.00                |                         |

**Tabla 1.** Porcentajes de recaptura total en red de niebla obtenidos para cada día muestreado en junio y julio de 2014; mayo, junio y julio de 2015; mayo de 2016.

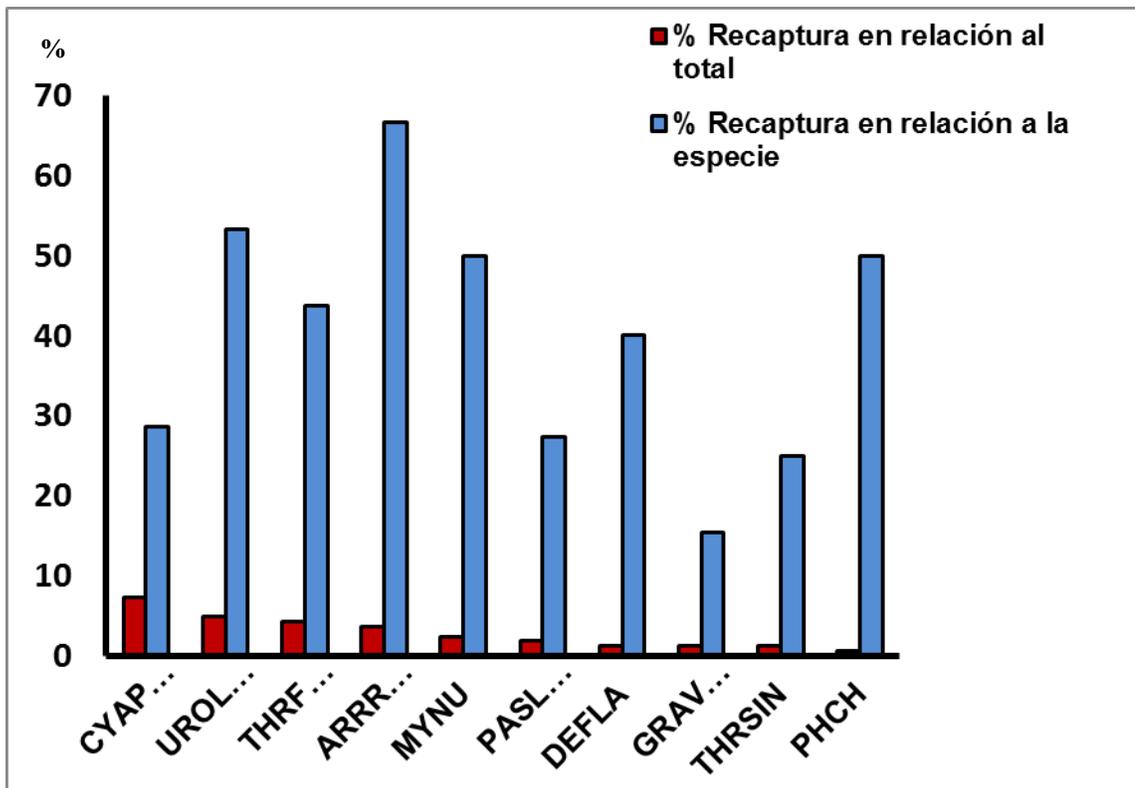
La sobrevivencia de las especies con respecto al total de individuos capturados mostró que *C. parellina* tuvo un mayor porcentaje de recapturas, seguido por *U. leucogastra*, *Thriotorus felix* y *Arremonops rufivirgatus*. Por otro lado, para *Icterus pustulatus*, *Xiphorhynchus flavigaster* y *Rhodinocichla rosea* se obtuvo un 0 % de recapturas (Figura 4).



**Figura 4.** Porcentaje de supervivencia al huracán Patricia de cada especie recapturada en alguno de los años con respecto al total de individuos capturados: CYAPAR: *Cyanocompsa parcellina*, UROLEC: *Uropsila leucogastra*, THRFEL: *Thriotorus felix*, ARRRUF: *Arremonops rufivirgatus*, MYNU: *Myarcus nuttingi*, PASLEC: *Passerina leclancherii*, DEFLA: *Deltarhynchus flammulatus*, GRAVEN: *Granatellus vetustus*, THRSIN: *Thriotorus Sinaloa*, PHCH: *Pheucticus chrysopeplus*, ICTPUS: *Icterus pustulatus*, XYPFLA: *Xiphorhynchus flavigaster*, RHROS: *Rhodinocichla rosea*.

Los resultados del análisis de supervivencia realizado con el porcentaje de recapturas de los individuos con respecto a su especie fueron muy diferentes que el análisis con respecto al total de especies muestreadas (Figura 5). En este caso, los porcentajes fueron mucho mayores debido a que se comparaban con un número menor de individuos (el total de capturas de su propia especie). La especie que se vio más favorecida según este análisis fue *A. rufivirgatus*, seguida de *U. leucogastra*, *Myarcus nuttingi* y *Pheucticus chrysopeplus*. Las especies que presentaron menor porcentaje de recaptura fueron *Granatellus vetustus*, *Thriotorus sinaloa* y *Passerina leclancherii*. En este análisis *C. Parellina* reveló un

porcentaje de recaptura menor que seis de las 10 especies analizadas.

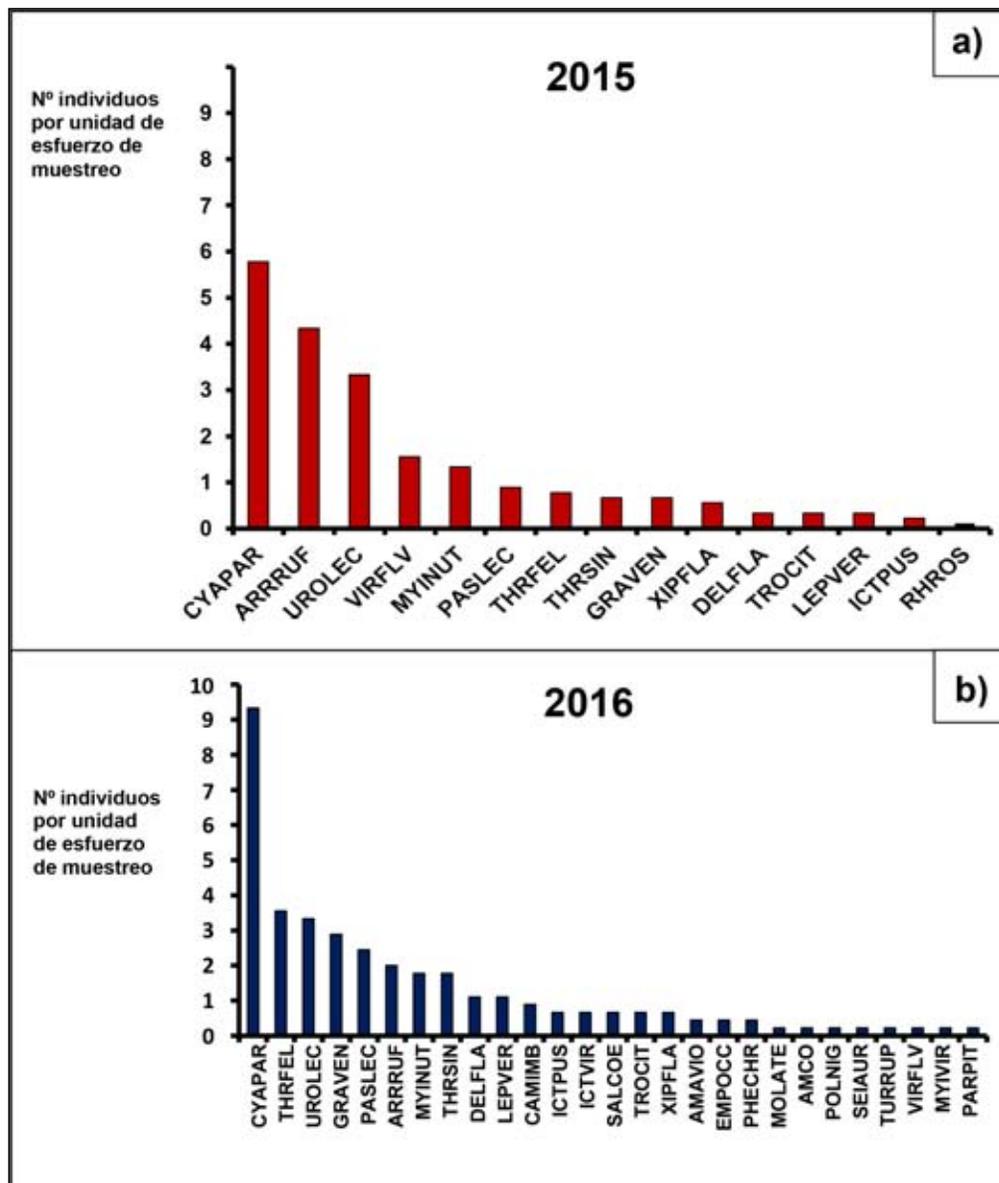


**Figura 5.** Representación gráfica de la comparación del porcentaje de recaptura con respecto al total y con respecto a su propia especie. Eje Y los porcentajes de recaptura (%); Eje X las especies: CYAPAR: *Cyanocompsa parcellina*, UROLEC: *Uropsila leucogastra*, THRFEL: *Thriotorus felix*, ARRRUF: *Arremonops rufivirgatus*, MYNU: *Myarcus nuttingi*, PASLEC: *Passerina leclancherii*, DEFLA: *Deltarhynchus flammulatus*, GRAVEN: *Granatellus vetustus*, THRSIN: *Thriotorus Sinaloa*, PHCH: *Pheucticus chrysopheplus*.

### Diferencias en la comunidad de aves pre- y post-huracán:

En los análisis realizados para comprobar si había diferencias entre la comunidad de aves anterior al paso del huracán Patricia y la comunidad del año posterior, se obtuvieron los siguientes resultados: en 2015 fueron capturadas 15 especies de aves diferentes (Figura 6A). El número de capturas de *C. parcellina* destacó, seguido de *A. rufivirgatus* y *U. leucogastra*. En el año 2016, el número de especies capturadas aumentó hasta 27 (Figura 6B). También ese año *C. parcellina* fue la especie más capturada y se observó un notable aumento de individuos

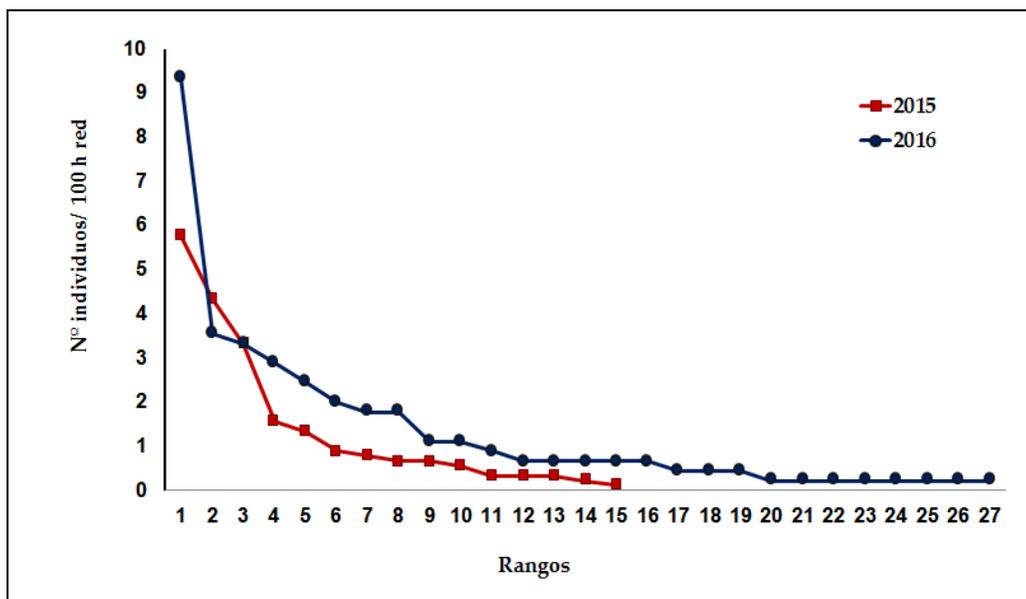
capturados por unidad de esfuerzo. La siguiente especie que más cayó en red fue *T. felix*, seguido de *U. leucogastra*.



**Figura 6.** Número de individuos capturados de cada especie por 100 h red como unidad de esfuerzo; a) para el año 2015; b) para el año 2016. CYPA: *Cyanocompsa parellina*, THRFEL: *Thriotorus felix*, UROLEC: *Uropsila leucogastra*, GRAVEN: *Granatellus vetustus*, PASLEC: *Passerina leclancherii*, ARRRUF: *Arremonops rufivirgatus*, MYINUT: *Myarcus nuttingi*, THRSIN: *Thriotorus Sinaloa*, DELFLA: *Deltarhynchus flammulatus*, LEPVER: *Leptotila verreauxi*, CAMIMB: *Camptostoma imberbe*, ICTPUS: *Icterus pustulatus*, ICTVIR: *Icteria virens*, SALCOE: *Saltator coerulescens*, TROCIT: *Trogon citreolus*, XIPFLA: *Xiphorhynchus flavigaster*, AMAVIO: *Amazilia violiceps*, EMPOCC: *Empidonax occidentalis*, PHECHER: *Pheucticus chrysopleplus*,

MOLATE: *Molothrus ater* AMCO: *Amaurospiza concolor*, POLNIG: *Poliophtila nigriceps*, SEIAUR: *Seiurus aurocapilla*, TURRUP: *Turdus rufopaliatus*, VIRFLV: *Vireo flavoviridis*, MYIVIR: *Myiopagis viridicata*, PARPIT: *Parula pitiayumi*.

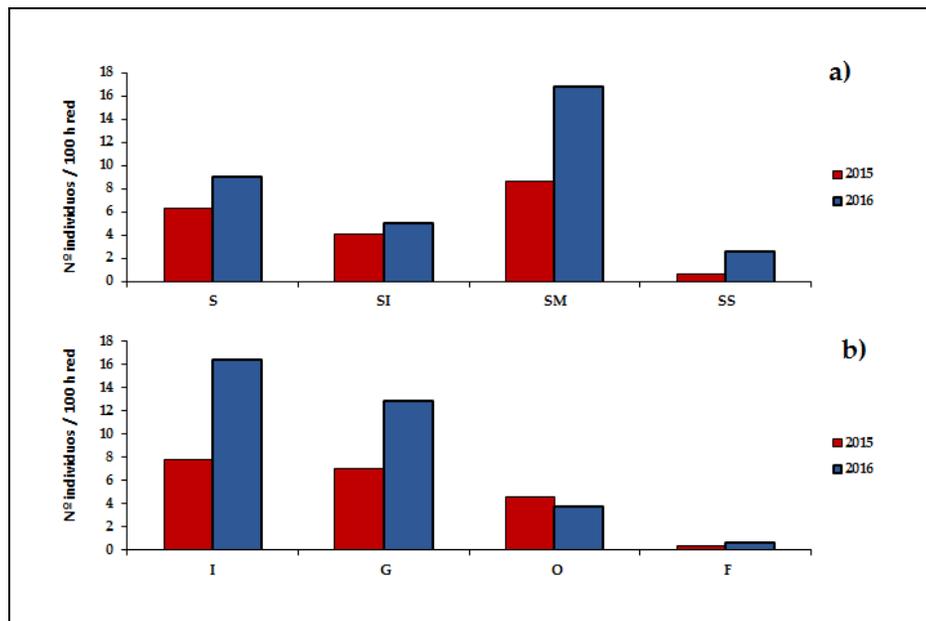
En el análisis estructural de la comunidad comparando el año 2015 con 2016, pudo observarse que los rangos que componen la comunidad no son muy diferentes, pero si se observa que el rango 1 es mayor en 2016 y que existe mayor homogeneidad en cuanto a capturabilidad entre el resto de especies. En 2015 la población demostró ser más estructurada, presentando unos rangos que disminuyen de forma progresiva (Figura 7). La ANCOVA que compara esta variación entre 2015 y 2016 mostró que hay diferencias importantes entre la estructura pre- y post- huracán de la comunidad de aves en el bosque de la EBCh ( $F=6.23$ ;  $P=0.017$ ). La diversidad indicada por el Índice de Shannon en 2015 fue de 3.095 y en 2016 de 3.895.



**Figura 7.** Gráfica de rangos que relaciona la estructura de la comunidad de aves en función del número de individuos capturados por unidad de esfuerzo (100 h red). La línea de color rojo representa el año 2015 y la azul el año 2016.

**Comparación de la capturabilidad de especies residentes de aves del sotobosque en el año pre- y post-huracán en función del estrato que utilizan y en función del gremio alimenticio al que pertenecen:**

Los resultados revelaron que las especies de sotobosque superior (SS) tienden a un aumento de su capturabilidad tras el huracán, seguidas por las de sotobosque medio (SM). Las especies de sotobosque inferior (SI) y suelo (S) mostraron una menor tendencia a aumentar su capturabilidad (Figura 8A). La prueba H de Kruskal-Wallis con corrección de Bonferroni reveló que las diferencias no son estadísticamente significativas ( $H= 15.91$ ;  $P=0.025$ ;  $\alpha$  corregida= 0.006). Por otro lado, los resultados de los datos agrupados por gremio alimenticio revelaron un aumento en capturabilidad en todos los gremios excepto en las aves omnívoras que sufrieron un ligero descenso. En primer lugar aumentaron las capturas de insectívoras y en segundo lugar, pero sin excesiva desventaja, las granívoras (Figura 8B). Los resultados de los análisis no fueron estadísticamente significativos ( $H= 8.59$ ;  $P= 0.28$ ;  $\alpha$  corregida= 0.006).



**Figura 8.** Gráfica que compara la capturabilidad de las especies de aves residentes en la EBCh el 2015 (en rojo) y el 2016 (en azul) agrupadas según: a) el estrato que utilizan generalmente y b) el gremio alimenticio en el que se las clasifica. Eje Y, representa el número de individuos

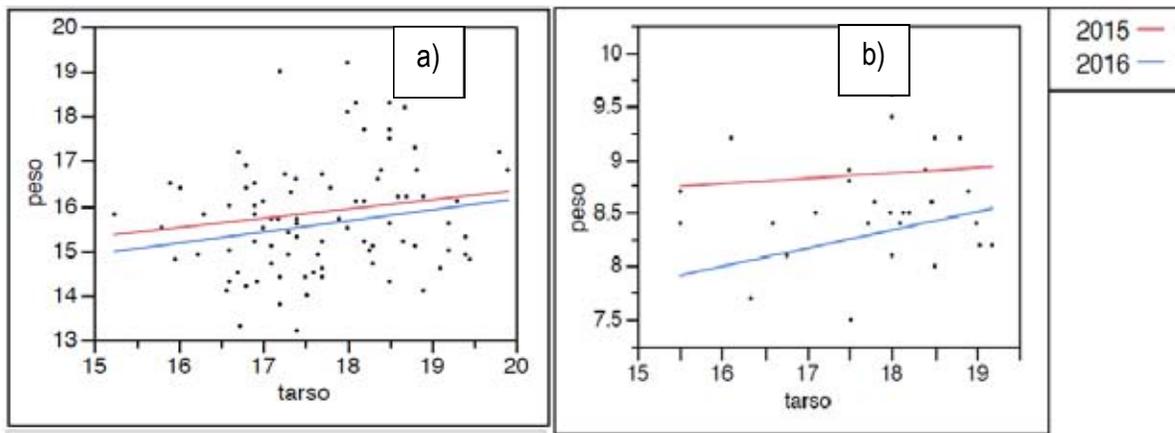
capturados por unidad de esfuerzo (100h red). Eje X en a) representa los distintos estratos por los que suelen moverse las especies de sotobosque, siendo S: Suelo, SI: Sotobosque Inferior, SM: Sotobosque Medio, SS: Sotobosque Superior. Eje X en b) representa los gremios en que se clasifican las aves capturadas. Siendo I: Insectívoras, G: Granívoras, O: Omnívoras y F: Frugívoras.

### **Comparación de la condición física de un ave granívora y otra insectívora de gran abundancia en la Estación Biológica de Chamela, antes y después del paso del huracán.**

Los análisis realizados para evaluar el efecto del huracán en la condición corporal de los individuos según las relaciones del tamaño del tarso con el peso de las aves mostraron los siguientes resultados:

*Cyanocompsa parcellina*: La pendiente de la recta correspondiente a cada año no varió significativamente ( $T3, 82 = -0.15$ ;  $P = 0.88$ ) lo cual quiere decir que la relación tarso-peso es aproximadamente la misma en los individuos muestreados antes y después del huracán (a mayor tarso o tamaño del individuo, mayor peso). El intercepto de la recta para cada año, revela una diferencia significativa ( $T3, 82 = 4.86$ ;  $P = 0.0001^*$ ) lo cual se interpreta como un descenso en el peso de los individuos de la población (Figura 9A).

*Uropsila leucogastra*: La pendiente de la recta correspondiente a cada año no varió significativamente ( $T3, 29 = -0.58$ ;  $P = 0.56$ ) por tanto la relación tarso-peso es aproximadamente la misma en los individuos muestreados antes y después del huracán. Hubo una diferencia significativa ( $T3, 29 = 3.60$ ;  $P = 0.0013^*$ ) en el intercepto de las rectas. Para la recta que modela la relación entre tarso y peso en 2015 es más alto que en 2016, lo que se interpreta como un descenso general del peso en esta especie de un año para el otro (Figura 9B).



**Figura 9.** Relación entre el peso (gr) y el tamaño de tarso (mm) de los individuos muestreados en 2015 y comparada con la relación que tuvieron los individuos muestreados en 2016. a) *Cyanocompsa parellina*, b) *Uropsila leucogastra*.

## DISCUSIÓN

Tras el impacto del huracán Patricia, la estructura del bosque tropical caducifolio cambió de forma casi instantánea y esto tuvo y tendrá a largo plazo, acentuadas consecuencias.

A continuación se analizan cada una de las predicciones planteadas según los objetivos que afirman que los daños en la estructura del bosque (*i.e.*, desaparición parcial de dosel y un aumento de la densidad del sotobosque) afectan a la composición, diversidad, capturabilidad (*i.e.*, abundancia) y supervivencia de la comunidad de aves terrestres de la reserva

1. Diferencias en la riqueza, capturabilidad y diversidad en la comunidad de aves al comparar los datos de dos años previos al paso del huracán Patricia con los datos obtenidos al año siguiente. Tras el análisis de la comunidad de aves de sotobosque de la EBCh, se han podido observar ciertos efectos inmediatos del huracán. Cuando se tiene el propósito de documentar cambios poblacionales, la captura con redes debe hacerse cada año e idealmente en la misma época (Bibby *et al.* 1992, Wunderle 1994). Por eso, lo

idóneo hubiese sido comparar exactamente los mismos días de los mismos meses del año para cada periodo (pre- y post-huracán). Por el contrario, con los datos y el tiempo disponibles, se compararon muestras de mayo de 2016 y el conjunto de mayo, junio y julio de 2015, ya que en mayo de 2015 sólo se disponían de datos recogidos durante 2 días de muestreo (100 h red). Sin embargo, se pudo observar homogeneidad en la muestra en cuanto a capturas y recapturas. Estas estimaciones permitieron proseguir con el análisis de sobrevivencia y capturabilidad.

Las consecuencias directas como la mortalidad durante la catástrofe (Wiley y Wunderle, 1993), no se vieron reflejadas en los resultados. De igual modo ha ocurrido en otras ocasiones en las que se ha estudiado un fenómeno similar a corto plazo (Johnson & Winker, 2010). Coincidiendo con las predicciones, ha habido un cambio en diversidad y riqueza en la población de aves. Al comparar la riqueza de especies en los años previos a Patricia y el posterior, se observó un aumento tras el huracán, así como un índice de diversidad mayor. También una mayor capturabilidad general. La diferencia de porcentajes de recaptura pre- y post-huracán obtenida no fue significativa, lo cual indica un alto índice de sobrevivencia de la comunidad. El porcentaje de recaptura se ha mantenido más o menos constante a lo largo de los meses que incluimos en el estudio (Tabla 1).

2. Se esperaba registrar especies nuevas y observar una mayor capturabilidad de especies asociados a hábitats alterados en la muestra. Es conocido que el método de estudio que se utilizó en este estudio (capturas con redes de niebla) no es el más indicado para hacer estudios de riqueza o diversidad porque el cambio que se produjo en la estructura del bosque, afecta también a la capturabilidad de las especies. Las especies que anteriormente hubieran pasado por encima de las redes, después de la pérdida de dosel que sufrió el bosque, vuelan más bajo y caen en las redes siendo muestreadas. La mayoría de las especies que aparecieron nuevas en 2016 están registradas años anteriores (no se han incluido en el análisis) pero por sus características biológicas no caen en las redes con asiduidad. No obstante, han aparecido 2 nuevas especies que no se habían registrado hasta 2016. Son *Molothrus ater* y *Amaurospiza concolor*. *A. concolor* es una especie rara en la zona, por lo que su presencia puede estar ligada al comienzo de un reemplazo o intrusión de especies.

*M. ater* es un ave que parasita nidos de otras especies y es propia de ambientes degradados (Robertson & Norman, 1977). Por lo tanto, su presencia sugiere degradación del hábitat.

3. Capturas similares de aquellas especies propias del sotobosque (relativamente pequeñas, con alas cortas y redondeadas) con respecto a especies asociadas más frecuentemente al uso del dosel (alas más largas y puntiagudas). Esta predicción resultó certera con unas especies, pero no con otras. *C. parellina*, una especie asociada al sotobosque en la EBCh es generalmente la especie de mayor incidencia en redes, pero se vio aumentada de 2015 a 2016 en comparación con el resto de la comunidad. También, ha sido la especie con mayor número de recapturas con respecto al total. Esto indica una gran sobrevivencia y quizá la llegada de nuevos individuos tras el huracán. Se podría inferir que la población de *C. parellina* se ha visto favorecida por los efectos del huracán en comparación con el resto de especies, sin embargo, se sugiere complementar el estudio con transeptos y puntos de conteo que refuercen esta idea. Por otro lado, *T. felix* también experimentó un aumento de capturas y *U. leucogastra*, otra especie de sotobosque, mantuvo su número de capturas y recapturas casi invariable lo cual puede indicar que el huracán no la afectó gravemente a corto plazo (Figuras 6A y B). Es importante destacar que la gran mayoría de los individuos de *U. leucogastra* se capturaron en el sendero *Tejón*, donde la vegetación es característica de las zonas de arroyo. Sin embargo, *C. parellina* fue capturada en los dos senderos por igual. *A. rufivirgatus* mostró unos resultados bastante variables cuando se comparaba el número de recapturas con respecto al total y el número de recapturas con respecto a su especie (Figura 5). Estos resultados sugieren que los individuos de esta especie residentes en la EBCh han sobrevivido en buen grado, pero no ha habido reclutamiento desde el paso del huracán. (Figuras 6A y B). Cuando el análisis se realizó agrupando a las especies por preferencia de estratos, no hubo diferencias estadísticas significativas reportadas pero a nivel biológico se encuentran diferencias importantes entre 2015 y 2016 en las aves de sotobosque superior (SS) y en las de sotobosque medio (SM) debido su cambio en altura de vuelo consecuencia de la desaparición de dosel (Figura 8).
4. Se buscaron diferencias en la capturabilidad de las especies pertenecientes a los diferentes gremios, esperándose el orden siguiente: omnívoras, insectívoras, granívoras, y

en último lugar, frugívoras y nectarívoras. Los resultados revelaron que no hay diferencias significativas, sin embargo, contrario a lo esperado, las aves omnívoras tuvieron un descenso en capturabilidad. Para las frugívoras si se obtuvo el resultado esperado (fueron las que menos aumentaron) (Figura 8B).

5. Se esperaba un aumento de la condición corporal de las especies modelo (*i.e.*, *C. parellina* y de *U. leucogastra*). Cuando se analizó la condición corporal que estas especies presentaban antes y después del huracán, los resultados sugirieron un descenso en este atributo. Este resultado puede ser indicativo de que el ambiente se vio disminuido en calidad y quizá exista una mayor competencia por los recursos alimenticios.

A pesar de que para muchos autores, la captura de aves en redes ornitológicas puede dar a conocer la abundancia, composición y riqueza (Wunderle *et al.*, 1987; Estades *et al.*, 2006), no se ha incluido en el estudio la abundancia relativa por precaución ya que se considera un método incompleto para este cometido (Remsen & Good, 1996). A pesar de esto, era muy importante su inclusión en el estudio, teniendo en cuenta el alto número de recapturas obtenidas en 2016. Por eso se calculó un equivalente al que llamamos capturabilidad de las aves. En cualquier caso las redes permiten el monitoreo de las aves y aunque en general alcanzan a muestrear solo el 45% de las especies totales que componen un área de estudio (Bibby *et al.*, 2000), este trabajo se especializó en aves de sotobosque de manera que aumenta en gran proporción su capacidad de reporte de datos. La capturabilidad de las especies puede dar una idea de la resiliencia de las comunidades (Johnson & Winker, 2010).

Finalmente, se considera importante seguir estudiando los efectos del huracán Patricia a corto, medio y largo plazo con el fin de prever y solventar los problemas que las catástrofes meteorológicas generan en los ecosistemas y más concretamente en las comunidades de aves. Para continuar con el estudio se sugiere complementar la información recabada mediante redes de niebla con otros métodos que permitan conocer estos cambios en toda la comunidad de aves.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arizmendi, M. C., Berlanga, H., Márquez, V. L., Navarizo, L. & Ornelas, F. (1990). Avifauna de la región de Chamela Jalisco. Cuadernos del Instituto de Biología, No 4. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bibby, C.J., Burgess, N. D., Hill, D. A. & Mustoe, S.H. (2000). Bird Census Techniques. Second edition. Great Britain: Elsevier.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D. & Hill, D.A. (1992). Bird Census Techniques. Academic Press, Londres.
- Brown, D. R., Sherry, T. W. & Harris, J. (2011). Hurricane Katrina impacts the breeding bird community in a bottomland hardwood forest of the Pearl River basin, Louisiana. For. Ecol. Manage. 261:111–119.
- Bullock, S. H. & Solis-Magallanes, E. (1987). Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. Biotropica 22:22-35.
- Bullock, S. H. (1986). Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico. Arch. Meteorol. Geophys. Bioclimatol. Ser. B 36, 297–316. (doi: 10. 1007/BF02263135).
- Bullock, S. H. (1988). Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco, México. Folia Entomológica Mexicana 77:5-17.
- Edwards, D.K., Dorsey, G. L., Crawford, J. A. (1981) A comparison of three avian census methods. Studies in Avian Biology 6: 170–176.
- Estades, C.F., Escobar, M.A.H., Tomasevic, J.A., Vukasovic, M.A. & Páez, M. (2006). Mist–nest versus point counts in the estimation of forest birds abundances in South–Central Chile. Ornitología Neotropical 17:203–212.
- Flores, N. E. J. & Vega, J. H. (2014). Efectos del Huracán Jova en las Aves Terrestres de Bosque Tropical Caducifolio de Chamela, Jalisco. Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado del Pacífico.
- García-Oliva, F., A., Camou & Maass, J. M. (2002). El clima de la Región Central de la costa del Pacífico Mexicano. En: F. A. Noguera, J. H. Vega, A. N. García-Aldrete y M. Quesada (Eds.) Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM, México. pp: 3-10. ISBN: 970-32-0520-8.
- González del Castillo, E. (2016). La corta e intensa vida del huracán Patricia. Revista de divulgación de la ciencia de la UNAM. Sitio web: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/indice/207>. Fecha de consulta: 18/05/2016.

Howell, S.N.G. & Webb, S. (1995). A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. New York, EUA.

Johnson, A. B., Winker, K. (2010) Short-Term Hurricane Impacts on a Neotropical Community of Marked Birds and Implications for Early-Stage Community Resilience. PLoS ONE 5(11): e15109. doi:10.1371/journal.pone.0015109.

Lott, E.J., Bullock, S. H. & Solis-Magallanes J. A. (1987). Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest in Coastal Jalisco. *Biotropica* 19:228-235.

Lott, E. J. (1993). Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela bay region, Jalisco, Mexico. *Occas. Pap. Calif. Acad. Sci.* 148: 60.

Pyle, P., Howell, S. N., & David, F. Y. (1997). Identification guide to North American birds (No. C/598.297 P9).

Remsen J. V., Good D. A. (1996). Misuse of data from mist-net captures to assess relative abundance in bird populations. *Auk* 113, 381–398.

Robertson, R. J., & Norman, R. F. (1977). The function and evolution of aggressive host behavior towards the Brown-headed Cowbird (*Molothrus ater*). *Canadian Journal of Zoology*, 55(3), 508-518.

Scheffer M., Carpenter S., Foley J. A., Folke C., Walker B. 2001 Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413,591–596.

SEMARNAT (Secretaria 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, DF. (30 de diciembre 2010).

Wiley, J. W. & Wunderle, J. M. (1993). The effects of hurricanes on birds, with special reference to Caribbean islands. *Bird Conserv. Int.* 3, 319–349.

Wunderle, J.M., Jr., Diaz, A., Velázquez, I. & Scharron, R. (1987). Forest openings and the distribution of understory birds in a Puerto Rican rainforest. *The Wilson Bulletin* 99:22–37.

Wunderle, J.M., Jr. (1994). Métodos para contar aves terrestres del Caribe. General Technical Report SO–100. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana.