

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## T E S I S

Tamaño del ámbito hogareño y abundancia  
de dos especies de crácidos (Aves), en la  
Zona Sujeta a Conservación Ecológica El  
Zapotal, Chiapas

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA

**Rigoberto Camacho Vázquez**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Septiembre de 2019



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## T E S I S

Tamaño del ámbito hogareño y abundancia  
de dos especies de crácidos (Aves), en la  
Zona Sujeta a Conservación Ecológica El  
Zapotal, Chiapas

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA

**Rigoberto Camacho Vázquez**

Director

Dr. Marco Antonio Altamirano González Ortega  
Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural

Asesor

M. en C. David Alberto Muñoz Zetina  
Instituto de Ciencias Biológicas. UNICACH





**Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas**  
**Dirección de Servicios Escolares**  
**Departamento de Certificación Escolar**  
Autorización de impresión



Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
Fecha: 11 de septiembre de 2019

C. Rigoberto Camacho Vázquez

Pasante del Programa Educativo de: Licenciado en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Tamaño del ámbito hogareño y abundancia de dos especies de Crácidos (Aves), en la Zona

Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, Chiapas

En la modalidad de Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

**Revisores**

M. en C. David Alberto Muñoz Zetina

Dr. Esteban Pineda Diez de Bonilla

Mtra. Laila Yunes Jiménez

**Firmas:**

[Firma]  
[Firma]  
[Firma]

## DEDICATORIA

A mis padres Gustavo Camacho y Ma. Magdalena Vázquez, que siempre han estado ahí para apoyarme en todo, este logro es más de ustedes, los amo.

A mis abuelitos, papá Rigo y mamá Nena, por todos los consejos, regaños y sobre todo mucho amor, son el pilar de mi vida.

A mis bisabuelitos, abuelito pepe y abuelita luisa, como me gustaría que estuvieran para disfrutar juntos este logro. Muchos abrazos y besos hasta el cielo.

A mis hermanas Ana Laura y Valeria, que se alegran que por fin acabe la tesis, las amo mensas.

A Amayrani Lara por el apoyo que me brindaste durante este trabajo y sobre todo por la espera, gracias por el enorme detalle.

A mis amigos de la cuadra “OC” que son más mis hermanos que amigos, gracias por los consejos y platicas de madrugada; a Brenda Griselda (Brendis) por apoyarme en todo y acompañarme a todos lados.

A Juan, Rafa, Pepe y Carlos, mis amigos del trabajo (USPAE), gracias por todo, los extraño un buen, un abrazo en donde se encuentren y demás amigos que estuvieron ahí, les agradezco de corazón por todo el apoyo.

## AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Marco Antonio Altamirano González Ortega, por su apoyo incondicional y paciencia a lo largo de este trabajo, pero sobre todo, por la amistad que me ha brindado durante todo este tiempo. Muchas gracias por todo doctor.

A mi asesor de tesis David Alberto Muñoz Zetina por su dedicación y apoyo en este trabajo, así como también, a mis revisores de tesis por tomarse el tiempo de leerla y hacer sus respectivos comentarios, gracias por su tiempo.

Al Zoológico Miguel Álvarez del Toro por permitirme realizar este trabajo en la Reserva El Zapotal y a todos mis amigos que conocí dentro de las instalaciones, en especial a la curaduría de aves, gracias por el apoyo.

A todos mis maestros que han sido parte de mi formación, muchísimas gracias

# ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
RESUMEN .....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1 Distribución y riesgo de las aves en México .....	3
2.2 Amenazas a la diversidad avifaunística .....	4
2.3. Importancia de la abundancia y la densidad poblacional de las aves .....	5
2.4 Estrategias para la conservación avifaunística .....	7
III. ANTECEDENTES.....	9
IV. OBJETIVOS.....	12
4.1 General .....	12
4.2 Particulares .....	12
V. ZONA DE ESTUDIO .....	13
VI. MÉTODO .....	16
6.1 Trabajo de campo .....	16
6.2 Análisis de datos .....	17
6.2.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupan el Hocofoisán ( <i>Crax rubra</i> ) y la Chachalaca Olivácea ( <i>Ortalis vetula</i> ) en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal .....	17
6.2.2 Estimación de la abundancia y la densidad poblacional del Hocofoisán ( <i>Crax rubra</i> ) y de la Chachalaca Olivácea ( <i>Ortalis vetula</i> ) en Selva y Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal.....	18
6.2.3. Relación del tamaño del ámbito hogareño de Selva y Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal con las densidades	



poblacionales estimadas del Hocofaisán ( <i>Crax rubra</i> ) y de la Chachalaca Olivácea ( <i>Ortalis vetula</i> ).....	19
VII. RESULTADOS.....	20
7.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa el Hocofaisán ( <i>Crax rubra</i> ) y la Chachalaca Olivácea ( <i>Ortalis vetula</i> ) en Selva y el Área Pública en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal .....	20
7.1.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa <i>Crax rubra</i> en toda el área de muestreo.....	21
7.1.2 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa <i>Ortalis vetula</i> en toda el área de muestreo.....	23
7.2.1 Abundancia de <i>Crax rubra</i> en general y por área muestreada .....	26
7.2.2 Abundancia de <i>Ortalis vetula</i> en general y por área muestreada .....	26
7.2.3 Densidad poblacional de <i>Crax rubra</i> y <i>Ortalis vetula</i> en general y por área muestreada.....	27
7.3 Relación del tamaño del ámbito hogareño de Selva y Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal con el tamaño poblacional del Hocofaisán ( <i>Crax rubra</i> ) y de la Chachalaca Olivácea ( <i>Ortalis vetula</i> ) .....	28
7.3.1 Prueba de <i>U</i> de Mann-Whitney para muestras independientes.....	28
7.3.2 Regresiones lineales.....	29
VIII. DISCUSIÓN .....	33
8.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa el Hocofaisán ( <i>Crax rubra</i> ) y la Chachalaca Olivácea ( <i>Ortalis vetula</i> ) en Selva y el Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal .....	33
8.2 Estimación de la abundancia y de la densidad poblacional del Hocofaisán ( <i>Crax rubra</i> ) y de la Chachalaca olivácea ( <i>Ortalis vetula</i> ) en Selva y el Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal.....	35
8.3 Relación del tamaño del ámbito hogareño de Selva y Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal con la densidad poblacional	

estimada del Hocofoaisán ( <i>Crax rubra</i> ) y de la Chachalaca Olivácea ( <i>Ortalis vetula</i> ) .....	40
IX. CONCLUSIONES .....	43
X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES .....	45
XI. LITERATURA CITADA.....	46



## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) El Zapotal, Chiapas, México. Tomada de archivo gráfico de la SEMAHN, 2016. .... 14
- Figura 2.** Cuadrantes de muestreo para el registro de *Crax rubra* y *Ortalis vetula* en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Selva Alta Perennifolia (SAP), Selva Baja Caducifolia (SBC), Área Pública (AP). 17
- Figura 3.** Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Crax rubra* en: a) toda el área de muestreo; b) Selva Alta Perennifolia; c) Selva Baja Caducifolia y d) Área Pública, en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, obtenida mediante el método Kernel fijo, representada en el sistema de coordenadas UTM. Los puntos indican los registros analizados por el programa Home Range, versión 1.5 y el contorno de las poligonales el tamaño del ámbito hogareño. .... 22
- Figura 4.** Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Ortalis vetula* en: a) Toda el área de muestreo; b) Selva Alta Perennifolia; c) Selva Baja Caducifolia y d) Área Pública, en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, obtenida mediante el método Kernel fijo, representada en el sistema de coordenadas UTM. Los puntos indican los registros analizados por el programa Home Range, versión 1.5 y el contorno de las poligonales el tamaño del ámbito hogareño. .... 24
- Figura 5.** Mapa que representa el tamaño del ámbito hogareño del Hoco faisán (*Crax rubra*) -A- y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) -B-, en cada una de las áreas muestreadas de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal. Verde= Selva Alta Perennifolia, Morado= Selva Baja Caducifolia y Azul= Área Pública. La intensidad de color representa el grado de concentración de los individuos registrados. .... 25
- Figura 6.** Curvas de regresión lineal resultado de la confrontación de las superficies ocupadas por *Crax rubra* en: a) Toda el área de muestreo; b) Selva Alta Perennifolia; c) Selva Baja Caducifolia y d) Área Pública de la Zona Sujeta a conservación Ecológica El Zapotal con la densidad poblacional estimada. Los puntos representan los cinco intervalos de ocupación definidos en el programa Home Range, versión 1.5. .... 31

**Figura 7.** Curvas de regresión lineal resultado de la confrontación de las superficies de *Ortalis vetula* en: a) Toda el área de muestreo; b) Selva Alta Perennifolia; c) Selva Baja Caducifolia y d) Área Pública de la Zona Sujeta a conservación Ecológica El Zapotal con la densidad poblacional estimada. Los puntos representan los cinco intervalos de ocupación definidos en el programa Home Range, versión 1.5..... 32

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Análisis comparativo del tamaño del ámbito hogareño entre <i>Crax rubra</i> y <i>Ortalis vetula</i> , en general y por área muestreada, en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, mediante el método Kernel fijo (Home Range, versión 1.5). ZSCE EZ= Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal; SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública. ....	20
<b>Cuadro 2.</b> Categorías de abundancia para <i>Crax rubra</i> y <i>Ortalis vetula</i> , en general y por área muestreada en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, mediante el método Kernel fijo (Home Range, versión 1.5). ZSCE EZ= Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal; SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública. ....	27
<b>Cuadro 3.</b> Tamaño del ámbito hogareño y densidad poblacional estimada para <i>Crax rubra</i> y <i>Ortalis vetula</i> en las diferentes zonas de muestreo dentro de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal. ZSCE EZ= Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal; SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública. ha= hectáreas, Ds= densidad poblacional....	28
<b>Cuadro 4.</b> Prueba de <i>U</i> de Mann-Whitney para abundancia de <i>Crax rubra</i> y <i>Ortalis vetula</i> entre pares de áreas de muestreo, dentro de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal. SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública. <i>K-S</i> = Prueba estadística Kolmogorov-Smirnov.....	29
<b>Cuadro 5.</b> Valores de regresión lineal de las superficies ocupadas por <i>Crax rubra</i> y <i>Ortalis vetula</i> con la densidad en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal. ZSCE EZ= Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal; SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública. <i>R</i> = Coeficiente de determinación, $R^2$ = Coeficiente de correlación. ....	30

## RESUMEN

Entre los meses de febrero y octubre del 2016, se analizó el tamaño del ámbito hogareño y abundancia del Hoco faisán (*Crax rubra*) y la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. La investigación se basó en el análisis de registros de individuos de las dos especies, mediante el método de muestreo total aleatorio. Los avistamientos se realizaron semanalmente en Selva Alta Perennifolia, Selva Baja Caducifolia y Área Pública, durante tres días consecutivos, entre las 07:00 a.m. y las 11:00 a.m. Las observaciones fueron georreferenciadas y capturadas en un sistema de información geográfica, para determinar el tamaño del ámbito hogareño que ocupan en general y en cada una de las áreas muestreadas. Con base en el método Kernel fijo, se procesaron 1 242 registros en el programa Home Range versión 1.5, de estos 411 avistamientos correspondieron a *C. rubra* y 831 a *O. vetula*. Se obtuvieron también las abundancias absolutas, abundancias relativas y las densidades poblacionales para las dos especies. Mediante el análisis de regresión lineal simple, se determinó la relación que existe entre el tamaño del ámbito hogareño ocupado con las densidades poblacionales para cinco diferentes porcentajes de ocupación (25%, 50%, 75%, 95% y 100%). El tamaño del ámbito hogareño para *C. rubra* en toda el área muestreada fue de 17.021 ha y para *O. vetula* fue de 24.729 ha. En ambas especies esta ocupación ocurrió principalmente en Selva Alta Perennifolia, con una abundancia irregular para *C. rubra* y escasa para *O. vetula*. Las regresiones lineales señalan que, para las dos especies, existe una relación inversa entre la superficie que ocupan con su densidad poblacional.

Palabras claves: Crácidos, uso del espacio, parámetros poblacionales, área natural protegida.

# I. INTRODUCCIÓN

Los crácidos (Cracidae) son una familia de aves neognatas del orden Galliformes. Esta familia es exclusiva del nuevo continente, son especies tropicales y subtropicales y según indica el registro fósil, sus orígenes se remontan a más de 50 millones de años (Gispert, 1998). Sus plumajes son generalmente oscuros, pero pajuiles y pavas están engalanados con coloridas figuras en el cuello, cabeza o pico. Se alimentan de semillas, frutas, insectos y gusanos (Naturalista, 2014). En el mundo existen alrededor de 50 especies de crácidos (Brooks y Strahl, 2002), la mayoría de las especies de esta familia muestran costumbres arbóreas. Entre éstas destacan las chachalacas, hocofoisanes, pajuiles, pavas y el pavón. Otro rasgo que distingue a los crácidos de otras Galliformes es el pequeño tamaño de las puestas, que nunca supera los cuatro huevos y rara vez, los tres (Gispert, 1998).

La familia Cracidae es la más amenazada del Neotrópico, con especies en alguna categoría de riesgo, debido a la cacería y a la tala de los bosques; especialmente el género *Crax*, que podría ser particularmente susceptible a la pérdida de sus hábitats boscosos porque la densidad de muchas poblaciones es baja. Otro factor de riesgo para estas aves es la maduración sexual tardía (BirdLife International, 2000; Brooks, 2002). Brooks y Strahl (2000) consideran que la mayoría de los crácidos se encuentran amenazados o en peligro de extinción a nivel global, por lo que pueden enfrentarse a la extinción local o regional. Los crácidos, son objeto de una fuerte presión de la cacería furtiva, incluso a través de la cacería deportiva, de subsistencia y el comercio. Esta amenaza ha incidido diferencialmente entre las diversas especies en la familia, siendo quizás las menos afectadas las especies del género *Ortalis* (González-García, Brooks y Strahl, 2001).

La distribución y la abundancia de los crácidos son atributos particularmente importantes ya que tienen requerimientos altamente específicos de hábitat y

porque desempeñan un papel crítico en la dinámica de las comunidades vegetales (Théry, Énard y Sabatier, 1992; Énard y Théry, 1994). Las especies de esta familia son regeneradoras del bosque tropical en donde habitan, dado que consumen y dispersan las semillas, además de ser una fuente de proteína para la población humana local (Brooks y Strahl, 2000). Sin embargo, la ocupación que tengan en un área de conservación y sus abundancias pueden ser determinantes para que este proceso suceda efectivamente. Por tal motivo, los estudios del tamaño del ámbito hogareño y abundancia de las aves de la familia Cracidae pueden ser relevantes si se complementan con investigaciones de flora y de fauna silvestre con la que interaccionan. Además, si sucede que la flora y la fauna silvestre que se encuentran dentro de Áreas Naturales Protegidas urbanas están en constante peligro por actividades humanas, como la deforestación, la contaminación y la fauna nociva (Fernández, 1998; Cancino, 1999), es posible que la capacidad de carga de los tipos de vegetación que presentan no pueda soportar a las poblaciones de aves de algunas especies, tal es el caso de la ZSCE El Zapotal (Cartas Heredia, com. pers., 2016).

La ZSCE El Zapotal ha sido afectada por diferentes presiones a su alrededor, ocasionadas por el crecimiento de la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez, trayendo como consecuencia afectaciones a algunas de las especies que la habitan (Fernández, 2008). Debido a que la familia Cracidae puede ser uno de los grupos taxonómicos más afectados en la ZSCE El Zapotal, se propone conocer el tamaño del ámbito hogareño y la abundancia del Hocofoaisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*), ya que pueden ser especies hacinadas que por ser de hábitos arbóreos, dependen de la presencia de determinados recursos naturales que les permitan refugiarse, obtener su alimento y tener espacio para poder anidar (González-García, Brooks y Strahl, 2001).

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Distribución y riesgo de las aves en México

De las alrededor de 10 507 especies de aves que hay en el mundo, entre 1 123 (Chesser *et al.*, 2013) y 1 150 (Gill y Donsker, 2013), representan cerca del 11% del total mundial que habita en México. Esto lo coloca en el onceavo lugar de acuerdo a su riqueza avifaunística, entre los países megadiversos del mundo y en cuanto a la proporción de especies endémicas (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014).

La distribución geográfica de la riqueza de especies de aves en México registrada por estado, es evidente en Oaxaca, Chiapas y Veracruz, siendo los estados más ricos en especies. Los tipos de vegetación en los cuales se concentran los mayores porcentajes de especies de la avifauna de México se encuentran asociados a las tierras bajas, como la Selva Alta Perennifolia (29%) y la Selva Baja Caducifolia (24%). De acuerdo a sus hábitos generales, se observa que un alto porcentaje de las especies (74%) es de hábitos terrestres, siguiendo en porcentajes de importancia las especies acuáticas y las que habitan en ambos tipos de ambiente (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). Un aspecto relevante derivado de la distribución de las especies es el tamaño del ámbito hogareño que presentan en las áreas ocupadas. Esta superficie representa el grado de ocupación, es decir, de las actividades que realizan las especies en un área de distribución limitada. La definición más básica (Rose, 1982) y que más coincide con el término “tamaño del ámbito hogareño”, se conceptualiza como el área donde un individuo se mueve. Otras definiciones lo señalan como el área recorrida por un individuo en sus actividades normales que corresponden a la búsqueda de alimento, pareja, reproducción y cuidado de crías; donde los viajes exploratorios fuera de estas áreas no están incluidos dentro de este espacio (Burt, 1943; Gutiérrez y Ortega, 1985).

Por otra parte, entre 194 y 212 especies de aves, tienen algún grado de endemismo en México, lo que representa que aproximadamente entre el 18 y 20%



del total de especies registradas en el país ocupan áreas de distribución única o limitada. Por tal razón, la situación de las aves silvestres en el mundo es alarmante, ya que una de cada 10 aves del planeta se encuentra en alguna categoría de amenaza (Bibby, 1997; BirdLife International, 2000).

## **2.2 Amenazas a la diversidad avifaunística**

En México existen alrededor de 200 especies de aves ubicadas en las diferentes categorías de amenaza, propiciadas principalmente por el cambio de uso del suelo y la pérdida del hábitat. Estas amenazas se derivan de la expansión de la población humana y con ello, de la frontera agrícola, forestal, ganadera y urbana (Iñigo-Elías y Enkerlin, 2003). Estudios en comunidades de aves en fragmentos de bosque remanentes han encontrado que el aislamiento y la reducción del área de hábitat conducen a la pérdida de diversidad (Feeley y Terborgh, 2006; Feeley y Terborgh, 2008). La fragmentación del hábitat conduce directamente a la pérdida de las especies de aves, por medio de las reducciones del tamaño de la población y un aumento asociado en el riesgo de extinción local (Feeley y Terborgh, 2008).

La pérdida del hábitat tiene importantes efectos indirectos sobre las poblaciones de aves a través de cambios en la abundancia y/o composición de otros grupos de especies (Feeley y Terborgh, 2008). La contaminación es otro agente que amenaza a las aves silvestres, ya que sus hábitats son afectados directa o indirectamente por distintos agentes físico-químicos (Peakall y Risebrough, 1989). En algunos casos las enzimas encargadas de depositar el carbonato de calcio y cristales de calcita en el cascarón de los huevos se ven alteradas por la contaminación, resultando en el adelgazamiento de los cascarones y en un incremento en los daños a los huevos después de que estos son depositados (Cooke, 1973; Cooke, 1979; Gill, 1995) y pueden provocar la muerte del embrión (Risebrough, 1986). Finalmente, las especies introducidas a México amenazan a las especies nativas a través de la competencia directa por recursos (por ejemplo, el Gorrión casero *Passer domesticus* compite por semillas y sitios de anidación), depredación (por ejemplo, gatos y ratas sobre las colonias de aves), y transmisión de enfermedades (Weitzel, 1988; BirdLife International, 2000;

Parrish, 2000; Rappole, Derrickson y Hubálek, 2000). Las Áreas Naturales Protegidas no quedan excluidas de esta problemática (Rangel-Salazar *et al.*, 2013) ya que otra forma de degradación del hábitat es la pérdida de sitios de anidación por la reducción de algunas especies de árboles o arbustos, que pueden ser clave para la subsistencia de algunas especies de aves (Iñigo-Elías y Enkerlin, 2003).

Como resultado de las amenazas existentes en la avifauna, existe el registro de 204 especies de aves (29 % del total) en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-Semarnat-2010: 32 en peligro de extinción, 72 amenazadas, 106 en protección especial y una especie considerada extirpada del estado (SEMARNAT, 2010). Las especies de la familia Cracidae en Chiapas, se encuentran en este sentido seriamente amenazadas, siendo el Hocofaisán (*Crax rubra*) y la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) especies representativas, que además forman parte de la colección del ZOOMAT que se ubica en la ZSCE El Zapotal, con la característica particular de encontrarse en libertad dentro de la poligonal de la reserva, donde ocurren algunas de las amenazas, antes mencionadas (Fernández, 1998) por lo que el tamaño del ámbito hogareño dentro de la reserva puede estar siendo afectado.

### **2.3. Importancia de la abundancia y la densidad poblacional de las aves**

Dos medidas importantes de una población son el tamaño poblacional, representado por el número de individuos (abundancia) y la densidad poblacional, que se refiere al número de individuos por unidad de superficie (Mandujano, 2011). La abundancia de las especies es producto de la relación que existe entre los organismos y las condiciones ambientales del sitio, y depende de la respuesta que tiene el organismo al medio en el que se encuentra, que es reflejo de la aptitud del organismo para ocupar el ambiente y del efecto o impacto que el organismo tiene sobre él mismo. Ambos componentes forman un ciclo de retroalimentación que regula la abundancia de los organismos (Leibold, 1995; Leibold, 1998; Chase y Leibold, 2003). Se espera que una especie esté presente en un medio, donde las condiciones sean tales que le permitan mantener o

umentar su abundancia, y que esté ausente donde esto no ocurra (Pulliam, 2000).

Un aspecto importante para mantener el tamaño poblacional de las especies, son las interacciones que los individuos tienen con individuos de su misma o de otras especies, lo que puede provocar que se ausenten en algunos sitios que presentan nichos favorables; por ejemplo, por desplazamiento competitivo (Pulliam, 2000). Debido a que el nicho se define como la suma de todos los factores ambientales que actúan en un organismo, por tanto, es una región en un espacio n-dimensional (Hutchinson, 1957) en que aun siendo favorables la competencia intra e interespecífica, son interacciones que pueden afectar la distribución de los recursos entre los individuos (Leibold, 1995; Leibold, 1996; Leibold, 1998; Chase y Leibold, 2003). No obstante, los individuos de las especies pueden estar presentes en sitios desfavorables donde las especies pueden llegar a extinguirse localmente por eventos casuales, a pesar de estar en sitios con condiciones favorables (Teoría de Metapoblaciones) y estar ausentes en sitios favorables a los que no tienen acceso debido a la existencia de barreras infranqueables o a los que no pueden llegar porque su dispersión es limitada (Pulliam, 2000).

Por otra parte y debido a que la densidad poblacional es la expresión de la distribución de la abundancia en el espacio, se reconocen varias implicaciones para que ésta ocurra; la primera es que a un tamaño de fragmento dado, las especies más densas tendrán mayor probabilidad de ser retenidas que las menos densas, la segunda es que cualquier especie tendrá mayor probabilidad de supervivencia en los fragmentos procedentes de los sectores del hábitat con las mayores densidades poblacionales originales de la misma (fuente-sumidero); y tercera, que cuanto mayor sea un fragmento mayor será su probabilidad de acumular un elevado número de especies, ya que alcanzará el umbral de tamaño requerido para un mayor número de especies de baja densidad. Esta última predicción explicaría, por sí misma, el patrón de la posible pérdida de especies en

un ecosistema, donde las especies con menos individuos se pierden antes que las que presentan una mayor densidad poblacional (Mandujano, 2011).

Por lo expuesto anteriormente, se considera indispensable reconocer las abundancias y las densidades de las especies para poder entender la dinámica poblacional y establecer posibles estrategias de manejo, donde se considere el mejoramiento de los hábitats de alimentación o de anidación, la identificación de enfermedades y de zonas especiales para la alimentación, el cortejo o la protección, hasta la determinación de épocas de veda y de caza (Bolger, Alberts y Soulé, 1991; Rivera-Milán *et al.*, 1994). Esta forma de investigación para el manejo de las especies se ha realizado exitosamente en palomas (e.g. Purdy y Tomlinson, 1991).

#### **2.4 Estrategias para la conservación avifaunística**

Existen diferentes formas de contrarrestar los agentes de amenaza hacia las aves, como la conservación *in situ*, que consiste en conservar los ecosistemas naturales. Las especies de vida silvestre se conservan *in situ* en ecosistemas naturales conocidos como Áreas Naturales Protegidas, e.g. Santuarios, Parques Naturales y Reservas de la Biosfera (Baena, Jaramillo y Montoya, 2003). Por otra parte, está la conservación *ex situ*, en cautiverio o en colecciones, que es la aplicación de una amplia variedad de recursos, técnicas e infraestructuras especializadas que contribuyen a la recuperación y sobrevivencia de individuos o poblaciones fuera de su hábitat. En estos se incluyen las colecciones vivas de Zoológicos, Criaderos y Acuarios (Lascuráin *et al.*, 2009).

Además de las Áreas Naturales Protegidas, se encuentran los sitios prioritarios para la conservación de especies y ecosistemas, que consideran ampliamente la distribución de las aves (Rangel-Salazar *et al.*, 2013), tal es el caso de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Las AICAS son sitios de importancia relativa para las poblaciones de aves, para establecer colonias de reproducción o como corredores migratorios (Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000). La ZSCE El Zapotal, forma parte de la AICA SE-54 (Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000). También existen las Unidades de

Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), que son entidades o predios que operan bajo un plan de manejo aprobado y donde se da el seguimiento tanto de las condiciones del hábitat como de las poblaciones silvestres (Primack y Massardo, 1998). De éstas, sobresale el manejo de las aves dentro del Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro (ZOOMAT), que es una UMA enfocada a la conservación, investigación y exhibición de la fauna silvestre del estado (Chanona, 2013), que se encuentra dentro de la ZSCE El Zapotal.

A pesar de los instrumentos de conservación que actualmente protegen a las especies de aves que habitan en la ZSCE El Zapotal, se requiere especial atención a la relación que exista entre la distribución y la abundancia (densidad) de las especies en libertad en el Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro, ya que es un área que forma parte de un Área Natural Protegida que actualmente es un fragmento de selvas altas y bajas, dentro de una creciente matriz antropizada que la rodea. El tamaño del ámbito hogareño es una medida esencial para entender el comportamiento de ocupación de las especies (Powell y Mitchell, 2012) ya que en consideración de Moreno-Aguilar (2016), por la condición actual de la ZSCE El Zapotal, pueden ocurrir cambios ambientales bruscos en la reserva, que incrementen la competencia entre las especies por los recursos para subsistir. En este caso, las especies menos abundantes serían las más perjudicadas y, por consiguiente, las primeras en desplazarse a lugares que posiblemente no cumplan con las condiciones favorables, donde peligre su integridad (Mandujano, 2011).

### III. ANTECEDENTES

Desde la publicación del libro “Curassows and Related Birds” (Delacour y Amadon, 1973), los crácidos han sido objeto de una creciente atención dentro de la comunidad conservacionista internacional. Fue hasta 1981, que los crácidos aparecieron en el escenario internacional como resultado del Primer Simposio Internacional de la Familia Cracidae, llevado a cabo en México. En este evento se revisó y se dio énfasis al alarmante estatus de conservación de los crácidos como grupo y se establecieron una serie de medidas que necesitaban ser emprendidas para su protección, como la investigación sobre su estado, la distribución, los efectos de la perturbación del hábitat, la presión de caza, evaluaciones de crácidos como indicadores biológicos, programas de educación y comunicación, la creación de nuevas reservas y la evaluación de cuestiones legislativas (Brooks y Strahl, 2000).

En 1988, un Segundo Simposio de Crácidos fue realizado en Caracas, Venezuela. En este evento se exploraron planes regionales para la conservación de la familia Cracidae. Como resultado de este Simposio, se formó el Grupo de Especialistas en Crácidos de la IUCN/SSC (CSG). Desde su formación, el CSG ha provocado que la familia Cracidae tenga la total atención de los conservacionistas en el ámbito mundial, y ha estimulado prospecciones adicionales de campo, así como la investigación e interés internacional en estas aves. Una de las primeras metas del CSG fue dar énfasis a la importancia económica de los crácidos, en el mantenimiento ecológico y en la preservación de las reservas forestales de América Latina.

Una Tercera Reunión Internacional de Crácidos se celebró en el Houston Zoological Gardens (HZG), en septiembre de 1994, en forma conjunta con un Taller llamado Conservation Assessment and Management Plan (CAMP). Durante esta reunión se hizo un bosquejo de los progresos realizados en las investigaciones comprendidas entre 1988–1994, con la intención de cuantificar las

necesidades de conservación a corto y largo plazo de la familia y actualizar los primeros borradores de este Plan de Acción (Brooks y Strahl, 2000).

Se han realizado varios simposios más pequeños, talleres y/o mesas redondas, donde le han permitido al CSG enfocarse en una región particular o grupo taxonómico. En diciembre de 1997, se desarrollaron en esta lógica, el Taller Regional Bolivia/Perú, celebrado en Santa Cruz, Bolivia junto con el Tercer Congreso Internacional sobre Manejo de la Fauna Silvestre y Conservación en la Amazonía. En abril de 1998 se llevó también a cabo un Simposio de Pavas del Género *Pipile*, en Saint Louis, Missouri, junto con la North American Ornithological Conference (NAOC). La reunión fue celebrada en conjunto entre el CSG y la AZA Cracid Taxon Advisory Group (TAG). El Simposio incluyó temas desde los modelos de aprovechamiento, amenazas y estatus en el campo, hasta la cría en cautiverio (Brooks y Strahl, 2000).

En octubre de 1999, el CSG organizó un Taller Regional enfocado hacia el Cono Sur (Sur de América del Sur), con sede en Asunción, Paraguay en conjunto con el IV Congreso Internacional de Manejo y Conservación de la Fauna Silvestre en la Amazonía. Inmediatamente después de esta reunión, tuvo lugar un encuentro entre el CSG y el grupo llamado Partridge/Quail/Francolin (PQFG), en un Simposio sobre la Conservación de Galliformes Tropicales en México y Mesoamérica, junto con la sección de crácidos. Este evento se organizó en México, dentro del VI Congreso de Ornitología Neotropical (Brooks y Strahl, 2000).

En el estado de Chiapas, el naturalista mexicano Miguel Álvarez del Toro en su publicación "Situación actual de los crácidos en Chiapas" en Memorias del Primer Simposio Internacional de la familia Cracidae, menciona brevemente la situación en las que se encontraban algunas de las especies de crácidos (*Crax rubra*, *Oreophasis derbianus*, *Ortalis vetula* y *Penelope purpurascens*), durante los años 80s, en la que indicaba que algunas de estas especies estaban disminuyendo drásticamente y que estas aves tenían posibilidad de sobrevivir solamente si se encontraban en grandes Áreas Naturales Protegidas, bien organizadas y cuidadas (Álvarez del Toro, 1981), las cuales desde luego no



existían en México. Derivado de la situación del peligro prevaleciente de los crácidos en Chiapas y en particular en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, como la destrucción del hábitat y la cacería, es que las cuatro especies fueron incluidas bajo protección en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) El Zapotal, que es un Área Natural Protegida ubicada dentro de los límites de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Sin embargo, a pesar del interés mostrado en el grupo de los Crácidos para su sobrevivencia dentro de las instalaciones de la ZSCE El Zapotal, no se conoce el tamaño del ámbito hogareño que ocupan y su abundancia, en particular del Hocofoisán, *Crax rubra* y de la Chachalaca Olivácea, *Ortalis vetula*.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 General

Conocer el tamaño del ámbito hogareño, abundancia y densidad poblacional de dos especies de aves de la familia Cracidae: el Hoccofaisán (*Crax rubra*) y la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*), en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

### 4.2 Particulares

- Determinar el tamaño del ámbito hogareño que ocupa el Hoccofaisán (*Crax rubra*) y la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) en Selva y el Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal.
- Estimar la abundancia y densidad poblacional del Hoccofaisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) en Selva y el Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal.
- Relacionar el tamaño del ámbito hogareño de Selva y Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal con la densidad poblacional estimada del Hoccofaisán (*Crax rubra*) y la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*).

## V. ZONA DE ESTUDIO

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) El Zapotal se encuentra en el estado de Chiapas a dos kilómetros al Sur-Este de Tuxtla Gutiérrez, en la región fisiográfica de la Depresión Central, en la elevación conocida como “Meseta de Copoya” (Mullerried, 1957, Figura 1), con coordenadas centrales 16°43'39" latitud norte y 93°06'37" longitud oeste y con un rango de altitud que va de los 600 a los 850 msnm (Palacios, 2000). Colinda principalmente con la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, al norte con el ejido Francisco I. Madero y al sur con la ampliación de la reserva Mactumactzá (Fernández, 1998). La reserva fue creada por el decreto #35, publicado por el diario oficial de gobierno del estado de Chiapas, el 27 de agosto de 1980, y cuenta con una extensión de 192.57.31 hectáreas.

La Meseta de Copoya presenta una geología que se caracteriza por afloramientos de capas marinas del Terciario Inferior, al norte posee rocas sedimentarias y volcanos sedimentarias del Eoceno, en el que destacan las limolitas con areniscas, y al sur dominan las calizas sedimentarias del Oligoceno (Müllerried, 1957). En el sustrato rocoso de la Meseta de Copoya, a la que pertenece la ZSCE El Zapotal, se han encontrado fósiles animales: microfósiles (Foraminífera), gusanos (Anélida), corales (Cnidaria), caracoles y conchas (Molusca), arañas de mar (Equinodermata), cangrejos (Artrópoda), tiburones y mantarrayas (Eslamobranquios), peces de escamas (Osteictios) y tortugas (Quelonios) (Carbot-Chanona, 2008). El suelo dominante del lado norte es el regosol calcárico con feozem háplico y litosol, de texturas medias y al sur presenta suelos de rendzina con litosol y luvisol crómico en regiones menores, todos de texturas medias. Todos son suelos poco desarrollados con gran cantidad de materia orgánica acumulada (Palacios, 2000).

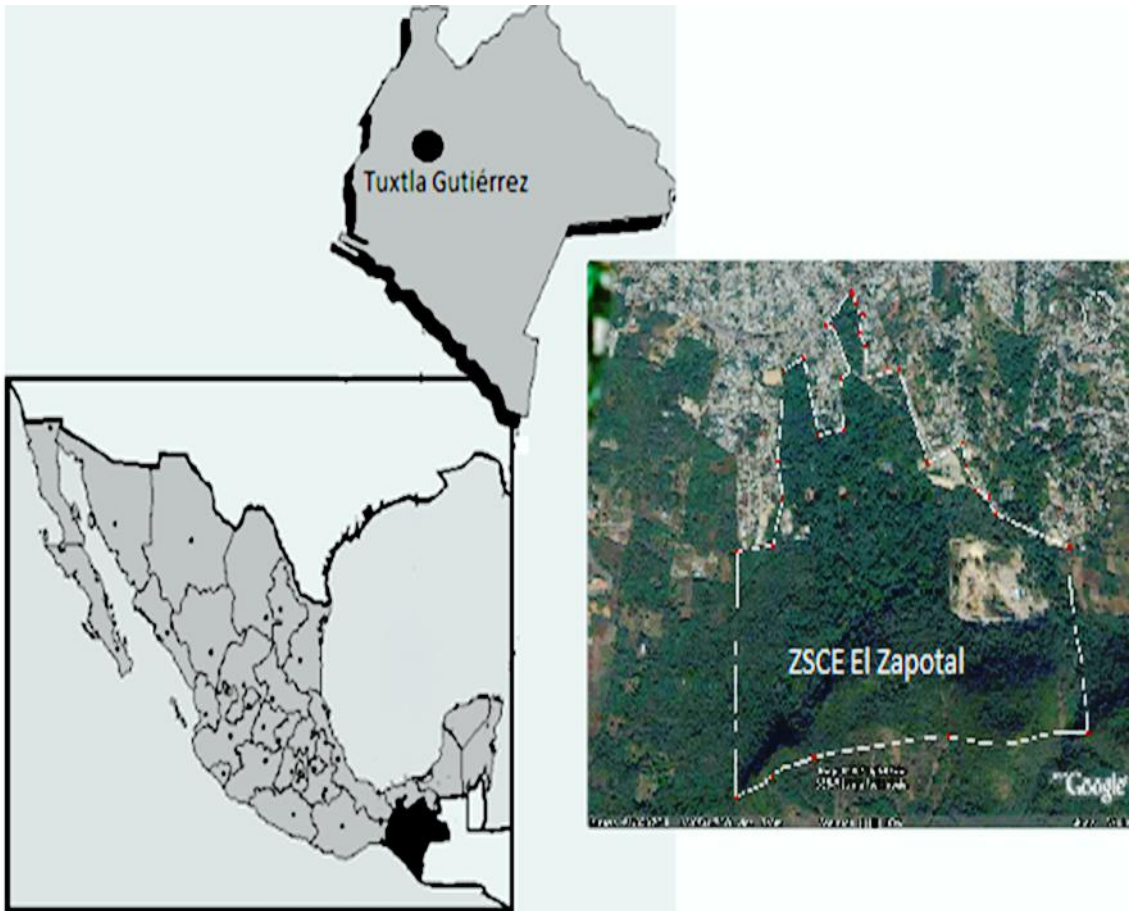


Figura 1. Ubicación de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) El Zapotal, Chiapas, México. Tomada de archivo gráfico de la SEMAHN, 2016.

La ZSCE El Zapotal pertenece a la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta y a su vez a la subcuenca del río Sabinal, además de formar parte de dos microcuencas, la microcuenca del río Cerro Huevo y la microcuenca del río Arroyo Grande (Gordillo, Santos y Esquinca, 2012). Según el sistema de clasificación de climas de Köppen corregido por García (1981), el clima se clasifica como cálido subhúmedo con temperatura media anual de  $24.55^{\circ}\text{C}$ , con régimen de lluvias principales en verano y lluvias invernales menores al 5% de la precipitación total ( $\text{Awo (w) igw}^{\text{r}}$ ). Presenta lluvias en primavera y verano con precipitaciones anuales entre 893.6 y 952.8 mm. En los meses de enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre la precipitación media es menor a 12 mm,

mientras que entre los meses de mayo y octubre la precipitación media oscila entre 59 y 73 mm, siendo el mes de junio el más lluvioso con un promedio de 212 mm, seguido de los meses de julio, agosto y septiembre, con valores de 184 a 156 mm. La temperatura media oscila entre los 23.5°C, mientras que las temperaturas más altas se dan en los meses de marzo a septiembre con valores iguales o superiores a 25° C y las más bajas en los meses de enero, noviembre y diciembre con medias mensuales de 22° C (Fernández, 1998; Palacios, 2000).

La ZSCE El Zapotal presenta vegetación de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subperennifolia, así como vegetación secundaria tipo Sabana (Palacios, 2000), siendo la Selva Baja Caducifolia la que ocupa la mayor parte de la reserva. Dentro de la vegetación dominante sobresalen las especies *Bursera excelsa*, *Alvaradoa amorphoides*, *Heliocarpus reticulatus*, *Leucaena leucocephala*, *Bursera simaruba*, por mencionar algunas, en la zona de Selva Baja Caducifolia y en la zona de Selva Mediana Subperennifolia se encuentran *Cedrela mexicana*, *Diospyrus digyna*, *Anona reticulata*, *Ficus glabrata*, *Zuelania guidonia*, entre otras (Cancino, 1999).

En dicha reserva se encuentra las oficinas centrales de la Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), así como el Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro (ZOOMAT) (Fernández, 1998). Debido al objetivo de conservación y exhibición al público por el que fue creado el ZOOMAT, existe una zona denominada área pública, que es un remanente de Selva Alta Perennifolia con las mismas características mencionadas anteriormente para este tipo de vegetación. Esta zona ha sido impactada debido a que en ella se encuentran la mayoría de los encierros de las especies que se exhiben al público, con la presencia de senderos, áreas de abasto y comercios fijos.

## VI. MÉTODO

### 6.1 Trabajo de campo

Para conocer el tamaño del ámbito hogareño y abundancia del Hocofoisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) se realizó el muestreo total aleatorio en la ZSCE El Zapotal, entre los meses de febrero y octubre del 2016, en el área de selva, que se encuentra dividida en Selva Alta Perennifolia y Selva Baja Caducifolia, así como también en el Área Pública. Los muestreos se realizaron semanalmente, durante tres días consecutivos, donde sólo un día los visitantes no estaban presentes y por periodos de tres horas por día: 7:00 a.m. a 8:00 a.m., 8:30 a.m. a 9:30 a.m. y 10:00 a.m. a 11:00 a.m., correspondiendo cada horario de manera aleatoria a cada tipo de vegetación de la zona de muestreo. Durante cada muestreo se llevaron a cabo los avistamientos de las dos especies.

Los registros de los avistamientos de las dos especies de Crácidos en el estudio se obtuvieron mediante el método de muestreo total aleatorio (Fjeldså, 1999), que consiste en recorrer cuadrantes de forma aleatoria y en el momento en que se observa a los individuos de las especies seleccionadas, se registran las coordenadas geográficas de ubicación y el número de individuos. Para delimitar el área que ocupan las dos especies de crácidos que se encuentran en libertad en la ZSCE El Zapotal, se utilizó el Sistema de Posicionamiento Global mediante un GPS marca Garmin<sup>MR</sup> modelo GPSMAP 60CSx, que permitió ubicar espacialmente los registros individuales observados de manera directa, de cada una de ellas en tres cuadrantes de aproximadamente 30 ha cada uno, delimitados por el tipo de vegetación o condición predominante: Selva Alta Perennifolia (SAP), Selva Baja Caducifolia (SBC) y Área Pública (AP), ver Figura 2.

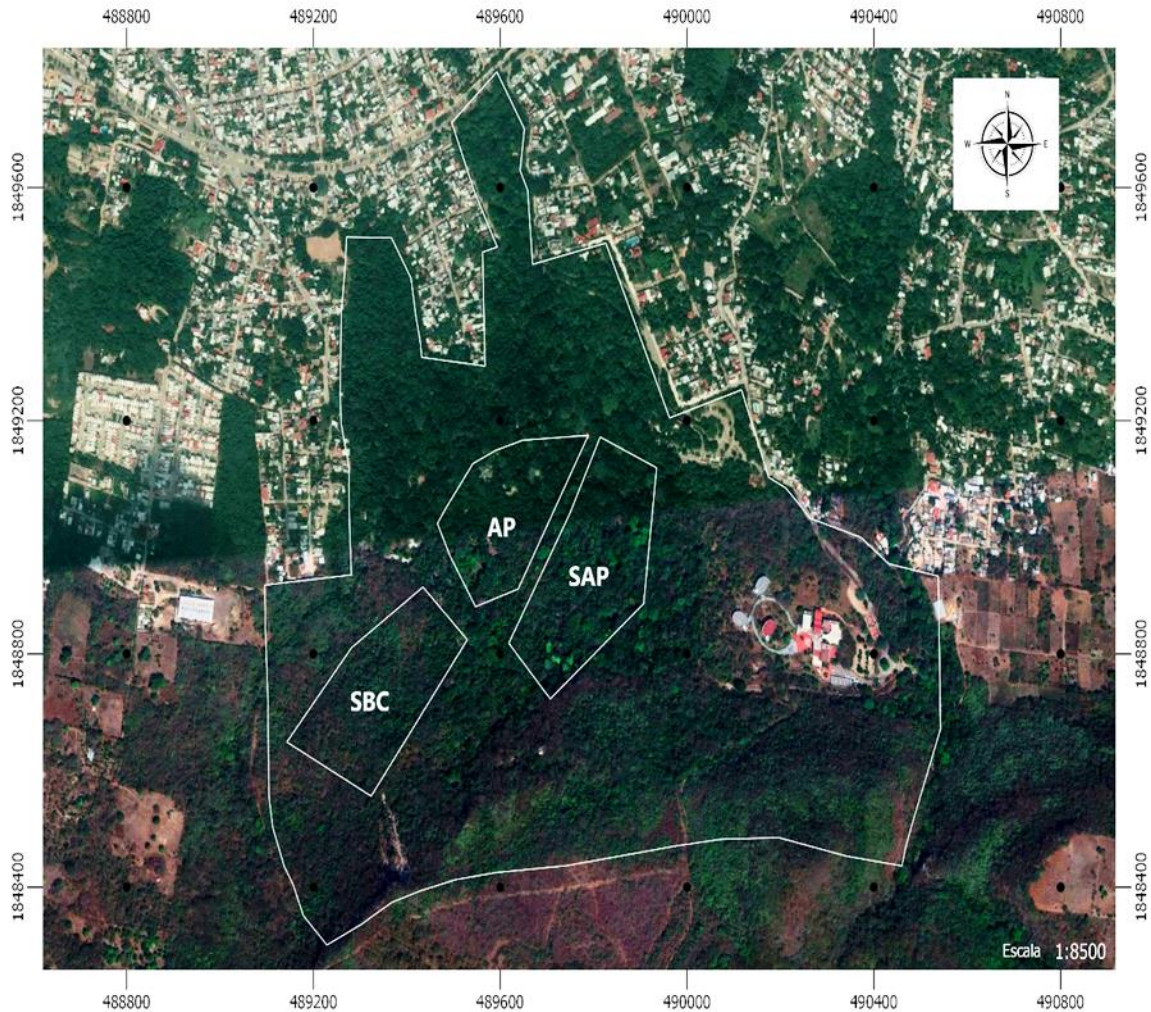


Figura 2. Cuadrantes de muestreo para el registro de *Crax rubra* y *Ortalis vetula* en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Selva Alta Perennifolia (SAP), Selva Baja Caducifolia (SBC), Área Pública (AP).

## 6.2 Análisis de datos

### 6.2.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupan el Hoco faisán (*Crax rubra*) y la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal

El análisis de los registros georreferenciados de Hoco faisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*), se realizó con el programa Home Range,



versión 1.5 que estima la distribución potencial en base al registro de los avistamientos de individuos de una población o especie, utilizando las unidades de entrada establecidas por *de facto* en el software y utilizando el método Kernel fijo, que consiste en un análisis detallado de la intensidad de uso de las diferentes áreas o hábitats por parte de los individuos de las especies registradas (Seaman, Griffith y Powell, 1998). Se basa en la estimación de la distribución espacial por medio de la estadística no paramétrica, siendo un método con menos rango de error que otro semejante, con la posibilidad de poder realizar comparaciones de los resultados obtenidos (Silverman, 1986; Worton, 1987).

### **6.2.2 Estimación de la abundancia y la densidad poblacional del Hocofoisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) en Selva y Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal**

Se obtuvo la abundancia absoluta de las especies de Hocofoisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) mediante el número de individuos registrados de cada una de ellas, en los sitios muestreados. Se estimó también la abundancia relativa con base a la proporción de individuos de cada una de las especies, con relación al total de individuos de su misma especie (Moreno, 2001). Las categorías de abundancia que se utilizaron fueron las propuestas por Pettingill (1970), que adoptan y modifican Arizmendi *et al.* (1990), Ortiz-Pulido *et al.* (1995); Ramírez (2000) y Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002), siendo las siguientes:

- Rara (especie no observada en intervalos largos de tiempo y en números muy bajos: de uno a cuatro individuos).
- Irregular (especie en la que se observa uno o pocos individuos, sin patrón de aparición: de cinco a diez individuos).
- Escasa (especie observada en números muy bajos: de 11 a 16 individuos).
- Común (especie observada en números bajos, en grupos pequeños o en pocos grupos grandes, de 17 a 39 individuos) y,

- Abundante (especie observada diariamente y en grandes números: de 40 a más individuos).

### **6.2.3. Relación del tamaño del ámbito hogareño de Selva y Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal con las densidades poblacionales estimadas del Hoco faisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*)**

Los datos del tamaño del ámbito hogareño ocupado y las abundancias obtenidas mediante el modelo generado en el software Home Range, versión 1.5 para el Hoco faisán (*Crax rubra*) y la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*), en cada uno de los sitios muestreados, fueron capturados en una base electrónica en formato Excell versión 2010. Posteriormente se aplicó la prueba no paramétrica de *U* de Mann-Whitney para muestras independientes (Zar, 1999), con la intención de comparar si las áreas totales de muestreo donde se distribuyen las especies (Selva Alta Perennifolia –SAP-, Selva Baja Caducifolia –SBC- y Área Pública –AP), difieren de manera significativa ( $p < 0.05$ ) con respecto a las abundancias registradas del Hoco faisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*). Este análisis se hizo de forma pareada entre las áreas de muestreo. Previamente se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov ( $n > 12$ ,  $p > 0.05$ ) para corroborar la aplicación de la prueba.

Finalmente se aplicaron análisis de regresión lineal simple, para determinar la relación que tiene la superficie ocupada por las dos especies con las densidades poblacionales de las aves estimadas con el software Home Range, versión 1.5, en cinco diferentes porcentajes de ocupación (25%, 50%, 75%, 95% y 100%), que permitirán reconocer las áreas de mayor concentración de individuos de las especies que apoyen su manejo en la reserva. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete PAST versión 2.09 (Hammer, 2001).

## VII. RESULTADOS

### 7.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa el Hoco faisán (*Crax rubra*) y la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) en Selva y el Área Pública en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal

Los muestreos realizados en la ZSCE El Zapotal tuvieron una duración de 108 días y 324 horas (108 horas por cada zona de muestreo), en donde se registraron un total de 823 avistamientos de *Crax rubra* y 1 662 de *Ortalis vetula* en Selva Alta Perennifolia (SAP), Selva Baja Caducifolia (SBC) y el Área Pública (AP). De estos registros solamente la mitad fueron analizados por el programa Home Range, versión 1.5. Para el caso de *C. rubra*, 181 registros corresponden a SAP, 12 a SBC y 218 a AP. Los registros de *O. vetula* fueron 397 en SAP, 63 en SBC y 370 en AP, ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis comparativo del tamaño del ámbito hogareño entre *Crax rubra* y *Ortalis vetula*, en general y por área muestreada, en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, mediante el método Kernel fijo (Home Range, versión 1.5). ZSCE EZ= Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal; SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública.

Especie	Área	Avistamientos obtenidos en campo	Registros analizados (Home Range 1.5)	Superficie estimada (ha)
<i>Crax rubra</i>	ZSCE EZ	823	411	17.02
	SAP	363	181	10.36
	SBC	24	12	1.06
	AP	436	218	6.42
<i>Ortalis vetula</i>	ZSCE EZ	1662	831	24.72
	SAP	795	397	10.1
	SBC	127	63	5.08
	AP	740	370	8.11

### **7.1.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Crax rubra* en toda el área de muestreo**

Los datos analizados para *Crax rubra* (411 registros en toda el área de muestreo) presentaron una covarianza con una  $r= 0.3336$ , que fue completamente eliminada mediante el método Kernel fijo, con base a la estandarización de los datos originales a datos normalizados ( $r= 0.0000$ ). El contorno resultante de la distribución de los registros de *C. rubra*, indica una superficie ocupada de 17.021 ha (Figura 3, inciso a).

#### **7.1.1.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Crax rubra* en Selva Alta Perennifolia**

Los resultados que se obtuvieron durante los muestreos en campo fueron de 363 registros en la Selva Alta Perennifolia. Los datos totales para su procesamiento en el programa Home Range, versión 1.5 fueron de 181 registros. Los datos analizados (181 registros) presentaron una covarianza con una  $r= 0.1685$  que fue completamente eliminada mediante el método Kernel fijo, con base a la estandarización de los datos originales a datos normalizados ( $r= 0.0000$ ). El contorno resultante de la distribución de los registros de *C. rubra*, indica una superficie ocupada de 10.361 ha (Figura 3, inciso b).

#### **7.1.1.2 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Crax rubra* en Selva Baja Caducifolia**

Los resultados que se obtuvieron durante los muestreos en campo fueron de 24 registros en la Selva Baja Caducifolia. Los datos totales para su procesamiento en el programa Home Range, versión 1.5 fueron de 12 registros. Los datos analizados (12 registros) presentaron una covarianza con una  $r= -0.5197$ , que fue completamente eliminada mediante el método Kernel fijo, con base a la estandarización de los datos originales a datos normalizados ( $r= 0.0000$ ). El contorno resultante de la distribución de los registros de *C. rubra*, indica una superficie ocupada de 1.060 ha (Figura 3, inciso c).

### 7.1.1.3 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Crax rubra* en Área Pública

Los resultados que se obtuvieron durante los muestreos en campo fueron de 436 registros en Área Pública. Los datos totales para su procesamiento en el programa Home Range versión 1.5 fueron de 218 registros. Los datos analizados (218 registros) presentaron una covarianza con una  $r = 0.5199$  que fue completamente eliminada mediante el método Kernel fijo, con base a la estandarización de los datos originales a datos normalizados ( $r = 0.0000$ ). El contorno resultante de la distribución de los registros de *C. rubra* indica una superficie ocupada de 6.422 ha (Figura 3, inciso d).

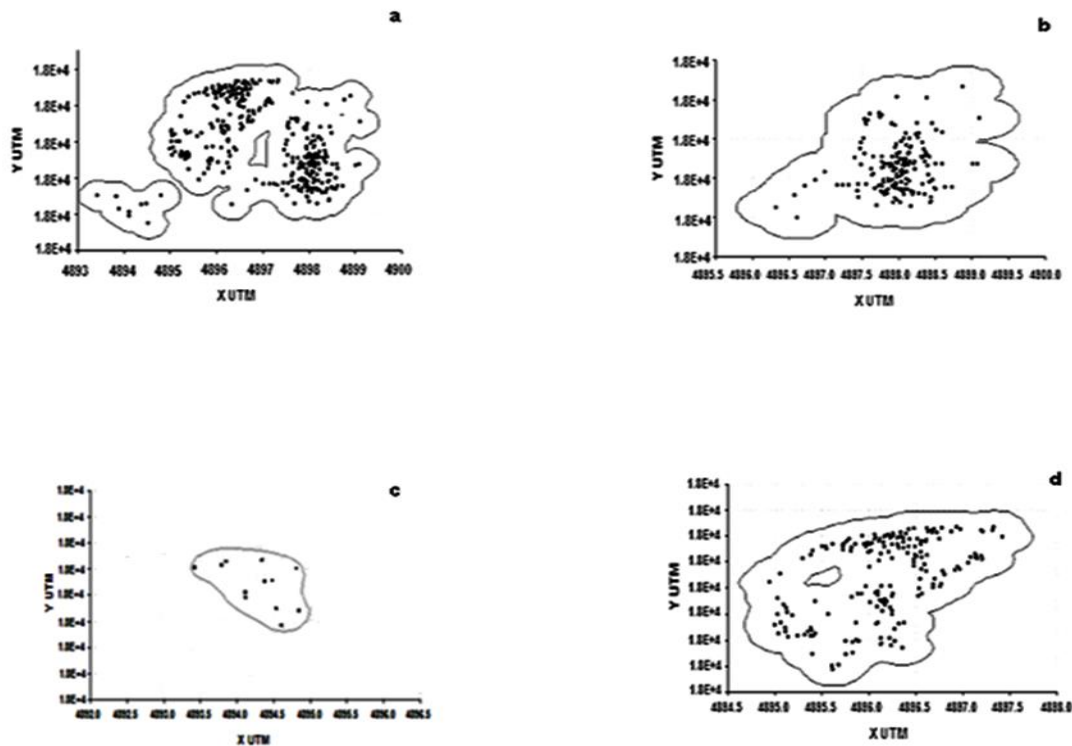


Figura 3. Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Crax rubra* en: a) toda el área de muestreo; b) Selva Alta Perennifolia; c) Selva Baja Caducifolia y d) Área Pública, en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, obtenida mediante el método Kernel fijo, representada en el sistema de coordenadas UTM. Los puntos indican los registros analizados por el programa Home Range, versión 1.5 y el contorno de las poligonales el tamaño del ámbito hogareño.

### **7.1.2 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Ortalis vetula* en toda el área de muestreo**

Los datos analizados para *Ortalis vetula* (831 registros en toda el área de muestreo) presentaron una covarianza con una  $r= 0.0445$  que fue completamente eliminada mediante el método Kernel fijo, con base a la estandarización de los datos originales a datos normalizados ( $r= 0.0000$ ). El contorno resultante de la distribución de los registros de *O. vetula* indica una superficie ocupada de 24.729 ha (Figura 4, inciso a).

#### **7.1.2.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Ortalis vetula* en Selva Alta Perennifolia**

Los resultados obtenidos durante los muestreos en campo fueron de 795 registros en Selva Alta Perennifolia. Los datos totales para su procesamiento en el programa Home Range, versión 1.5 fueron de 397 registros. Los datos analizados (397 registros) presentaron una covarianza con una  $r= 0.3372$ , que fue completamente eliminada mediante el método Kernel fijo, con base a la estandarización de los datos originales a datos normalizados ( $r= 0.0000$ ). El contorno resultante de la distribución de los registros de *O. vetula*, indica una superficie ocupada de 10.104 ha (Figura 4, inciso b).

#### **7.1.2.2 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Ortalis vetula* en Selva Baja Caducifolia**

Los resultados obtenidos durante los muestreos en campo fueron de 127 registros en Selva Baja Caducifolia. Los datos totales para su procesamiento en el programa Home Range versión 1.5 fueron de 63 registros. Los datos analizados (63 registros) presentaron una covarianza con una  $r= 0.7165$ , que fue completamente eliminada mediante el método Kernel fijo, con base a la estandarización de los datos originales a datos normalizados ( $r= 0.0000$ ). El contorno resultante de la distribución de los registros de *O. vetula*, indica una superficie ocupada de 5.082 ha (Figura 4, inciso c).

### 7.1.2.3 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Ortalis vetula* en Área Pública

Los resultados obtenidos durante los muestreos en campo fueron de 740 registros en Área Pública. Los datos totales para su procesamiento en el programa Home Range versión 1.5 fueron de 370 registros. Los datos analizados (370 registros) presentaron una covarianza con una  $r = 0.4521$ , que fue completamente eliminada mediante el método Kernel fijo, con base a la estandarización de los datos originales a datos normalizados ( $r = 0.0000$ ). El contorno resultante de la distribución de los registros de *O. vetula*, indica una superficie ocupada de 8.114 ha (Figura 4, inciso d).

En la Figura 5 se muestra la distribución espacial de *C. rubra* y *O. vetula* en los polígonos muestreados en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal.

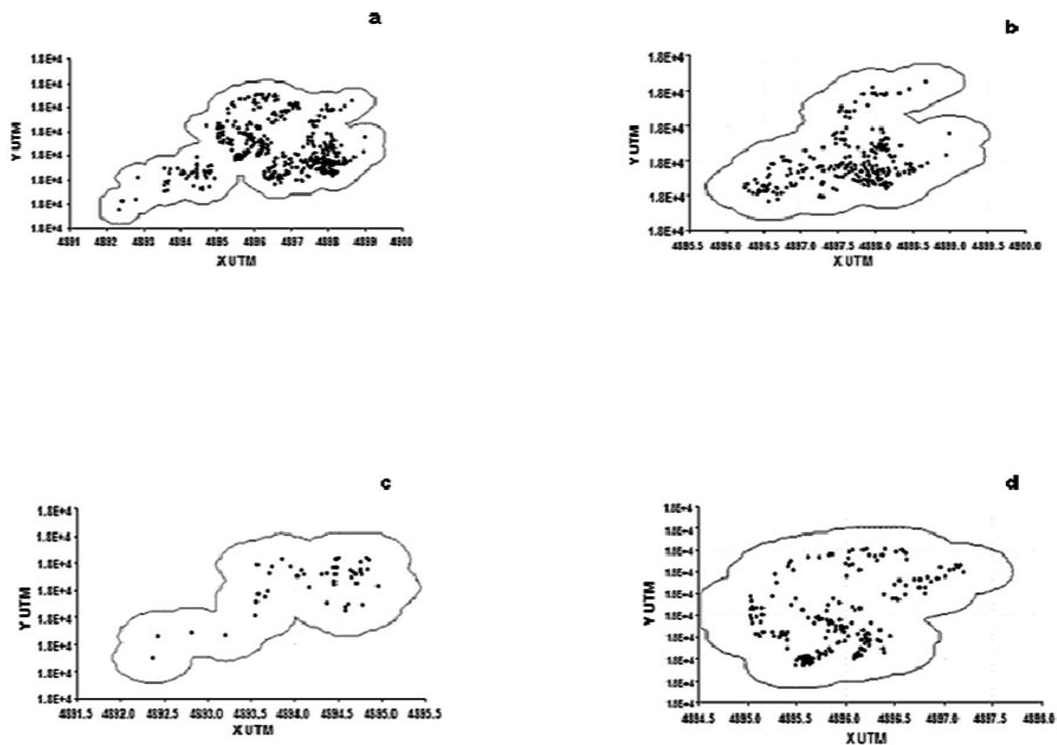
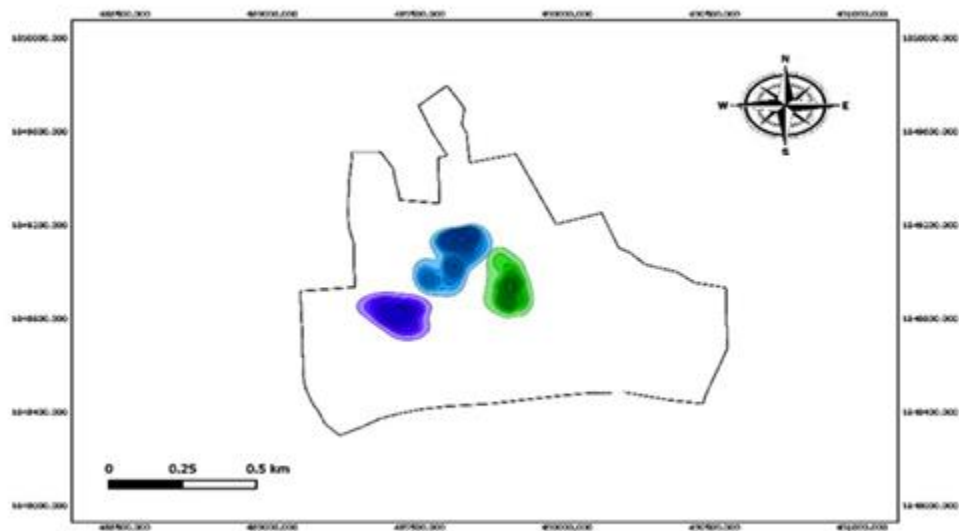


Figura 4. Tamaño del ámbito hogareño que ocupa *Ortalis vetula* en: a) Toda el área de muestreo; b) Selva Alta Perennifolia; c) Selva Baja Caducifolia y d) Área Pública, en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, obtenida mediante el método Kernel fijo, representada en el sistema de coordenadas UTM. Los puntos indican los registros analizados por el programa Home Range, versión 1.5 y el contorno de las poligonales el tamaño del ámbito hogareño.



-A-



-B-

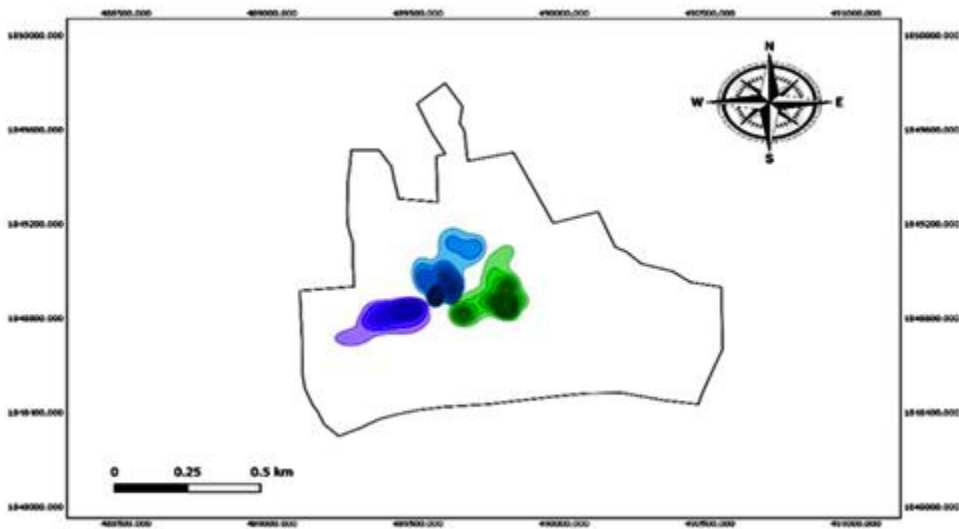


Figura 5. Mapa que representa el tamaño del ámbito hogareño del Hoco faisán (*Crax rubra*) -A- y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) -B-, en cada una de las áreas muestreadas de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal. Verde= Selva Alta Perennifolia, Morado= Selva Baja Caducifolia y Azul= Área Pública. La intensidad de color representa el grado de concentración de los individuos registrados.

## **7.2 Estimación de la abundancia y densidad poblacional del Hoco-faisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) en Selva y el Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal**

Se obtuvo un total de 2 485 registros individuales de *C. rubra* y *O. vetula* en conjunto para el área muestreada de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal. 823 registros corresponden a *C. rubra* y 1 662 a *O. vetula*. Para obtener las categorías de abundancia de cada especie, se realizó una regla de tres obteniendo el promedio en donde el resultado final permitió obtener la categoría de abundancia respectiva de los avistamientos por cada zona de muestreo.

### **7.2.1 Abundancia de *Crax rubra* en general y por área muestreada**

Los registros obtenidos para *C. rubra* fueron en total de 823 avistamientos para la ZSCE El Zapotal, de los cuales se registraron 363 avistamientos en Selva Alta Perennifolia (SAP), 24 avistamientos en Selva Baja Caducifolia (SBC) y 436 en Área Pública (AP). Con base en las categorías de abundancia utilizadas, propuestas por Pettingill (1970), que adoptan y modifican Arizmendi *et al.* (1990), Ortiz-Pulido *et al.* (1995); Ramírez (2000) y Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002), la ZSCE El Zapotal resultó con un valor promedio de 7.62, la SAP con 3.36, la SBC con 0.22 y la AP con 4.03 (ver Cuadro 2).

### **7.2.2 Abundancia de *Ortalis vetula* en general y por área muestreada**

Los registros obtenidos para *O. vetula* fueron en total de 1662 avistamientos para la ZSCE El Zapotal, de los cuales se registraron 795 avistamientos en Selva Alta Perennifolia (SAP), 127 avistamientos en Selva Baja Caducifolia (SBC) y 740 en Área Pública (AP). Con base en las categorías de abundancia utilizadas por Pettingill (1970), que adoptan y modifican Arizmendi *et al.* (1990), Ortiz-Pulido *et al.* (1995); Ramírez (2000) y Ramírez-Albores y Ramírez-Cedillo (2002), la ZSCE El Zapotal resultó con un valor promedio de 15.38, la SAP con 7.36, la SBC con 1.17 y la AP con 6.85 (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Categorías de abundancia para *Crax rubra* y *Ortalis vetula*, en general y por área muestreada en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, mediante el método Kernel fijo (Home Range, versión 1.5). ZSCE EZ= Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal; SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública.

	Zona	Número de Avistamientos	Promedio	Categoría de Abundancia
<i>Crax rubra</i>	ZSCE EZ	823	7.62	Irregular
	SAP	363	3.36	Rara
	SBC	24	0.22	Rara
	AP	436	4.03	Rara
<i>Ortalis vetula</i>	ZSCE EZ	1662	15.38	Escasa
	SAP	795	7.36	Irregular
	SBC	127	1.17	Rara
	AP	740	6.85	Irregular

### 7.2.3 Densidad poblacional de *Crax rubra* y *Ortalis vetula* en general y por área muestreada

La densidad poblacional estimada para *Crax rubra* y *Ortalis vetula* con el software Home Range, versión 1.5, en cinco diferentes porcentajes de ocupación (25%, 50%, 75%, 95% y 100%), señala valores altos en pequeñas superficies, y de manera inversa, valores de densidades poblacionales bajos en superficies grandes, es decir, a mayor superficie menor densidad de individuos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tamaño del ámbito hogareño y densidad poblacional estimada para *Crax rubra* y *Ortalis vetula* en las diferentes zonas de muestreo dentro de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal. ZSCE EZ= Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal; SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública. ha= hectáreas, Ds= densidad poblacional.

	Ocupación (%)	ZSCE EZ		SAP		SBC		AP	
		ha	Ds	ha	Ds	ha	Ds	ha	Ds
<i>Crax rubra</i>	25	0.48	0.37	0.22	0.85	0.46	0.47	0.26	0.71
	50	1.41	0.19	0.63	0.43	1.06	0.35	0.73	0.38
	75	3.31	0.08	1.44	0.21	1.94	0.20	1.60	0.21
	95	7.19	0.02	3.01	0.06	3.67	0.04	3.19	0.06
	100	12.44	0.00	5.32	0.00	7.13	0.00	5.24	0.00
<i>Ortalis vetula</i>	25	0.49	0.31	0.23	0.78	0.12	1.57	0.09	1.49
	50	1.64	0.15	0.68	0.43	0.32	0.99	0.41	0.51
	75	4.25	0.06	1.55	0.19	0.68	0.52	1.17	0.21
	95	9.46	0.01	3.33	0.05	1.36	0.14	2.75	0.06
	100	16.66	0.00	5.53	0.00	2.45	0.00	4.74	0.00

### 7.3 Relación del tamaño del ámbito hogareño de Selva y Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal con el tamaño poblacional del Hoco faisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*)

#### 7.3.1 Prueba de *U* de Mann-Whitney para muestras independientes

La prueba no paramétrica de *U* de Mann-Whitney para muestras independientes (Zar, 1999), señala que para ambas especies (*Crax rubra* y *Ortalis vetula*), las superficies de SAP-SBC y SBC-AP difieren de manera significativa entre sí, respecto a sus medias de la variable abundancia ( $p < 0.05$ , Cuadro 4). Los valores

estimados en la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov ( $p>0.05$ ) justifican la aplicación de la prueba estadística.

Cuadro 4. Prueba de  $U$  de Mann-Whitney para abundancia de *Crax rubra* y *Ortalis vetula* entre pares de áreas de muestreo, dentro de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal. SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública.  $K-S$  = Prueba estadística Kolmogorov-Smirnov.

		$K-S$	Media de los rangos	$U$	$Z$	$P$
<i>Crax rubra</i>	SAP-SBC	0.00	78.13	675	-11.83	0.00*
	SAP-AP	0.08	51.13	5159	-1.48	0.13
	SBC-AP	0.00	29.72	532.5	-12.11	0.00*
<i>Ortalis vetula</i>	SAP-SBC	0.00	74.34	1494	-9.82	0.00*
	SAP-AP	0.83	55.46	5571	-0.56	0.56
	SBC-AP	0.00	33.57	1366	-10.07	0.00*

### 7.3.2 Regresiones lineales

Los valores de  $R^2$  en los modelos de regresión lineal obtenidos, en su mayoría, tienen un alto poder explicativo (entre 0.569 y 0.798). Se observa una relación estadística negativa y significativa ( $p>0.05$ ) de la superficie con relación a la densidad poblacional, que señala que a mayor superficie disponible menor densidad poblacional (Cuadro 5, Figuras 6 y 7).

Cuadro 5. Valores de regresión lineal de las superficies ocupadas por *Crax rubra* y *Ortalis vetula* con la densidad en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal. ZSCE EZ= Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal; SAP= Selva Alta Perennifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; AP= Área Pública.  $R$ = Coeficiente de determinación,  $R^2$  = Coeficiente de correlación.

	Zona de muestreo	$R$	$R^2$	$p$
<i>Crax rubra</i>	ZSCE EZ	0.831	0.691	0.000*
	SAP	0.814	0.662	0.000*
	SBC	0.893	0.798	0.041*
	AP	0.847	0.717	0.000*
<i>Ortalis vetula</i>	ZSCE EZ	0.754	0.569	0.000*
	SAP	0.828	0.686	0.000*
	SBC	0.859	0.738	0.000*
	AP	0.629	0.396	0.000*

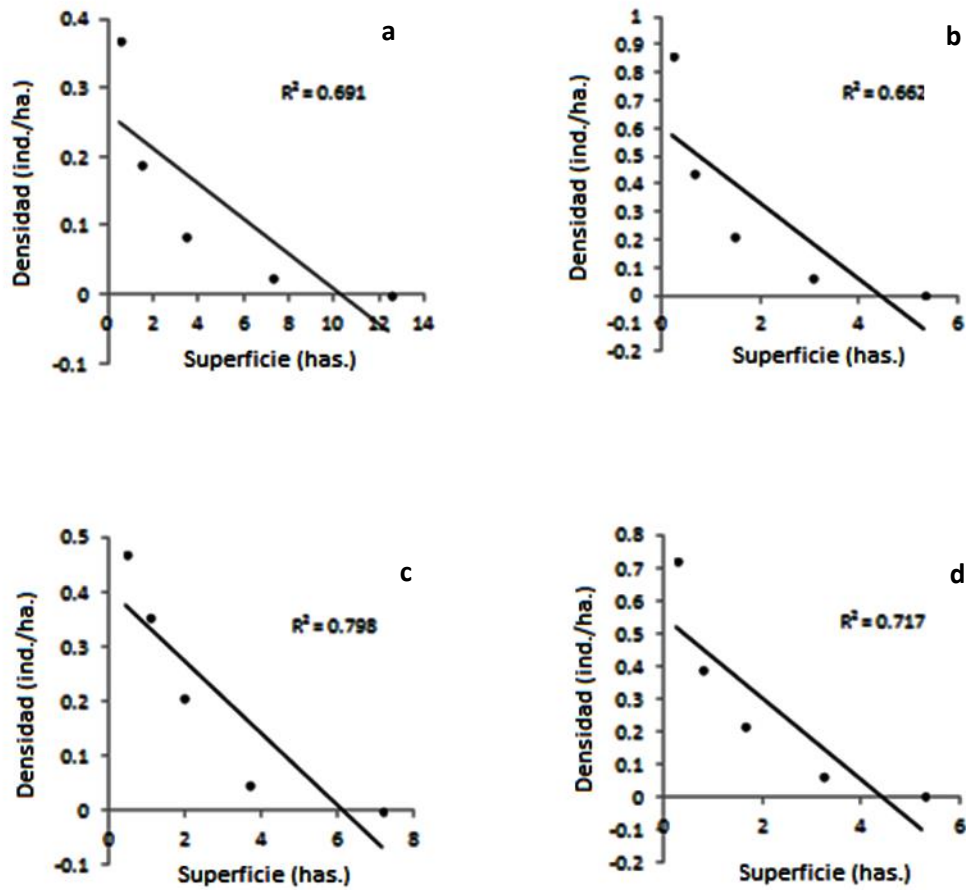


Figura 6. Curvas de regresión lineal resultado de la confrontación de las superficies ocupadas por *Crax rubra* en: a) Toda el área de muestreo; b) Selva Alta Perennifolia; c) Selva Baja Caducifolia y d) Área Pública de la Zona Sujeta a conservación Ecológica El Zapotal con la densidad poblacional estimada. Los puntos representan los cinco intervalos de ocupación definidos en el programa Home Range, versión 1.5.

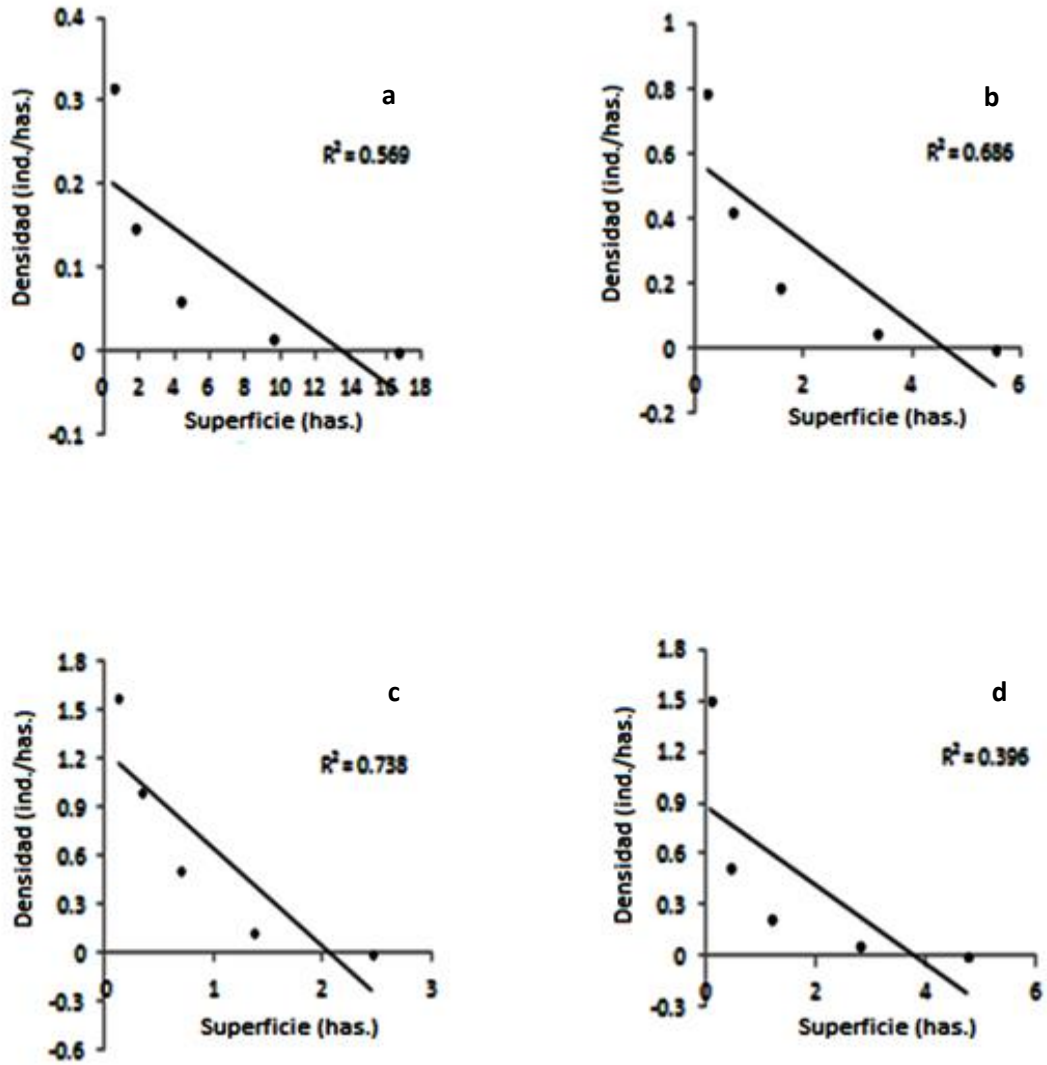


Figura 7. Curvas de regresión lineal resultado de la confrontación de las superficies de *Ortalis vetula* en: a) Toda el área de muestreo; b) Selva Alta Perennifolia; c) Selva Baja Caducifolia y d) Área Pública de la Zona Sujeta a conservación Ecológica El Zapotal con la densidad poblacional estimada. Los puntos representan los cinco intervalos de ocupación definidos en el programa Home Range, versión 1.5.



## VIII. DISCUSIÓN

### 8.1 Tamaño del ámbito hogareño que ocupa el Hocofoisán (*Crax rubra*) y la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*) en Selva y el Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal

El tamaño del ámbito hogareño obtenido para cada una de las especies dentro de la ZSCE El Zapotal resultó diferente, a pesar de que se encuentran dentro de la misma reserva y comparten algunos hábitos alimenticios. No obstante que, las dos especies tienen el mismo tiempo de residencia en la ZSCE El Zapotal, desde el año 1980 en que el ZOOMAT fue trasladado de su ubicación original en el Parque Madero, en el centro de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. La diferencia en su distribución obtenida en este trabajo puede ser resultado de su particular historia natural, ya que una de ellas requiere de áreas más conservadas (*C. rubra*) y la otra ocupa zonas menos conservadas (*O. vetula*). Por otra parte, históricamente han existido diferencias en los tamaños poblacionales de ambas especies dentro de la reserva, siendo siempre menor la población de *C. rubra* que la de *O. vetula* (Cartas Heredia, com. pers.).

Existe el señalamiento de que el uso del hábitat por parte de los Crácidos, depende de condiciones bióticas y abióticas adecuadas a los requerimientos de cada una de sus especies (Brooks, 2000). *Ortalis vetula* puede vivir en diferentes hábitats y altitudes (Brooks y Strahl, 2000), ocupando las zonas arbustivas de vegetación secundaria y en los bordes de la vegetación, principalmente en hábitats poco heterogéneos (Brooks, 1997). Por el contrario, *C. rubra* ocupa el interior de selvas más conservadas (Martínez-Morales, 1996), aunque ocasionalmente también selvas relativamente perturbadas (McCoy, 1997).

La SAP y el AP son las áreas que ofrecen las características bióticas y abióticas más adecuadas para un uso frecuente de la fauna silvestre (Cancino, 1999 y Palacios, 2000), que se ve reflejado en los resultados obtenidos para las dos especies (10.36 ha para *C. rubra* y 10.1 ha para *O. vetula* en SAP; 6.42 ha para *C. rubra* y *O. vetula* 8.11 ha en AP). La SAP es el área más conservada

dentro de la ZSCE El Zapotal y el AP, a pesar de la alteración que presenta al contener los encierros de las especies que se exhiben en el ZOOMAT, es una continuidad en el tipo de vegetación de este tipo de selva. Pulliam (2000) señala que en general, una especie se presentará en los sitios donde las condiciones bióticas y abióticas le permitan mantener o incrementar su abundancia, dicha presencia podrá ser tan amplia como su nicho fundamental lo permita, y estará ausente cuando la interacción con otras especies sea tan fuerte que le signifique un desplazamiento, principalmente por la depredación y la competencia, aunque las condiciones sean las óptimas para que el nicho sea ocupado (Vázquez, 2005). En el caso particular de estas dos especies parece no existir conflicto para la ocupación del nicho dentro de la ZSCE El Zapotal, sin embargo, se necesitaría realizar estudios que comprueben esta hipótesis.

Las dos especies de crácidos estudiadas tienen hábitos arbóreos (Gispert, 1998), condición que se observó tanto en la SAP como en la AP. Esta adaptación les permite a ambas especies la búsqueda y obtención de alimento de manera exitosa, ya que este ecosistema es el más diverso de la reserva, en cuanto a disposición de árboles y de alimento (Moreno *et al.*, 2016). Por otra parte, la presencia humana, origina que haya modificaciones en la distribución natural de las especies (Rangel-Salazar *et al.*, 2013). En el caso del ZOOMAT ambas especies son alimentadas de manera inducida por los visitantes y obtienen alimento en los encierros de otras especies, lo que provoca la concentración de individuos en zonas particulares dentro del AP. Este comportamiento aprendido, fue compensado en el análisis por el tipo de muestreo realizado ya que se muestreó en días y horarios en que los visitantes no estaban presentes. La estructura arbórea y el alimento disponible en los encierros, como la ofrecida directamente por parte de los visitantes del ZOOMAT, seguramente contribuyen a que ambas especies se concentren de forma amontonada o agregada, en estas dos áreas.

Los resultados obtenidos para la SBC dentro de la ZSCE El Zapotal (1.06 ind/ha para *C. rubra* y 5.08 ind/ha para *O. vetula*), señalan que este tipo de vegetación parece no ofrecer las características bióticas y abióticas más adecuadas para el uso frecuente por ninguna de las dos especies analizadas. En esta área de la reserva, el sustrato es arcilloso, la pedregosidad es alta y hay falta de humedad (Cancino, 1999), por lo tanto, la disposición de alimento es baja y la cobertura vegetal se encuentra fragmentada (Moreno *et al*, 2016), además de que colinda con la zona conurbana al norponiente, donde existe una alta actividad antrópica que puede estar limitando la ocupación por parte de las dos especies. Estas condiciones, hacen que las especies en este tipo de vegetación estén expuestas a la insolación, al exceso de ruido por actividades humanas (*i.e.* construcción inmobiliaria) y a la cacería furtiva, que ocurre esporádicamente (Fernández, 1998; Fernández, 2002).

Brooks (1997), señala que la superficie que ocupa *O. vetula* en las zonas en donde se distribuye, en el Continente Americano, es resultado de una rápida adaptación a los cambios que ha sufrido a lo largo del tiempo, sin embargo, ha derivado en una distribución fragmentada, aislando a ciertas poblaciones (Peterson, 2000; Brooks, 2006; Brooks, Cancino y Pereira, 2006). Contrariamente, *C. rubra* es menos tolerante ya que depende de hábitats boscosos escasamente perturbados (Ríos y Muñoz, 2006). El grado de tolerancia de estas dos especies puede estar teniendo entonces, un papel fundamental en los resultados obtenidos para la ZSCE El Zapotal, por lo que *C. rubra* ocupó preferentemente la SAP y el AP.

## **8.2 Estimación de la abundancia y de la densidad poblacional del Hoco faisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca olivácea (*Ortalis vetula*) en Selva y el Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal**

La abundancia obtenida para cada una de las especies en la totalidad de los polígonos muestreados dentro de la ZSCE El Zapotal, fue diferente entre sí. *Ortalis vetula* presentó en general, una mayor abundancia que *Crax rubra*; con

base en las categorías de abundancia utilizadas, *C. rubra* resultó ser una especie irregular y *O. vetula* una especie escasa en la ZSCE El Zapotal. El mismo patrón resultó a nivel de tipo de vegetación muestreada, donde en la Selva Alta Perennifolia (SAP y AP) las dos especies tuvieron el mismo comportamiento de diferencia en abundancias, aquí *C. rubra* resultó ser una especie rara y *O. vetula* una especie irregular. Estos datos, confirman la importancia de la contribución del parámetro de la abundancia en la diversidad de las especies y su relación con el área que ocupan. Altamirano *et al.* (2012) señalan que la abundancia con respecto al valor de la diversidad estimada se ve afectada conforme se modifica la estructura y composición de la vegetación, siendo de gran importancia la cobertura y altura arbórea y la arbustiva, que les permite a las especies obtener recursos para alimentarse y refugiarse, donde depende del tipo de vegetación que ocupa, así como por la superficie disponible.

La condición de abundancia resultante de *C. rubra* dentro de la ZSCE El Zapotal en una de las categorías más bajas (categoría irregular), señala que a pesar de que existe un nicho propicio, que aparentemente proporciona la SAP para la familia Cracidae, en la mayoría de la superficie de esta reserva, el número de individuos registrados en este tipo de vegetación es más bajo, con relación al AP que se encuentra perturbada, siendo la probable causa de esta diferencia. En este polígono de SAP, existe la presencia de dos arroyos con agua corriente todo el año, con abundancia y cobertura de árboles que proporcionan sombra permanente y permiten una temperatura promedio de 22° C y existen sitios para anidar y protegerse de las amenazas que puedan existir, así como la disposición de alimento natural (Fernández, 1998). En consideración de Álvarez del Toro (1981), la SAP cumple con las condiciones más adecuadas para la ocupación del espacio por algunas especies de Crácidos en general. La particular condición de *C. rubra* como especie rara, dentro del ZSCE El Zapotal, puede deberse, además, a su particular historia natural, ya que adquiere la madurez sexual al segundo año y tiene crías hasta el tercer año, con la puesta de dos huevos, raramente tres. Por el contrario, los individuos de *O. vetula* son capaces de reproducirse desde el primer año, aunque esperan hasta el segundo para empezar a anidar, con una

puesta de dos a cuatro huevos y con un 65% de éxito de anidación (Marion y Fleetwood, 1978). Específicamente para el AP, debido a la presencia humana, la concentración de individuos puede estar contribuyendo también en su distribución dentro de la reserva. Al respecto Rangel-Salazar *et al.* (2013), señalan que en los Zoológicos que se ubican dentro de Áreas Naturales Protegidas, existe además la disposición de alimento inducido por los visitantes. En el caso del ZOOMAT se encuentra también disponible el alimento, en los encierros de las diferentes especies en exhibición, propiciando así la concentración de individuos en sitios particulares de manera amontonada o aglomerada. Odum (1972) y Vázquez (2011) indican que este tipo de distribución es de los más comunes en vida silvestre.

La Selva Baja Caducifolia se reconoce como el área con más baja diversidad de especies dentro de la ZSCE (Fernández, 1998). En su parámetro de abundancia las dos especies analizadas calificaron en la categoría rara, lo que puede atribuirse a la estructura y composición de la vegetación, ya que existen pocos árboles y los que predominan son de bajas alturas, además de otros factores ambientales como la ausencia de arroyos y la cercanía de la malla que separa el Área Natural Protegida con la zona urbana, donde ocurre la construcción de viviendas que han reducido la cobertura vegetal periférica de la reserva, provocando que las especies la abandonen temporalmente y suceda también la cacería furtiva, como lo señala Fernández (1998).

Gaston *et al.* (2000) señalan que la explotación de recursos por especies que ocupan el espacio a bajas densidades, cuando sucede de manera moderada puede permitir la regeneración de estos recursos de una manera más rápida a través del tiempo, ya que existe una relación positiva entre la abundancia o la densidad a nivel intra-específico con la variación temporal en la cantidad de recursos disponibles en la misma zona. Estos autores, indican también que aún en poblaciones relativamente estables, los efectos de las condiciones climáticas provocarán variaciones a lo largo del tiempo, sobre la producción y disponibilidad de los recursos utilizados, que son determinantes. En la ZSCE El Zapotal, se

observó un aumento temporal del número de individuos por superficie durante breves periodos en las mismas zonas de muestreo, que coincidían cuando había abundancia de alimento (natural o inducido), sin que aparentemente hubiera disputas por ellos. Los modelos de las dos especies analizadas, pueden explicar este comportamiento con lo señalado por Hastings (1997), Hixon, Pacala y Sandin (2002) y Berryman (2003), que indican que en una población el efecto de la abundancia en la competencia por los recursos entre los individuos, puede ser positiva a bajas densidades. Al respecto Odum (1972) señala que este comportamiento ocurre de forma común, en muchas especies en vida silvestre. De manera contraria, a altas densidades se ha encontrado que el efecto es negativo, ya que esto genera el desplazamiento de los individuos y el desabasto de recursos en la zona (Pulliam, 2000). Esta aseveración podría comprobarse con estudios posteriores de temporalidad, dentro de la ZSCE El Zapotal.

Los cambios a los que ha sido sometida la ZSCE El Zapotal a lo largo del tiempo, posiblemente han provocado que los individuos de las especies de *C. rubra* y *O. vetula* lleguen a ocupar zonas que no eran visitadas frecuentemente, formando congregaciones que temporalmente le son favorables (*i.e.* en Selva Baja Caducifolia). Al respecto, Harrison y Taylor (1996) señalan que las extinciones, son el resultado de comportamientos que orillan a las especies a formar grupos de tamaños reducidos que ocupan zonas diferentes a las originales, donde las condiciones no son óptimas para su estabilidad y pueden originarse eventos de competencia (Pulliam, 2000). En este sentido, en la ZSCE El Zapotal no se observaron eventos frecuentes de competencia intra o inter-específica entre las especies estudiadas que pudieran indicar problemas de coexistencia.

En este estudio las densidades estimadas para ambas especies en la ZSCE El Zapotal, resultaron ser menores dentro de grandes superficies muestreadas y de manera inversa, se registraron valores más altos de densidades poblacionales dentro de superficies pequeñas. Además, en el caso específico del área que ocupa el ZOOMAT dentro de la ZSCE El Zapotal, la reducción de superficies de vegetación original y su modificación para la exhibición de las especies,

posiblemente ocasiona variación en las abundancias y en las densidades de las aves analizadas (*i.e. C. rubra* y *O. vetula*), ya que se han provocado eventos de concentración del número de individuos en áreas específicas, debido en parte a las condiciones que presenta el hábitat, los requerimientos de cada especie y por el incremento de recursos alimenticios de manera inducida. Por otra parte, la vegetación de la ZSCE El Zapotal se considera como un selva madura, con árboles viejos (Cancino, 1999), donde existe disminución de áreas de vegetación y de calidad de los recursos (alimento, agua, sombra), que puede provocar la saturación de los individuos y generar conflictos intra-específicos, además de que probablemente pueda existir la emigración de individuos de diferentes áreas alrededor de la reserva, e.g. Cerro Mactumactzá y Meseta de Copoya (Fernández, 2002).

De suceder lo señalado en los párrafos anteriores, la situación de las especies estudiadas puede tomarse crítica, ya que actualmente una parte de la Meseta de Copoya, que colinda al sur poniente de la ZSCE El Zapotal, se encuentra amenazada por el cambio de uso del suelo, que afectaría directamente la cobertura arbórea en la reserva y sus alrededores y traería como consecuencia la pérdida de especies que la habitan y visitan, ya que conecta estructuralmente la vegetación de la ZSCE El Zapotal con el Cerro Mactumactzá y la Meseta de Copoya. El área propuesta a cambio dentro de la Meseta de Copoya, se encuentra en una de las zonas de mayor riesgo de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez por el cambio de uso del suelo que provocaría deslizamientos en el área afectada, generando derrumbes y la fragmentación del hábitat, disminuyendo así la capacidad de amortiguamiento por parte de la cobertura vegetal que traería efectos negativos sobre la diversidad biológica que protege (El Universal, 2017; Cyntia Reyes comp. pers. 2017).

### **8.3 Relación del tamaño del ámbito hogareño de Selva y Área Pública de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal con la densidad poblacional estimada del Hoco faisán (*Crax rubra*) y de la Chachalaca Olivácea (*Ortalis vetula*)**

Las gráficas de relación de las superficies con las densidades de *C. rubra* y *O. vetula* señalaron en todos los casos que existe una relación negativa, resultando que, para ambas especies, a mayor superficie disponible menor densidad poblacional. Lo anterior, puede deberse a que la mayoría de los individuos de las especies de Crácidos analizadas se encuentran distribuidos dentro de los polígonos obtenidos, de manera amontonada o aglomerada (Odum, 1972; Vázquez, 2011). Esta distribución obedece posiblemente a la distribución en forma agrupada de los recursos que utilizan y que pueden estar atrayendo a las especies de aves estudiadas. La distribución espacial amontonada o aglomerada, fue más evidente en *O. vetula*, debido posiblemente a que forma grupos más numerosos que *C. rubra*, además de ocupar áreas con mayor perturbación.

MacArthur y Wilson (1967) señalan que, a mayor superficie, mayor heterogeneidad espacial, lo que proporciona mayor disponibilidad de recursos en superficies grandes (Teoría de Biogeografía de Islas). Esta aseveración aplica a nivel de riqueza de especies, la explicación a nivel abundancia podría hacerse mediante la distribución espacial de los recursos, señalada en la Teoría de Metapoblaciones (Hanski, 1997), que considera como agentes de cambio a la heterogeneidad y a la dispersión de los individuos. Un factor importante en la dispersión de los individuos es la condición de la matriz espacial que rodea a los parches de vegetación (Gascon, 1999). Altamirano (2013) señala al respecto que, la heterogeneidad ambiental es un factor que puede afectar patrones como la abundancia y la distribución, así también los procesos de competencia, dispersión y selección del hábitat por parte de las especies. Para la ZSCE El Zapotal, la matriz espacial puede estar teniendo un papel fundamental al permitir o limitar el movimiento de los individuos de las especies de crácidos, para la visita u ocupación de otros hábitats aledaños (*i.e.* Cerro Mactumactzá y la Meseta de Copoya). La matriz urbana que rodea a la ZSCE El Zapotal presenta en su



mayoría hábitats modificados que, de aumentar, influirán negativamente en la dispersión de los individuos entre parches de vegetación. Este fenómeno ha sido señalado y comprobado por Sodhi *et al.* (2008).

La ZSCE El Zapotal ha sufrido una serie de cambios que han ocasionado el disturbio de sus hábitats, lo que ha originado la modificación en la estructura de las poblaciones de las especies de aves en estudio y las mejores condiciones para su sobrevivencia (Fernández, 1998). Esto ha ocasionado posiblemente que *C. rubra* y *O. vetula* se encuentren en mayor abundancia en las zonas de SAP y AP, y menor en la zona de SBC, que presenta un estado mayor de disturbio y de fragmentación, además de que no cuenta con las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de ambas especies señaladas por Brooks y Strahl (2000). Vega y Peters (2003) mencionan que el disturbio es un proceso que modifica los patrones espaciales y temporales en la composición de las especies (presencia o ausencia, abundancia absoluta y relativa) y estructura (distribución espacial, tamaños en las poblaciones, por mencionar algunas). En el caso de la SAP y AP dentro de la ZSCE El Zapotal, el disturbio intermedio parece tener influencia, favoreciendo a las especies de crácidos en libertad, ya que es aquí donde existe recuperación moderada de la vegetación hacia una condición de la que originalmente existía, donde la sucesión ecológica está presente, lo que propicia hábitats de tipo heterogéneo, que permiten la coexistencia de un mayor número de especies en una misma área (Connell, 1978).

La fragmentación de esta área natural ha originado la dispersión de ambas especies dentro de la ZSCE El Zapotal, formando así pequeñas congregaciones en diferentes zonas que se comunican entre sí, ocurriendo la mayor concentración en la zona de SAP. Al respecto, Stewart *et al.* (2001) mencionan que la permanencia de estas congregaciones depende de que la heterogeneidad ambiental genere tasas de dispersión moderadas de los individuos entre los parches de vegetación en el paisaje y la configuración espacial de los elementos del paisaje (*i.e.* fragmentos de parches). Aunado al proceso de fragmentación, se ha reconocido la importancia de la matriz como parte fundamental del paisaje, ya

que su configuración posibilita la migración de algunas especies y facilita la conexión entre los fragmentos (Vandermeer y Perfecto, 2007).

La fragmentación histórica de la ZSCE El Zapotal, ha originado un aumento en la heterogeneidad ambiental, lo que ha influido en que los individuos de *C. rubra* y *O. vetula* se dispersen entre parches de vegetación interna de manera diferenciada y pueda existir la coexistencia entre las especies. Un aspecto relevante para el manejo de la ZSCE EL Zapotal es que la conectividad vegetal debe ser considerada de gran importancia, ya que esta reserva es un parche de hábitat donde las tasas de inmigración o emigración entre parches en su interior o en el paisaje pueden verse afectadas por cambios en su estructura y pueden llegar a dificultar o facilitar los movimientos de los individuos, por lo que se debe promover un manejo interno y recomendaciones para la conservación hacia afuera del polígono de la reserva, como aumentar la conectividad con especies arbóreas y corredores biológicos (Taylor, Fahring y With, 2006).

Bajo el supuesto de que los movimientos entre parches de vegetación suceden bajo los mismos efectos que originan la heterogeneidad ambiental, dentro de la ZSCE El Zapotal como en su entorno, las modificaciones ambientales que están sucediendo (dentro y fuera), repercuten en cambios en la estructura del paisaje que pueden llegar a afectar la ocupación y abundancia de muchas de las especies en libertad de esta reserva, afectando la migración y la persistencia (Taylor, Fahring y With, 2006). Las especies de crácidos en libertad pueden ser de las más afectadas, ya que dependen estrictamente de la presencia y estructura de la conectividad arbórea (Brooks, 2000).

## IX. CONCLUSIONES

Las especies de crácidos en libertad de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) El Zapotal se distribuyen principalmente en el área de Selva Alta Perennifolia (SAP) y el Área Pública (AP). Los modelos del tamaño de ámbito hogareño obtenidos señalan que *Ortalis vetula* requiere de mayor superficie para su distribución, en comparación con *Crax rubra*.

Existe una condición de baja abundancia para las dos especies de crácidos analizadas en las tres zonas muestreadas dentro de la ZSCE El Zapotal (SAP, SBC y AP), con una distribución amontonada o aglomerada. *Ortalis vetula* presenta la más alta abundancia en comparación con *Crax rubra*.

La más alta densidad poblacional de crácidos en libertad sucede en SAP y AP, para *Crax rubra*, donde además de existir las mejores condiciones bióticas y abióticas para su ocupación (presencia de arroyos con agua corriente todo el año, abundancia y cobertura arbórea que proporciona sombra permanente y alimentos, una temperatura estable todo el año -alrededor de los 22° C-, sitios para anidar), existe también una alimentación inducida por parte de los visitantes y los mantenedores del Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro, que las atrae. Para *O. vetula*, la mayor densidad poblacional también ocurre en SAP.

Existe una relación negativa de la superficie muestreada con relación a la densidad poblacional estimada (a mayor superficie, menor densidad poblacional), para las dos especies analizadas, que indica la posibilidad de poder ampliar sus áreas de distribución dentro de la ZSCE El Zapotal sin aparente problema para su ocupación.

Existen diferencias en los tamaños del ámbito hogareño, abundancias y densidades entre las dos especies de crácidos en libertad y entre los tipos de vegetación dentro de la ZSCE El Zapotal, que pueden deberse a la conjunción de sus particulares historias naturales y de las condiciones bióticas y abióticas del

hábitat que cada especie requiere, así como del grado de tolerancia a factores limitantes de los hábitats que ocupan y a las interacciones ecológicas.

## X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

Se requiere realizar estudios enfocados al uso del hábitat, comportamiento, competencia y depredación, factores limitantes para la distribución de las especies de crácidos en libertad en la ZSCE El Zapotal, que permitan determinar la relación intraespecífica e interespecíficas de las aves en general.

Es necesario evidenciar si la coexistencia de *C. rubra* y *O. vetula*, con diferentes especies de flora y fauna en la ZSCE El Zapotal, pueda afectar el tamaño del ámbito hogareño y de su distribución en general.

Se requiere que en los programas de conservación y manejo la rehabilitación de la Selva Alta Perennifolia (SAP) y el Área Pública (AP) de la ZSCE El Zapotal, se consideren estrategias para aumentar la oferta de recursos naturales para las especies de crácidos en libertad y evitar la alimentación inducida, por parte de los visitantes y los mantenedores del Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro.

Se recomienda extender el tiempo y las superficies de muestreo para aumentar la precisión de las estimaciones de densidad, abarcando nuevos sitios, dentro y fuera de la ZSCE El Zapotal, sobre todo en áreas donde existe conectividad arbórea, ya que probablemente existan rutas naturales que los individuos de *C. rubra* y *O. vetula* utilizan para dispersarse hacia sitios como el Cerro Mactumactzá y la Meseta de Copoya.

Es necesario que en las zonas aledañas a la ZSCE El Zapotal, se difunda la importancia que tienen las especies *C. rubra* y *O. vetula*, así como la problemática a la que se enfrentan, por lo que es necesario promover un manejo interno y recomendaciones para la conservación hacia afuera del polígono de la reserva.

## XI. LITERATURA CITADA

- Altamirano, G. O. M. A., Enríquez, P., Rangel-Salazar, J. L., García, E. C. y Tejada, C. C. 2012. Contribución de la Riqueza y la Uniformidad a la Diversidad de Aves en Plantaciones de Café de Sombra del Sureste de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 15: 629-647.
- Altamirano, G. O. M. A. 2013. Diversidad de aves en un paisaje cafetalero del municipio de Tapachula, Chiapas, México. Tesis de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México. 167 pp.
- Álvarez del Toro, M. 1981. Situación actual de los Crácidos en Chiapas, Memorias del 1er. Simposio Internacional Familia Cracidae. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. Pp. 89-91.
- Arizmendi, M. C. y L. Márquez-Valdelamar. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. CIPAMEX. México D.F. 440 pp.
- Arizmendi, M. C., Berlanga, H., Márquez-Valdelamar, L. M., Navarrijo, L. y Ornelas, J. F. 1990. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco, Cuadernos 4. Instituto de Biología, UNAM. México D. F. 62 pp.
- Baena, M., Jaramillo, S. y Montoya, J. E. 2003. Material de apoyo a la capacitación en conservación in situ de la diversidad vegetal en áreas protegidas y en fincas. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. 130 pp.
- Berryman, A. A. 2003. On principles, laws and theory in population ecology. *Oikos*. 103 (3): 695-701.
- Bibby, C. J. 1997. Planning for international bird conservation. Royal Society for the Protection of Birds (RSPB). *Conservation Review*. 11: 7-14.

- BirdLife International. 2000. Threatened birds of the world. Lynx Editions and BirdLife International. Barcelona, España. 852 pp.
- Bolger, D. T., Alberts, A. C. y Soulé, M. E. 1991. Occurrence patterns of bird species in habitat fragments: sampling, extinction, and nested species subsets. *The American Naturalist*. 137 (2): 155-166.
- Brooks, D. M. 1997. Population and ecological parameters of the Chaco chachalaca (*Ortalis canicollis*). En: Strahl, S. D., Beaujon, S., Brooks, D. M., Begazo, A., Sedaghatkish, G. y Olmos, F. (Eds.). *The Cracidae: Their biology and conservation*. Hancock House, Blaine. Washington. E.U.A. Pp. 412-417.
- Brooks, D. M. 2002. Curassows, Guans and Chachalacas. En: Hutchins, M., Jackson, J. A., Bock, W. J. y Olendorf, D. (Eds.). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*, 2nd Ed., Vol. 8, Birds I. Gale Group. Farmington Hills, Michigan. Pp. 413-424.
- Brooks, D. M. 2006. The utility of hotspot identification for forest management: Cracids as bioindicators. *Acta Zoologica Sinica*. 52: 199-201.
- Brooks, D. M. y S. D. Strahl (compilers). 2000. Curassows, Guans and Chachalacas. Status survey and conservation action plan for Cracids 2000–2004. IUCN/SSC Cracid Specialist Group. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom. VIII + 182 pp.
- Brooks, D. M. y S. D. Strahl. 2002. Pavones, pavas y chachalacas: Prospección sobre el estatus y plan de acción para la conservación de los crácidos (2000–2004). En: Brooks, D. M. y S. D. Strahl. (Eds.). *Curassows, guans and chachalacas: Status, survey and conservation action plan for cracids 2002-2004*. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom. Pp. 11-20.
- Brooks, D. M., Cancino, L. y Pereira, S. L., 2006. Conserving cracids: the most threatened family of birds in the Americas Miscellaneous publication of

- the Houston Museum of Natural Science. Vol. 6. Houston, Texas. EUA. 1-169 pp.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*. 24: 346–352.
- Cancino, H. D. 1999. Factores asociados a la regeneración del chicozapote (*Manilkara zapota*), en el Centro Ecológico y Recreativo “El Zapotal”, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tesis Magister of Science. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 85 pp.
- Carbot-Chanona, G. 2008. Geología y paleontología de la Meseta de Copoya. En: Tierra verde. Memorias del Ciclo de Conferencias “Meseta de Copoya”. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. Pp. 7-10.
- Chanona, P. A. K. 2013. La red de anidación de aves en la Reserva el Zapotal Chiapas. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 56 pp.
- Chase, J. M y M. A Leibold. 2003. Ecological niches: linking classical and contemporary approaches. University of Chicago Press. Illinois, Chicago. 212 pp.
- Chesser, R. T., Banks, R. C., Barker, F. K., Cicero, C., Dunn J. L., Kratter, A. W. y Winker, K. 2013. Fifty-fourth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*. 130: 558-571.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*. 199: 1302- 1310.
- Cooke, A. S. 1973. Shell thinning in avian eggs by environmental pollutants. *Environmental Pollution*. 4(2): 85-152.



- Cooke, A. S. 1979. Egg shell characteristics of gannets *Sula bassana*, shags *Phalacrocorax aristotelis* and great black-backed gulls *Larus marinus* exposed to DDE and other environmental pollutants. *Environmental Pollution*. 19(1): 47-65.
- Delacour, J. y D. Amadon. 1973. Curassows and related birds. American Museum of Natural History. New York. U.S.A. 476 pp.
- El Universal. 2017. Rechazan construcciones en reserva ecológica en Chiapas. <https://www.eluniversal.com.mx/estados/rechazan-construcciones-en-reserva-ecologica-de-chiapas>. Consultado el 27 de diciembre de 2017.
- Érard, C. y D. M. Théry. 1994. Frugivorie et ornithochorie en Forêt Guyanaise: L'exemple des grands oiseaux terrestres et de la *Penelope marail*. *Alauda*. 62: 27-31.
- Feeley, K. J. y J. W. Terborgh. 2006. Habitat fragmentation and effects of herbivore (howler monkey) abundances on bird species richness. *Ecology*. 87 (1): 144-150.
- Feeley, K. J. y J. W. Terborgh. 2008. Direct versus indirect effects of habitat reduction on the loss of avian species from tropical forest fragments. *Animal Conservation*. 11: 353-360
- Fernández, M. Y. 1998. Contribución al estudio de la fauna silvestre libre del Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tesis de Licenciatura en biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 100 pp.
- Fernández, M. Y. 2002. Áreas naturales en ciudades y su conservación: El caso de la avifauna de El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México. 25 pp.

- Fernández, M. Y. 2008. ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? Una revisión de literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas. *Espiral*. 8 (43): 179-202.
- Fjeldså, J. 1999. The impact of human forest disturbance on the endemic avifauna of the Udzungwa Mountains, Tanzania. *Bird Conservation International*. 9: 47-62.
- García, E. 1981. Modificaciones al régimen de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana), 3ra edición. Instituto de geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 255 pp.
- Gascon, C., Lovejoy, T. E., Bierregaard Jr, R. O., Malcolm, J. R., Stouffer, P. C., Vasconcelos, H. L., Laurance, W. F. Zimmerman, B., Tocher, M. y Borges, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological conservation*. 91: 223-229.
- Gaston, K. J., Blackburn, T. H., Greenwood, J. J. D., Gregory, R. D., Quinn, R. M. y Lawton, J. H. 2000. Abundance- Occupancy Relationship. *Journal of Applied Ecology*. 37: 39-59.
- Gill, F. B. 1995. Ornithology. 2nd ed. W. H. Freeman and Company. Nueva York. U.S.A. 763 pp.
- Gill, F. y Donsker, D. 2013. IOC World Bird Names (versión 3.4). <http://www.worldbirdnames.org>. (Última consulta: 5 octubre 2013).
- Gispert, C. 1998. Historia Natural Zoología, Aves. Editorial Océano. Barcelona, España. 190 pp.
- González-García, F., Brooks, D. M. y Strahl, S. D. 2001. Estado de conservación de los Crácidos en México y Centroamérica. Cracid ecology and conservation in the new millenium. Miscellaneous Publications. Houston Museum Natural. *Science*. 2: 1-50.

- Gordillo, R. M. C., Santos, E. J. F. y Esquinca, C. F. 2012. Estrategia para la restauración hidrológica ambiental de la Subcuenca Río Sabinal. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. Chiapas, México. 89 pp.
- Gutiérrez, A. y A. Ortega. 1985. Comparación de métodos para calcular el área de actividad de *Sceloporus scalaris*. *Acta Zoológica Mexicana*. 12: 1-12.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis, ver. 2.09. *Paleontológica Electrónica*. 4: 9.
- Hanski, I. 1997. Metapopulation dynamics. From concepts and observations to predictive models. En: Hanski, I. y M. E. Gilpin (Eds.). *Metapopulation biology: Ecology, genetics, and evolution*. Academic Press Editors. Londres. Inglaterra. Pp. 69-91.
- Harrison, S. y A. D. Taylor. 1997. Empirical evidence for metapopulation dynamics. En: Hanski, I. y M. E. Gilpin. (Eds.). *Metapopulation biology: ecology, genetics, evolution*. Academic Press Editors. San Diego, California. USA. Pp. 27-42.
- Hastings, A. 1997. *Population biology: concepts and models*. Springer-Verlag New York Inc. New York. U.S.A. 220 pp.
- Hixon, M. A., Pacala, S. W. y Sandin, S. A. 2002. Population regulation: historical context and contemporary challenges of open vs. closed systems. *Ecology*. 83 (6): 1490-1508.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposium. *Quantitative Biology*. 22: 415-427.
- Íñigo-Elías, E. E. y E. C. Enkerlin-Hoeflich. 2003. Amenazas, estrategias e instrumentos para la conservación de las aves. En: Gómez de Silva, H. y A. Olivares de Ita. *Conservación de Aves: experiencias en México*. Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C.

(CIPAMEX)- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)- National Fish and Wildlife Foundation (NFWF). México. Pp. 86-132

Lascuráin, M., List, R., Barraza, L., Díaz, P. E., Gual, S. F., Maunder, M., Dorantes, J. y Luna, V. E. 2009. Conservación de especies *ex situ*, En: Sarukhán, J. (Ed). Capital natural de México, Vol. 2: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO. México. Pp. 517-544.

Leibold, M. A. 1995. The niche concept revisited: mechanistic models and community context. *Ecology*. 76: 1371-1382.

Leibold, M. A. 1996. A graphical model of keystone predators in food webs: trophic regulation of abundance, incidence and diversity patterns in communities. *American Naturalist*. 147: 784-812.

Leibold, M. A. 1998. Similarity and local coexistence of species from regional biotas. *Evolutionary Ecology*. 12: 95-110.

Mandujano, R. S. 2011. Ecología de poblaciones aplicada al manejo de fauna silvestre, cuatro conceptos (N, alfa, MSY, Pe). Colección Manejo de Fauna Silvestre No. 3. Instituto Literario de Veracruz S.C. Veracruz. México. 102 pp.

Marion, W. R. y R. J. Fleetwood. 1978. Nesting ecology of the Plain Chachalaca in south Texas. *The Wilson Bulletin*. 90: 386-395.

Martínez-Morales. M. A. 1996. The Cozumel curassow: abundance, habitat preference and conservation. Tesis de Maestría. University of Cambridge. Reino Unido. 82 pp.

McArthur, R. H. y E. O. Wilson. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. EUA.

McCoy, M. 1997. Country report on cracids of Costa Rica. En Strahl, S. D., Beaujon, S., Brooks, D. M., Begazo, A., Sedaghatkish, G. y Olmos, F.

- (Eds.). The Cracidae: Their biology and conservation. Hancock House, Blaine. Washington. EUA. Pp 298- 314.
- Moreno-Aguilar, M., Altamirano, G. O. M. A., Muñoz, Z. D. A. y Rocha, A. G. L. 2016. Uso del espacio de la chara verde (*Cyanocorax yncas* Boddaert, 1783, Aves, Corvidae) en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Zapotal, Chiapas. México. *Lacandonia*. 10 (2): 35-40.
- Moreno, E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T – Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Müllerried, F. K. G. 1957. La Geología de Chiapas. Gobierno Constitucional del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 180 pp.
- Naturalista. 2014. Chachalacas (familia Cracidae). <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/2043-Cracidae>. Consultado el 06 de septiembre de 2015.
- Navarro-Singüenza, A. G., Rebón, G. Ma. F., Gordillo, M. A., Townsend, P. A., Berlanga, G. H. y Sánchez, G. L. A. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 476-495.
- Odum, E. P. 1972. Ecología, 3ra edición. McGraw-Hill Interamericana. México D.F. 639 pp.
- Ortiz–Pulido, R., Gómez de Silva, H., González–García, F. y Álvarez, A. 1995. Avifauna del centro de investigaciones costeras La Mancha, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 66: 87–118.
- Palacios, E. E. 2000. Vegetación y flora del parque biológico El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tesis doctoral. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. México. 108 pp.
- Parrish, J. W. 2000. Possible prevention of European starling nesting by Southeastern American Kestrels at a power substation in southern Georgia. *Journal of Raptor Research*. 34 (2): 152-152.

- Peakall, D. P. y R. W. Risebrough. 1989. Comparative toxicology of organochlorine pesticides to avian species. En: Meyburg, B. U. y R. D. Chancellor. (Eds.) Raptors in the modern world. World: Proceedings of the third world conference on birds of prey and owls, Israel, March 22-27. The World Working Group on Birds of Prey and Owls (WWGBP). Berlin. Alemania. Londres. Inglaterra. Paris. Francia. Pp. 461-464.
- Peterson. M. J. 2000. Plain chachalaca (*Ortalis vetula*). En: Poole, A. y F. Gill. (Eds.). The birds of North America, No. 550. The Birds of North America, Inc. Philadelphia, Pennsylvania. EUA. 24 pp.
- Pettingill, O. S. Jr. 1970. Ornithology in the laboratory and field. Burgess Publishing Company. Minnesota, EUA. 524 pp.
- Powell, R. A. y M. S. Mitchell. 2012. What is a home range?. *Journal of Mammalogy*. 93 (4): 948-958.
- Primack, R. B. y F. Massardo. 1998. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. México D.F. 421-446 Pp.
- Pulliam, H. R. 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*. 3 (4): 349-361.
- Purdy, P. C. y R. E. Tomlinson. 1991. The eastern white-winged dove: Factors influencing use and continuity of the resource. En: Robinson, J. G. y K. H. Redford. (Eds.). Neotropical wildlife use and conservation. The University of Chicago Press. Chicago. E.U.A. Pp 255-265.
- Ramírez-Albores, J. E. y M. G. Ramírez-Cedillo. 2002. Avifauna de la región oriente de la sierra de Huautla, Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*. 73: 91-111.
- Ramírez, B. P. 2000. Aves de humedales en zonas urbanas del noroeste de la ciudad de México. Tesis de Maestría (Ecología y Ciencias Ambientales). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 51 pp.

- Rangel-Salazar, J. L., Enríquez-Rocha, P., Altamirano González-Ortega, M. A., Macías, C. A., Castillejos, C. E., González, D. P., Martínez, O. J. A. y Vidal, R. R. M. 2013. Diversidad de aves: un análisis espacial. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas. México. Pp. 329-337.
- Rappole, J. H., Derrickson, S. R. y Hubálek, Z. 2000. Migratory birds and spread of West Nile Virus in the Western Hemisphere. *Emerging Infectious Diseases*. 6: 319-328.
- Ríos, M. M. y M. C. Muñoz. 2006. Great curassow (*Crax rubra*). En: Brooks, D. M., Cancino, L. y Pereira, S. L. (Eds.). Conserving cracids: the most threatened family of birds in the Americas. Miscellaneous Publication of the Houston Museum of Natural Science, Number 6. Houston, Texas. E.U.A. Pp. 109- 113
- Risebrough, R. W. 1986. Pesticides and bird populations. *Current Ornithology*. 3: 397-427.
- Rivera-Milán, F. F., Vides, R., Wong, G. y Hays, C. 1994. Manejo y monitoreo de las aves residentes y migratorias y sus hábitats en América Latina y el Caribe: un punto de vista interamericano. U.S. Fish and Wildlife Service. Arlington, Virginia. E.U.A.
- Rose, B. 1982. Lizards home ranges: Methodology and functions. *Journal of Herpetology*, 16: 253-269.
- Seaman, D. E., Griffith, B. y Powell, R. A. 1998. KERNERLHR: a program for estimating animal home ranges. *Wildlife Society Bulletin*. 26 (1): 95-100.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

- Silverman, B. W. 1986. Density estimation for statistics and data analysis. Chapman and Hall. London. 176 pp.
- Sodhi, M. R., Posa, C., Lee, T. M. y Warkentin, I. G. 2008. Effects of disturbances or loss of tropical rainforest on birds. *The Auk*. 125 (3): 511-519.
- Stewart, J. S., Wang, L., Lyons, J., Horwath, J. A. y Bannerman, R. 2001. Influences of watershed, riparian-corridor, and reach-scale characteristics on aquatic biota in agricultura watersheds. *Journal of the American Water Resources Association*. 37 (6): 1475- 1488
- Taylor, P. D. L., Fahring, L. y With, K. A. 2006. Landscape connectivity: a return to the basics. En: Crooks, K. R. y M. Sanjayan. (Eds.). Conservation Biology 14. Connectivity Conservation. Cambridge University Press. U.K. Pp. 29- 43
- Théry, M., Érard, C. y Sabatier, D. 1992. Les fruits dan le régime alimentaire de *Penelope marail* (Aves:Cracidae) en Forêt Guyanaise: Frugivorie stricte et sélective?. *Revue D'Écologie*. 47: 383-401.
- Vandermeer, J. e I. Perfecto. 2007. The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. *Conservation Biology*. 21 (1): 274- 277
- Vázquez, P. D. 2005. Reconsiderando el nicho hutchinsoniano. *Asociación Argentina de Ecología*. 12: 149-158
- Vázquez, C. R. 2011. Ecología y Medio Ambiente, serie integral por competencia. Grupo Editorial Patria. Ciudad de México. 176 pp.
- Vega, E., y E. Peters. 2003. Conceptos generales sobre el disturbio y sus efectos en los ecosistemas. En: Sánchez, O., Vega, E., Peters, E. y Monroy-Vilchis, O. (Eds.). Conservación de ecosistemas templados de montaña de México. Diplomado en Conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre. Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT. México. D.F. Pp. 137-151



- Weitzel, N. H. 1988. Nest-site competition between the European starling and native breeding birds in northwestern Nevada. *Condor*. 90: 515-517.
- Worton, B. J. 1987. A review of models of home range for animal movement. *Ecological Modelling*. 38: 277-298.
- Zar, J. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall. Fourth edition. New Jersey. E.U.A. 663 pp.