

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
UNIDAD ACADÉMICA DE AGRICULTURA
PROGRAMA ACADÉMICO DE BIOLOGÍA



**Abundancia relativa y patrones de actividad del venado cola
blanca (*Odocoileus virginianus*) a través del método de
fototrampeo en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit,
México.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA**

PRESENTA:

YAZMIN ADJANY RIVERA CARRILLO

Xalisco, Nayarit. Julio, 2021

Tepic, Nayarit, a 30 de Junio del 2021

M. EN C. VÍCTOR MANUEL JIMENÉZ MEZA

DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE AGRICULTURA

P R E S E N T E

Los suscritos, integrantes del Cuerpo Tutorial para asesorar la tesis titulada **"ABUNDANCIA RELATIVA Y PATRONES DE ACTIVIDAD DEL VENADO COLA BLANCA (*ODOCOILEUS VIRGINIANUS*) A TRAVÉS DEL MÉTODO DE FOTOTRAMPEO EN EL ADVC LA PAPALOTA, SANTIAGO IXCUINTLA, NAYARIT, MÉXICO"** que presenta la C. alumna **Yazmin Adjany Rivera Carrillo**, (generación 2013-2019) para obtener el grado de **Licenciada en Biología**, damos nuestra aprobación para que continúe con los trámites correspondientes para la obtención de su grado.

Sin otro asunto que tratar, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE



Dr. Víctor Hugo Luja Molina

Director



Dra. María del Rocío Vega Frutis

Asesora



Dr. Emilio Adolfo Inda Díaz

Asesor

DEDICATORIAS

Este trabajo se lo dedico a mi madre por siempre apoyarme y darme aliento.

A mi Mamá Mary y a Gladis por estar conmigo siempre y por sus sabios consejos.

A mis hermanos Rubén y Andrés que a pesar de las distancias siempre están para alegrar mis días.

A Manuel por su amor y paciencia.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Dr. Víctor Hugo Lujá Molina por permitirme acompañarlo en sus salidas a campo, por darme la oportunidad de ser parte de este proyecto, y aprender de sus conocimientos y su pasión.

A Nacho Vallarta por abrirnos las puertas de su predio, y por su apoyo incondicional a la investigación y a la conservación.

Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico recibido en margen del proyecto “Ecología y Conservación del Jaguar (*Panthera onca*) y sus presas potenciales fuera de las áreas naturales protegidas de Nayarit, México (No. de proyecto, 3369).

A mis asesores, Dra. Rocío Vega Frutis y Dr. Emilio Inda Díaz por tomarse el tiempo de revisar la tesis, por sus recomendaciones y aliento.

Al Dr. Oyolsi Nájera por su apoyo en la elaboración de los mapas.

A la Unidad Académica de Agricultura, a mis profesores, compañeros y amigos que me acompañaron a lo largo de mi carrera.

CONTENIDO

| | |
|---|------|
| LISTA DE CUADROS | VI |
| LISTA DE FIGURAS | VI |
| LISTA DE ANEXO | VII |
| RESUMEN | VIII |
| CAPÍTULO I | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Objetivos | 3 |
| 1.1.1 Objetivo general | 3 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 3 |
| 1.2 Hipótesis | 4 |
| CAPÍTULO II | 5 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 5 |
| 2.1 Descripción del venado cola blanca | 5 |
| 2.1.1 Taxonomía | 5 |
| 2.1.2 Subespecies y distribución en México | 5 |
| 2.1.3 Morfología | 6 |
| 2.2 Hábitos conductuales y reproducción | 7 |
| 2.2.1 Alimentación | 8 |
| 2.3 Estado de conservación | 8 |
| 2.4 Importancia: económica, ecológica, y cultural | 9 |
| 2.5 Métodos para el estudio poblacional de venado cola blanca | 10 |
| 2.5.1 Fototrampeo | 10 |
| 2.5.2 Índice de Abundancia Relativa | 13 |
| 2.6 ADVC y sus ejemplos de conservación. | 14 |
| CAPÍTULO III | 16 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 16 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1 Área de estudio | 16 |
| 3.2 Trabajo de campo | 16 |
| 3.3 Organización fotográfica y creación de datos..... | 19 |
| 3.4 Análisis de datos..... | 20 |
| 3.4.1 Índice de Abundancia Relativa | 21 |
| 3.4.2 Patrón de actividad..... | 21 |
| 3.4.3 Ocupación naïve | 22 |
| CAPÍTULO IV..... | 23 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 23 |
| 4.1 Abundancia relativa | 24 |
| 4.2 Patrón de actividad | 26 |
| 4.3 Distribución espacial del venado cola blanca dentro del ADVC La Papalota | 28 |
| CAPÍTULO V..... | 32 |
| CONCLUSIONES | 32 |
| CAPITULO VI..... | 34 |
| LITERATURA CITADA | 34 |
| CAPÍTULO VII..... | 40 |
| ANEXO | 40 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Estudios poblacionales de Venado Cola Blanca (<i>Odocoileus virginianus</i> ssp.) en México, realizados mediante fototrampeo. | 12 |
| Cuadro 2. Número total de estaciones de muestreo tomadas al azar en un periodo de 16 meses en la ADVC La Papalota (en el cual; abril del 2016 corresponde al mes 1 y julio del 2017 al mes 16)..... | 18 |
| Cuadro 3. Mamíferos silvestres registrados por medio de cámaras trampa en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit..... | 23 |
| Cuadro 4. Índice de Abundancia Relativa (IAR) de venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) durante las temporadas: húmeda (junio-octubre) y seca (noviembre-mayo). | 25 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Distribución de las 14 subespecies de venado cola blanca en tres ecorregiones de México, con relación al tipo de vegetación dominante (figura tomada de Gallina <i>et al.</i> , 2014). | 6 |
| Figura 2. Ubicación de las 32 estaciones de fototrampeo dentro del ADVC La Papalota, área correspondiente a 368.82 hectáreas..... | 17 |
| Figura 3. Patrones de actividad por hora del venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en el ADVC La Papalota, Santiago, Ixcuintla, Nayarit. (Número de eventos independientes por hora / número total de eventos independientes recopilados en lapsos de hora durante todo el periodo de muestreo)..... | 27 |
| Figura 4. Patrones de actividad por hora por temporada, del venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en el ADVC La papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit. ... | 27 |
| Figura 5. Tasa de detección mensual para <i>Odocoileus virginianus</i> en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit. Datos promedio tomados del mes de abril del 2016 a Julio del 2017. (Eventos independientes/ periodo de muestreo * 100)..... | 29 |
| Figura 6. Tasa de detección de venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>), durante la temporada húmeda por ubicación por periodo (No. imágenes / periodo de muestreo *100) en la temporada de lluvias, en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit..... | 30 |

LISTA DE ANEXO

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estación 1. Venado hembra con cervatillo manchado, en camino de carros, a la orilla oeste del ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit, durante la temporada húmeda. Se observa el crecimiento de gramíneas..... | 40 |
| Figura 2. Estación 5. Venado activo de noche, área abierta cerca de la playa, orilla oeste del ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit. | 40 |
| Figura 3. Estación 3. Venado con actividad crepuscular durante octubre del 2016 en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit. | 41 |
| Figura 4. Estación 2. Venado joven en un parche de bosque tropical caducifolio en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit. | 41 |
| Figura 5. Estación 12. Hembra de venado cola blanca transitando a un costado del río Santiago, en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit..... | 42 |
| Figura 6. Estación 11. Sitio con mayor tasa de detección durante ambas temporadas “Camino de la Torre”. Tipo de vegetación: mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>) y vegetación secundaria. | 42 |
| Figura 7. Estación 30. Cría de venado cola blanca en “Camino de las Guámaras” entre mangle, dentro del ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit | 43 |

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit. Con un área total de 368.82 hectáreas, es un área de resguardo para diversas especies de fauna silvestre en donde predomina el bosque de mangle, rodeada de tierras agrícolas y granjas de camarón. El estudio se llevó a cabo en un periodo de muestreo de 436 días en los meses de abril del 2016 a Julio del 2017. Se utilizó el método de fototrampeo para determinar el Índice de Abundancia Relativa (IAR) y los patrones de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). En un área efectiva de muestreo de 2.75 km², se obtuvo un total de 32 estaciones muestreadas de las cuales el venado cola blanca presentó una ocupación naïve de 0.906 (90%) durante todo el periodo de muestreo. La abundancia relativa de esta especie fue de 70.52 %, siendo la especie con mayor abundancia relativa presente en el área de estudio. El venado cola blanca mostró ser una especie de hábitos principalmente diurnos, el 56.34% de las capturas fueron en horas luz del día (08:00 – 18:00), mientras que el 25.2% fueron crepusculares (06:00 – 08:00 y 18:00 – 20:00) y solo el 18.46% fueron nocturnas (20:00 – 06:00).

El IAR varió dependiendo de la temporada, durante la temporada húmeda (junio-octubre) se obtuvo un IAR de 18.68, mientras que en la temporada seca el IAR fue de 14.98. Este trabajo aporta datos relevantes sobre la abundancia relativa y patrones de actividad del venado cola blanca en el manglar, un ecosistema en donde se desconocían estos aspectos. Y que ha demostrado ser favorable para la población de venados, registrando IAR mayores a otros ambientes. Esta información puede ser usada para tomar decisiones para el manejo del ADVC.

Palabras clave: Parámetros poblacionales, conservación, registros fotográficos, tasa de detección, variación estacional.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una especie con gran importancia ecológica y cultural en el país. Antiguamente, fue un recurso esencial para la elaboración de diversos productos a base de su piel, como alimento, e incluso en algunas civilizaciones lo relacionaban con deidades o aspectos cosmogónicos (Renata *et al.*, 2015).

La distribución de la especie abarca el oeste y el sur de Canadá, los Estados Unidos de América, México, América Central, Bolivia, las Guayanas y el norte de Brasil (Sánchez *et al.*, 2015). Su amplia distribución geográfica refleja su gran capacidad de adaptación a diversos ecosistemas, con climas, suelos, topografías y vegetación muy diferentes entre sí (Méndez, 2017). Es el cérvido más adaptable y tolerante a las actividades humanas, sin embargo, sus poblaciones han sido afectadas, principalmente por la cacería ilegal y la pérdida de su hábitat. Sus áreas de distribución han disminuido e incluso se han presentado múltiples translocaciones por lo que, probablemente, muchas de las zonas donde se distribuían ya no presentan poblaciones originales (Mandujano, 2004; Álvarez y Medellín, 2005; Galindo y Weber, 2005).

Su papel ecológico es de suma importancia, influye sobre el establecimiento, crecimiento, reproducción, composición y estructura de las comunidades vegetales. También, son la principal presa para carnívoros de talla grande como el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*), influyendo directamente en la densidad poblacionales de estos organismos (Galindo y Weber, 2005; Lara *et al.*, 2011; Soria y Monroy, 2015). Adicionalmente, el venado cola blanca se utiliza tanto para consumo humano como para el aprovechamiento cinegético (Lara *et al.*, 2011).

El venado cola blanca, de los cérvidos presentes en México, es la especie más estudiada, principalmente en ecosistemas templados y semiáridos. Sin embargo, existen muy pocos estudios en ecosistemas tropicales. Los ecosistemas tropicales se caracterizan por presentar una estacionalidad muy marcada, y una alta variabilidad en la disponibilidad de recursos, por lo que este y otros factores influyen en la actividad y comportamiento de esta especie (Mandujano, 2004). Con

base en el análisis bibliográfico realizado por Mandujano (2004), el cual compara estudios desde 1850 al 2001, los estados del país con más estudios sobre las poblaciones de venado cola blanca son: Durango, principalmente en la Reserva de la Biosfera "La Michilía"; Jalisco, Estación Biológica "Chamela" (bosque tropical caducifolio); Puebla (Mixteca poblana); y Oaxaca (Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, y Región de La cañada). Aunque el conocimiento sobre esta especie es vasto, es importante tener un seguimiento de las poblaciones de venado cola blanca en México, principalmente por la disminución de algunas poblaciones en específico.

Nayarit es un estado que se caracteriza por tener una gran variedad de ecosistemas, con gran riqueza de especies de flora y fauna, a pesar de esto, la información existente acerca de la biodiversidad del estado es escasa (Ramírez *et al.*, 2016). En el caso del venado cola blanca, se menciona en estudios generalistas sobre diversidad faunística de algunas áreas y regiones de Nayarit, pero solo como especie presencial, y no como un estudio dirigido al venado cola blanca. En los años 2009 y 2010 se realizó el primer estudio poblacional del venado cola blanca en Nayarit, como un proyecto de tesis de licenciatura. Fue llevado a cabo en Estancia Los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nayarit (Valdivia, 2011), en él se estudiaron aspectos de caracterización del hábitat, densidad y abundancia poblacional, y es el único antecedente de estudios de población de venados en el estado.

Tanto para el venado cola blanca como para cualquier especie, el estudio de la ecología de poblaciones resulta básico para conservar, aprovechar o controlar una población. Los parámetros centrales para entender la estructura y dinámica de cualquier población son la abundancia y la tasa de crecimiento (Mandujano, 2011). Actualmente, la técnica de fototrampeo se ha convertido en una herramienta muy útil para el estudio la fauna silvestre ya que permite estimar el índice de abundancia relativa con alto nivel de precisión. Dicha técnica, además permite la identificación por individuos, y evaluar su edad, sexo, patrones de actividad, y densidad poblacional en grandes extensiones (Monroy *et al.*, 2011; Méndez, 2017).

En México, el manejo y conservación de la fauna silvestre está basado legalmente en Áreas Naturales Protegidas (ANP) y las Unidades para la Conservación, Manejo y Uso Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) (Mandujano, 2011). En décadas pasadas, la política pública de conservación de la naturaleza en

México se basó (y aún tiene un gran peso) en las Áreas Naturales Protegidas de carácter federal. Sin embargo, ante un panorama de escasez de recursos económicos para vigilar y monitorear grandes áreas, muchas ANP no cumplen cabalmente con su función. Como un modelo alternativo surgen las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), las cuales pueden ser certificadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Las ADVC funcionan como una herramienta que ayuda a los propietarios a administrar y manejar sus propias áreas naturales protegidas y acceder a fondos de gobierno para realizar acciones de monitoreo y protección, siendo los mismos propietarios quienes elaboran un plan de manejo (CONANP, 2016). En Nayarit, La Papalota, municipio de Santiago Ixcuintla, el sitio donde se llevó a cabo la presente tesis, es un ejemplo de ADVC.

Para que cualquier Área Natural Protegida (federal o particular) funcione, es necesario conocer su biodiversidad. Por lo que estudios poblacionales como el que aquí se propone, son necesarios para entender la estructura y dinámica poblacional de las especies que convergen en una comunidad. Por lo tanto, los objetivos del presente estudio son:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar la abundancia relativa y patrones de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), usando la técnica de fototrampeo en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.

1.1.2 Objetivos específicos

1.1.2.1. Estimar el índice de abundancia relativa del venado cola blanca en el ADVC La Papalota.

1.1.2.2. Determinar el patrón de actividad del venado cola blanca en el ADVC La Papalota.

1.1.2.3. Determinar la frecuencia de captura fotográfica en las distintas zonas del ADVC (ocupación naïve) del venado cola blanca.

1.2 Hipótesis

La abundancia relativa del venado cola blanca en el ADVC La Papalota será mayor a la reportada en el norte del país (Mondragón, 2015; Méndez, 2017), presentará un patrón de actividad diurna coincidiendo con estudios realizados en el occidente de México y, al ser un ADVC pequeña, estará presente en >90% de los sitios muestreados.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción del venado cola blanca

2.1.1 Taxonomía

Los ungulados se subdividen en perisodáctilos, que son los que tienen un número impar de dedos, y en los artiodáctilos, aquellos que tienen un número par de dedos modificados. El venado cola blanca pertenece al orden Artiodactyla. La característica principal de este grupo son sus extremidades, las cuales terminan apoyándose en dedos pares modificados (dos o cuatro) y protegidos por una pezuña (Galindo y Weber, 2005).

Las familias Bovidae, Cervidae y Antilocapridae presentan cuernos o astas que pueden ser perennes o anuales. En el caso de los cérvidos las astas se renuevan cada año, su crecimiento puede o no ser ramificado, y se presentan sólo en machos, excepto en el caribú (*Rangifer tarandus*), especie en la cual las hembras también presentan astas (Galindo y Weber, 2005).

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica del venado cola blanca (Pérez, 2014):

Clase Mammalia (Linnaeus, 1758)

Orden Artiodactyla (Owen, 1841)

Familia Cervidae (Goldfuss, 1820)

Género *Odocoileus* (Rafinesque, 1832)

Especie *O. virginianus* (Zimmermann, 1780)

2.1.2 Subespecies y distribución en México

El venado cola blanca se distribuye prácticamente en todo México, excepto en la península de Baja California (Aranda, 2012). Esta especie está constituida por cerca de 38 subespecies (Sánchez *et al.*, 2015), que difieren en características cualitativas como tamaño, coloración de la piel, forma y tamaño de las astas de los machos. Para México se tienen registradas 14 subespecies de las cuales las más estudiadas son: *O. v. texanus*, *O. v. couesi*, *O. v. sinaloae*, *O. v. mexicanus* y *O. v. yucatanensis* (Mandujano, 2004). En Nayarit están presentes las subespecies *O. v. sinaloae* y *O. v. couesi* (Figura 1; Méndez, 2017).

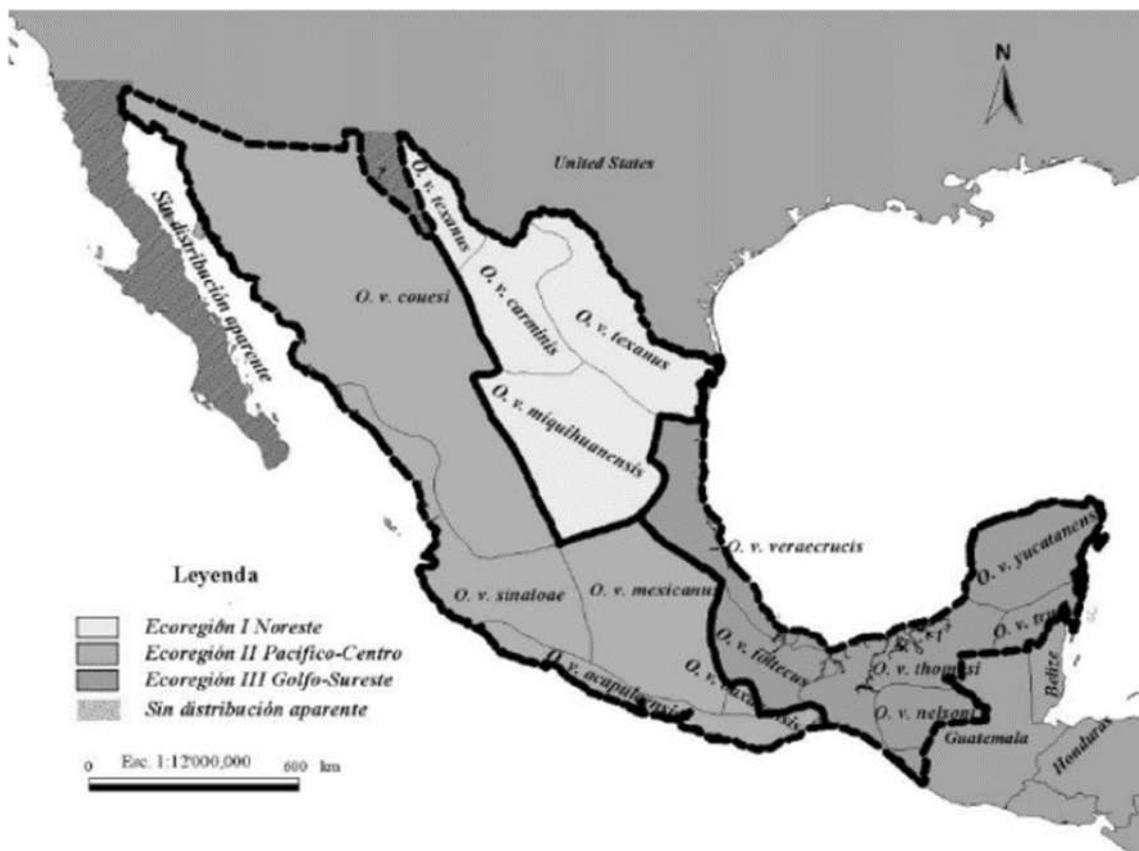


Figura 1. Distribución de las 14 subespecies de venado cola blanca en tres ecorregiones de México, con relación al tipo de vegetación dominante (figura tomada de Gallina *et al.*, 2014).

2.1.3 Morfología

La característica principal de este cérvido es el mechón de pelos blancos en la parte inferior de la cola, la cual eriza cuando está excitado o en huida. Este animal posee una esbelta y elegante figura, con un cuello largo, patas largas y fuertes que terminan en pezuñas (Galindo y Weber, 2005; Mandujano, 2010). Su coloración varía de pardo grisáceo hasta oscuro rojizo, su cola es color café oscuro en la parte superior y blanco en la parte inferior, aunque durante los primeros meses de vida las crías presentan una coloración general café con motas blancas (Aranda, 2012).

En México los ejemplares adultos pesan entre 25 y 100 kg (Aranda, 2012), aunque el peso varía dependiendo de la región. En áreas tropicales tienden a ser de menor tamaño, los adultos pesan entre 30 y 50 kg, y miden entre 60 y 114 cm de altura a los hombros (Sánchez *et al.*, 2015).

2.1.3.1 Astas

Los cérvidos son los únicos mamíferos a los que les crecen cada año astas o cornamentas nuevas. Cada temporada tiende a incrementar su tamaño, por lo que las dimensiones y la forma son indicadores de la edad y la dominancia del macho (Mandujano, 2010).

Esta parte de su cuerpo empieza a formarse a partir de dos pequeñas protuberancias en el cráneo a medida que crecen y se van endureciendo, son cubiertas por un terciopelo, comienzan a ramificarse en forma de cornamenta y finalmente el terciopelo se cae (Mandujano, 2010). Parten de una rama principal dirigida hacia delante de la que salen de dos a seis ramificaciones, regularmente (Galindo y Weber, 2005; Sánchez *et al.*, 2015).

2.2 Hábitos conductuales y reproducción

En México está presente en todos los ambientes terrestres, desde el nivel del mar hasta los 3500 m de altitud (Aranda, 2012), con excepción de los climas desérticos de Sonora, Chihuahua, Durango, Coahuila y Baja California, ocupados por el venado bura (*Odocoileus hemionus*) (Galindo y Weber, 2005).

Es un mamífero de hábitos principalmente diurnos y crepusculares, con actividad casi nula por la noche (Monroy *et al.*, 2011); aunque sus ritmos de actividad, desplazamiento, y ámbito hogareño, varían en todas las regiones dependiendo de la época, sexo, disponibilidad de alimento, características del área y los patrones de actividad de sus depredadores (Mandujano *et al.*, 2004; Galindo y Weber, 2005).

Las hembras forman grupos junto con las crías, mientras que los machos son solitarios, aunque durante la temporada de apareamiento pueden llegar a formar manadas. Usualmente utilizan caminos o veredas que generalmente son transitadas por humanos (Galindo y Weber, 2005; Aranda, 2012; Weber, 2014).

La temporada de reproducción sucede entre junio y febrero, siendo más temprana en regiones tropicales (noviembre-febrero). El periodo de gestación es de 205 días aproximadamente, y la camada consta de una o dos crías (Aranda, 2012). Esta especie alcanza su madurez sexual a los a los 18 meses de vida (Méndez, 2017).

2.2.1 Alimentación

El venado cola blanca es considerado como oportunista, la dieta de esta especie depende de su distribución y la estación del año (Valdivia, 2011; Weber, 2004). Consume plantas con un alto contenido energético y de fácil digestión, debido a que el tamaño de su rumen es pequeño en comparación a su cuerpo. Se sabe que aprovecha solo determinadas comunidades vegetales (Mandujano *et al.*, 2004), consumiendo principalmente plántulas, hojas, brotes, y frutos de numerosas especies arbóreas, arbustivas y herbáceas (Mandujano *et al.*, 2004; Aranda, 2012; Weber, 2014). Los venados pueden incrementar o disminuir su patrón de actividad y su desplazamiento con base a sus requerimientos nutricionales (Sánchez-Rojas *et al.*, 1997; Mandujano *et al.*, 2004; Monroy *et al.*, 2011; Weber, 2014).

2.3 Estado de conservación

A pesar de la disminución de su hábitat y del manejo cinegético irresponsable durante décadas sobre esta especie, la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, no la incluye en ninguna categoría de riesgo (Rojo *et al.*, 2007; SEMARNAT, 2010). En México, es una especie considerada como “LC” (preocupación menor, abreviatura oficial por su nombre en inglés, Least Concern) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Sin embargo, algunas subespecies están protegidas debido a que están en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, como: *Odocoileus virginianus clavium* que se distribuye en Los Cayos de la Florida y en Cuba, considerada en peligro de extinción “EN” (abreviatura oficial por su nombre en inglés, Endangered); *Odocoileus virginianus leucurus* presente en el río Columbia, Oregón y Washington catalogada como riesgo menor “LR/cd” (abreviatura oficial por su nombre en inglés, Lower Risk: Conservation Dependent); o la subespecie *Odocoileus virginianus mayensis* en Guatemala que está incluida en el Apéndice III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés) (Álvarez y Medellín, 2005). La CITES no incluye en sus apéndices a las subespecies mexicanas, sin embargo, en México las poblaciones de algunas subespecies están disminuyendo. Aún más grave, es que el estado de conservación de la mayoría de éstas es desconocido (Rojo *et al.*, 2007; Gallina *et al.*, 2014).

2.4 Importancia: económica, ecológica, y cultural

El venado cola blanca es una de las especies más utilizadas a lo largo de la historia del continente americano, y ha tenido una gran importancia económica y cultural (Contreras, 2008; Renata *et al.*, 2015).

Desde la antigüedad este animal ha sido importante, no solo por el hecho de que se usara como alimento, sino que el ser humano se familiarizaba con los hábitos de la especie, aprendiendo a convivir con él, hasta el punto de ser considerado tan majestuoso como una deidad (Mandujano, 2004; Mandujano, 2010). Esto se ha confirmado mediante estudios y hallazgos arqueológicos, un ejemplo claro son las pinturas rupestres con representaciones de venados como producto de la cacería, donde puede apreciarse la figura humana portando herramientas simples en persecución de dicho animal (Mandujano, 2010). En la actualidad podemos ver representaciones de este animal plasmadas en la vestimenta de diferentes grupos indígenas, mismos que también dentro de sus celebraciones religiosas suelen caracterizarse de diversos animales, entre ellos el venado cola blanca, visualizándolos como dioses de la creación, y símbolo de fertilidad. Actualmente, sigue siendo parte importante de la alimentación de distintos grupos indígenas y gente de las zonas rurales (Mandujano, 2004).

En los ecosistemas tiene una posición clave dentro de la trama trófica, siendo presa de grandes carnívoros como el jaguar. Así mismo, al ser herbívoros juegan un importante papel como dispersores de semillas, lo cual ayuda a mantener la estabilidad poblaciones vegetales (Mandujano, 2010).

Su belleza, sus múltiples servicios ambientales, su facilidad de reproducción, y su plasticidad, son lo que hace que esta especie siga siendo pieza importante en actividades recreativas y como atractivo turístico (Contreras, 2008). El venado cola blanca es la especie más utilizada para aprovechamiento cinegético en México y Norteamérica, y en la cacería deportiva es muy importante por el valor de sus astas como trofeo.

El aprovechamiento cinegético representa una alternativa productiva sustentable, favoreciendo la conservación de la especie y su hábitat, gracias al control y manejo que pudiera tenerse sobre las poblaciones en un área determinada, además de otorgar beneficios económicos para la comunidad o predio

donde se realice dicha actividad (Piña y Trejo, 2014). Sin embargo, para su conservación y aprovechamiento es fundamental conocer el estado poblacional de la especie (Mandujano, 2011).

2.5 Métodos para el estudio poblacional de venado cola blanca

En la estimación poblacional del venado cola blanca se han utilizado métodos de conteo directo, que como su nombre lo indica se basa en la observación directa del ejemplar, y métodos de conteo indirecto, basados en el análisis de sus rastros. Los métodos de conteo directo se pueden dividir en tres categorías: conteo de transectos, captura-marcaje, y reconstrucción de la población mediante datos de cacería. Los de conteo indirecto hacen referencia principalmente al análisis de huellas y excretas (Gallina *et al.*, 2014; Mandujano, 2014), siendo estos últimos los más utilizados, ya que los métodos directos en algunos casos pueden llegar a ser invasivos (Lara *et al.*, 2011).

El método que más se ha utilizado en los estudios de venado cola blanca es el de conteo de grupos fecales en transectos fijos. Sin embargo, este método presenta limitantes debido a la variabilidad intrínseca en las tasas de defecación y las tasas de deterioro de las excretas, relacionadas ambas con la subespecie, la edad, el sexo y el tipo de hábitat (Lara *et al.*, 2011). Actualmente los métodos como el fototrampeo, marcadores moleculares y métodos de presencia son alternativas más precisas e innovadoras para la estimación del tamaño poblacional del venado cola blanca (Mandujano, 2014).

La elección del método a utilizar depende de los objetivos de la investigación, pero es importante tomar en cuenta las limitaciones de tiempo, el acceso a equipo y los costos que este implique, por lo que no existe un mejor método, cada método tiene sus ventajas y limitaciones que deben considerarse antes de seleccionarlo (Mandujano, 2014).

2.5.1 Fototrampeo

El uso de cámaras trampa para monitoreo de especies, se ha convertido en una herramienta importante en las últimas décadas. A comienzos de 1980 para los científicos se convirtió en una herramienta útil (Harris *et al.*, 2010; Lira y Briones, 2012) y no invasiva para la recopilación de datos de vida silvestre, la cual ha

permitido cubrir mayores ambientes, donde otros métodos no son efectivos (Harris *et al.*, 2010).

La técnica de fototrampeo en estudios poblacionales de mamíferos grandes y medianos ha resultado ser uno de los métodos más confiables, y su efectividad ha sido corroborada mediante estudios como el de Silveira *et al.* (2003) en Brasil, en el cual, al realizar un análisis de riqueza y abundancia de especies con diversos métodos, concluyeron que el uso de cámaras trampa, es el método más apropiado para el inventario de mamíferos en todas las condiciones ambientales.

Mediante este método se puede obtener la densidad, abundancia relativa, proporción sexual y otros parámetros de importancia para el estudio, manejo y conservación de mamíferos (Monroy *et al.*, 2011; O'Connell *et al.*, 2011; Lira y Briones, 2012; Méndez, 2017). El uso de cámaras trampa también facilita el análisis de patrones de actividad de las especies (Méndez, 2017). Al observar los patrones de actividad se puede obtener información de: (1) los ritmos circadianos, (2) depredación de nido, (3) forrajeo, (4) sistemas sociales, (5) el uso del hábitat y corredores, (6) refugio y reproducción (O'Connell *et al.*, 2011).

La mayoría de los estudios de venado cola blanca usando la técnica de fototrampeo se han realizado en la parte norte del país y en distintos ecosistemas, entre los que podemos mencionar: bosque de pino, bosque de encino, selva baja, matorrales, pastizales, selva baja caducifolia, humedales, bosque mesófilo de montaña, entre otros.

Algunos ejemplos de trabajos sobre el venado cola blanca y el uso efectivo de fototrampeo para medir parámetros poblacionales se resumieron en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estudios poblacionales de Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus ssp.*) en México, realizados mediante fototrampeo.

| AUTOR | ECOSISTEMA | REGIÓN | ESTUDIO |
|--------------------------------|---|--|--|
| MONROY ET AL., 2011 | Selva baja caducifolia, bosque de pino-encino, bosque de galería o ripario y vegetación secundaria, 410- 2080 msnm. | Reserva Nacional de la Sierra Nanchititla, Edo. México. Centro de México. | Índice de abundancia relativa y patrón de actividad de mamíferos medianos y grandes. |
| LARA ET AL., 2011 | Pastizales, matorral rosetófilo y bosque de galería, 1300-1500 msnm. | Rancho "Los Ojos", Agua Prieta, Sonora. Noroeste de México. | Abundancia y densidad a través de monitoreo con cámaras trampa. |
| ARANDA ET AL., 2012 | Bosque mesófilo de montaña, 400-2860 msnm. | Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima. Occidente de México | Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos en dos estaciones del año. |
| HERNÁNDEZ Y ROSAS, 2014 | Selva baja caducifolia y manchones de Selva mediana subperenifolia, 250 hasta 800 m | Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa, San Luis Potosí. Noroeste de México | Diversidad y abundancia de las presas potenciales para <i>Panthera onca</i> y <i>Puma concolor</i> . |
| MONDRAGÓN, 2015 | Bosque de encino y matorral submontano, 1200 msnm | Rancho la mesa, Marín, Nuevo León. Noroeste de México | Densidad poblacional. |
| SORIA Y MONROY, 2015 | Bosque de pino-encino, 410- 2080 msnm | Reserva Natural de la Sierra Nanchititla, Edo. México. Centro de México | Monitoreo de la densidad poblacional y patrones de actividad en dos estaciones del año. |
| CRUZ ET AL., 2015 | Matorral crausicaule (de tallos carnosos), selva baja caducifolia, pastizal y zonas de cultivo, 760 a 800 msnm | San Gabriel Casa Blanca, municipio San Antonio Nanahuatipam, Oaxaca. Sur de México | Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes dos estaciones del año. |
| MÉNDEZ, 2017 | Bosque de pino, vegetación secundaria, vegetación de matorral, pastizal, 2967 msnm | Sierra "La Catana" Saltillo, Coahuila. Norte de México | Densidad, IAR y Patrones de actividad. |

Las cámaras trampa funcionan mediante sensores de movimiento o células fotoeléctricas que se activan cuando detectan el movimiento de un animal (Méndez, 2017). Funcionan por períodos de tiempo prolongados, facilitando el muestreo de especies con hábitos nocturnos o aquellos que se repelen ante la presencia humana (O'Connell *et al.*, 2011).

La gran ventaja de las cámaras trampa comparado con otros métodos de muestreo como la observación directa, capturas, o la búsqueda de rastros, es que pueden registrar datos muy precisos sin la captura del animal y sin la necesidad de que el investigador esté presente (O'Connell *et al.*, 2011). Las imágenes que se obtienen incluyen metadatos que obtienen un registro inequívoco de la especie, fecha y hora de detección, lo que facilita la recopilación y resguardo de los datos, obteniendo resultados más precisos (O'Connell *et al.*, 2011; Méndez, 2017). La efectividad de este método para la evaluación poblacional de diferentes especies, lo ha convertido en uno de los métodos más utilizados y versátiles para estudios de conservación (Lira y Briones, 2012).

2.5.2 Índice de Abundancia Relativa

Los conceptos de abundancia y densidad, están relacionados con el tamaño de la población, pero describen características diferentes (Méndez, 2017). La abundancia se relaciona con la dinámica de movimiento y la tasa de detección, mientras que los modelos de densidad estiman el número de animales en un área (Parsons *et al.*, 2017). Ambos conceptos tienen variación a través del tiempo debido a que el tamaño poblacional se ve influenciado por factores como la tasa de natalidad y mortalidad, la migración y emigración (Mandujano, 2011; Monroy *et al.*, 2011; Álvarez, 2016).

Mediante la técnica de fototrampeo podemos estimar estos parámetros poblacionales, sin embargo, estimar la densidad poblacional en ocasiones resulta difícil si la especie no presenta diferencias o marcas que distingan a un individuo de otro. Éste es el caso del venado cola blanca, pero en su lugar se utilizan otras medidas poblacionales como la abundancia relativa (Parsons *et al.*, 2017).

Podemos definir abundancia relativa como el porcentaje del número de individuos de una especie con respecto al total de individuos de todas las especies de un área (Monroy *et al.*, 2011; Méndez, 2017). Así podemos saber que tan común

es una especie en comparación con las otras especies que conforman la comunidad.

En el caso de mamíferos medianos y grandes, estimar la abundancia es difícil y costoso debido a sus hábitos evasivos, por lo que es recomendable el cálculo de índices de abundancia relativa (Monroy *et al.*, 2011). Este parámetro, al igual que el patrón de actividad pueden contribuir a la propuesta de estrategias para la conservación de las especies (Monroy *et al.*, 2011).

El índice de abundancia relativa estima el número de individuos de una especie por unidad de esfuerzo, y para su cálculo se usa la siguiente fórmula (Monroy *et al.*, 2011; Mondragón, 2015; Méndez, 2017):

$IAR = C/EM * 100$ días-trampa dónde:

IAR = Índice de abundancia relativa

C = Capturas o eventos fotografiados.

EM = Esfuerzo de muestreo (No. de cámaras * días de muestreo)

1,000 ó 100 días-trampa = Factor de corrección estándar

2.6 ADVC y sus ejemplos de conservación.

La certificación de un Área Natural Protegida (ANP) como una Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) surge de la necesidad de implementar nuevas estrategias para la conservación ante la falta de aplicación de derecho ambiental, tanto a nivel nacional como internacional (Rovalo y de la Maza, s.a). Este proceso se hizo efectivo con la modificación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEEGPA) publicada en 2008, que establece en el artículo 55 bis, incorporar las ADVC como una categoría más de ANP, con el mismo grado de importancia para la conservación, pero donde los propietarios son quienes se encargan del plan de trabajo, proyectos y gestión de recursos. En México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) es la instancia gubernamental que lleva a cabo la validación de los procesos de certificación de las ADVC (Elizondo y López, 2009).

Asimismo, se ha buscado que los propietarios de los predios certificados se vean beneficiados por los apoyos económicos que el gobierno federal otorga a través de diversos programas (Rovalo y de la Maza, s.a). Los propietarios de los

predios también pueden ser acreditadores de estímulos nacionales e internacionales por el pago de servicios ambientales, que incluye la captura de carbono, servicios hidrológicos y la conservación de la biodiversidad (Noriero, 2014).

La importancia de la preservación de estas áreas deriva en que, en ellas pueden conservarse y restaurarse ecosistemas frágiles, e incluso son el hábitat de especies con alguna categoría de riesgo o endémicas, y son áreas donde se conservan recursos genéticos (Elizondo y López, 2009). Los ecosistemas que han sido protegidos bajo este esquema incluyen: selvas secas, matorrales, pastizales, bosque mesófilo de montaña, selva húmeda, bosque templado y humedales (Elizondo y López, 2009; CONANP, 2018).

La primera certificación de un ADVC realizada en el país fue en el 2002, y desde entonces se han ido añadiendo otros territorios destinados a la conservación, y han surgido modificaciones que implican incluso la cancelación de certificado en algunos predios (CONANP, 2018). Actualmente existen 332 ADVC, con una extensión territorial aproximada de medio millón de hectáreas distribuidas en 24 estados (CONANP, 2019), entre ellos Nayarit (CONANP, 2018).

En el estado de Nayarit existen dos predios certificados como ADVC, ambos localizados en el municipio de Santiago Ixcuintla. Cuentan con una superficie total de 368.83 ha., son una ANP de carácter privado nombrada “La Papalota”, y se encuentra dividida en dos secciones (CONANP, 2018).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El ADVC La Papalota se localiza en la planicie costera del estado de Nayarit, en el municipio de Santiago Ixcuintla, se sitúa en las coordenadas 21° 39' 62" N, 105° 27' 11" O a 0 mnsn. Colinda al norte con el ejido de Villa Juárez, al sur con la desembocadura del río Santiago, al este con el río Santiago y al oeste con el Océano Pacífico. Abarca una superficie de 368.82 hectáreas (Luja *et al.*, 2017), y tiene baja actividad humana.

La vegetación predominante está conformada por manglar, entre los que encontramos mangle negro o puyequé (*Avicennia germinans*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*), asociado con vegetación halófila representadas por *Batis spp.* y *Salicornia spp.* Existe también un pequeño mosaico de bosque tropical caducifolio y vegetación secundaria (Luja *et al.*, 2017). Ésta ADVC representa una isla de vegetación nativa rodeada de tierras de uso agrícola, ganadero y acuícola.

Santiago Ixcuintla es un municipio cuyo clima es cálido sub-húmedo con una temperatura promedio anual de 31.7°C, la temporada de lluvias abarca de junio a octubre, con mayor intensidad de lluvias durante julio y agosto, llegando a alcanzar los 1,266.1 mm de precipitación (Luja *et al.*, 2017).

3.2 Trabajo de campo

El periodo de muestreo fue de 16 meses, de abril del 2016 a Julio del 2017, contabilizando 436 días en total.

Inicialmente se dividió el área de estudio en 25 cuadrantes de 300 m por 300 m utilizando el programa Google Earth Pro, para facilitar la distribución de las cámaras trampa y muestrear el mayor número de sitios posible. La distancia recomendada entre cámaras es de 500-800 m de separación (Díaz y Payán, 2012), sin embargo, el área de estudio es relativamente pequeña por lo que se decidió disminuir la separación (300 m de separación), con la finalidad de aumentar el número de registros (Luja *et al.*, 2017). Se utilizaron 10 cámaras trampa (ocho cámaras Cuddeback y dos HCO Scoutguard), que fueron rotadas de forma aleatoria

en cuadrantes distintos. Cada mes se extrajo la información de las cámaras trampa, se reprogramaron y se reinstalaron en cuadrantes al azar. Las cámaras trampa se instalaron en senderos y zonas con rastros indirectos (huellas y excretas de fauna silvestre). En cada punto de muestreo se registraron las coordenadas geográficas mediante un GPS (sistema de posicionamiento global), nombrando los puntos de muestreo cómo estación 1, estación 2, estación 3, y así sucesivamente (Cuadro 2). Finalmente se obtuvo un total de 32 estaciones muestreadas distribuidas en el área de estudio (Figura 2).

Las cámaras fueron colocadas en árboles o astas a una distancia del suelo aproximada de 50 cm y se acomodaron con la inclinación apropiada según el terreno y la orientación del sol, con la finalidad de capturar el mejor ángulo posible del espécimen y con la mayor nitidez (Díaz y Payán, 2012; Chávez *et al.*, 2013). Se configuraron para permanecer activas durante las 24 horas, permitiendo la captura de animales de día y de noche, con la configuración de mayor número de capturas posibles (FAP, fast as possible; Luja *et al.*, 2017).



Figura 2. Ubicación de las 32 estaciones de fototrampeo dentro del ADVC La Papalota, área correspondiente a 368.82 hectáreas.

Cuadro 2. Número total de estaciones de muestreo tomadas al azar en un periodo de 16 meses en la ADVC La Papalota (en el cual; abril del 2016 corresponde al mes 1 y julio del 2017 al mes 16).

| ESTACION | COORDENADAS UTM | | MESES DE MUESTREO | EVENTOS INDEP. |
|----------|-----------------|--------------|--|----------------|
| | E | N | | |
| 1 | 453304 | 2394664 0000 | 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 | 36 |
| 2 | 453468 | 2394254 0000 | 6,7,8,9,10,11 | 21 |
| 3 | 453118 | 2395041 0000 | 7 | 5 |
| 4 | 453757 | 2394098 0000 | 8,9,10 | 0 |
| 5 | 452748 | 2395629 0000 | 4 | 1 |
| 6 | 452675 | 2395596 0000 | 5,6,7,8,9,10 | 3 |
| 7 | 453252 | 2394764 0000 | 6 | 1 |
| 8 | 452440 | 2396482 0000 | 7 | 0 |
| 9 | 452552 | 2395862 0000 | 8,9 | 7 |
| 10 | 452913 | 2395695 0000 | 11,12,13,14,15,16 | 67 |
| 11 | 454268 | 2395226 0000 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16 | 100 |
| 12 | 454093 | 2395824 0000 | 7 | 13 |
| 13 | 453682 | 2396545 0000 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 | 21 |
| 14 | 453504 | 2395936 0000 | 5,6,7,,8,9,10,11,12,13,14,15 | 60 |
| 15 | 454073 | 2395990 0000 | 6 | 0 |
| 16 | 452747 | 2395463 0000 | 1,2 | 2 |
| 17 | 452926 | 2396292 0000 | 5,6 | 3 |
| 18 | 453605 | 2395228 0000 | 6 | 6 |
| 19 | 453701 | 2396555 0000 | 10,11,12 | 9 |
| 20 | 453843 | 2395072 0000 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 | 97 |
| 21 | 453884 | 2394906 0000 | 6,7 | 14 |
| 22 | 453633 | 2394209 0000 | 10,11,12 | 53 |
| 23 | 453286 | 2395871 0000 | 6 | 9 |
| 24 | 453698 | 2395204 0000 | 8,9,10,11,12,13,14,15 | 3 |
| 25 | 453121 | 2395794 0000 | 10 | 1 |
| 26 | 453378 | 2395383 0000 | 11 | 8 |
| 27 | 453315 | 2395129 0000 | 12,13,14,15 | 15 |
| 28 | 453574 | 2395173 0000 | 6 | 5 |
| 29 | 453813 | 2395426 0000 | 7 | 7 |
| 30 | 454102 | 2395215 0000 | 8,9,10 | 14 |
| 31 | 453999 | 2395249 0000 | 10,11,12 | 7 |
| 32 | 453967 | 2394939 0000 | 13,14,15 | 3 |

Una vez colocadas, las cámaras fueron revisadas cada quince días, para evitar la pérdida de datos en caso de falla por cuestiones naturales (inundación, obstrucción con ramas, movimiento causado por animales, entre otras) o antrópicas (robo, memoria llena o baterías agotadas).

En cada estación se extrajeron las fotografías de la tarjeta de memoria, guardándolas en una computadora portátil en carpetas distintas, las cuales llevan por nombre el número de la estación (Ej. Estación 1). Una vez que se extrajo la información y se limpió la tarjeta de memoria, las cámaras fueron reprogramadas y reubicadas en cuadrantes distintos (al azar), con la finalidad de que todas las áreas de la Reserva fueran igualmente susceptibles de ser muestreadas (Sanderson y Harris, 2013 y Luja *et al.*, 2017). Sin embargo, se optó por alargar el periodo de captura (Cuadro 2) en algunas estaciones de muestreo ubicadas en pasaderos de mastofauna, con el objetivo de obtener datos precisos de individuos y patrones de actividad de los mamíferos.

Cada vez que se reprogramaron las cámaras, el recuento de los archivos se regresó a 0, esto creó archivos con el mismo nombre, por lo que fue necesario renombrar todas las imágenes, para eso se utilizó el software ReNamer (Sanderson y Harris, 2013).

3.3 Organización fotográfica y creación de datos

La organización fotográfica se realizó de manera manual con base en la metodología de Sanderson y Harris (2013).

En primera instancia se creó una carpeta llamada AllCameraTrapData la cual contenía todos los programas a utilizar para el análisis de datos, descargados en <http://www.smallcats.org/CTA-executables.html> y una carpeta con todas las fotografías organizadas y listas para ser procesadas.

Para la organización fotográfica se creó una nueva carpeta dentro de AllCameraTrapData, nombrada AllLocations (Sanderson y Harris, 2013), en esta carpeta se organizaron las fotografías en carpetas separadas por estación, especie e individuos, ejemplo:

C:AllLocations/ Localización (C_01_1) / Especie (*Odocoileus virginianus*) / Número de individuos (01, 02, 03.....12.)

Aquellas imágenes donde aparecieron dos o más especies, se almacenaron en las carpetas de todas las especies presentes en la foto (una foto por cada especie presente; Sanderson y Harris, 2013).

Posterior al ordenamiento fotográfico se procesaron los metadatos, utilizando el programa descargado DataOrganize. Este proceso generó dos documentos; AllPictures.txt, que es una lista de archivos de texto que contiene la información de cada imagen obtenida, primero por ubicación, luego por especie, fecha, hora y número de individuos, e InputTemp.txt, que contiene el número total de estaciones muestreadas, sus fechas de inicio y finalización, y el número total de especies presentes. Para finalizar se ingresaron las coordenadas UTM (sistema de coordenadas universal transversal) y altitud por estación, y se guardó con el nombre de Input.txt, obteniendo todos los metadatos de las fotografías de todas las especies. Para ejecutar los datos del venado cola blanca se modificó el documento Input.txt escribiendo el comando: 1 especie y especificarla (Ejemplo, 1 Venado), quedando guardada solo la información de esta especie (Sanderson y Harris, 2013).

3.4 Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó el programa DataAnalyze, el cual solicita ingresar el periodo de tiempo determinado para un evento independiente. En este caso se consideraron como eventos independientes aquellas imágenes separadas por un tiempo de 60 minutos, las imágenes no consecutivas de individuos de la misma especie, e imágenes consecutivas de individuos de diferentes especies (Monroy et al., 2011), las imágenes tomadas dentro del mismo periodo (60 min) se consideraron como un solo evento. Este programa funciona sólo si se han generado: AllPictures.txt e Input.txt, por lo que fue importante que todos los programas y archivos se encontraran dentro de la carpeta de nivel superior llamada AllCameraTrapData (Sanderson y Harris, 2013). El documento final que se generó tuvo el nombre de OutputDataAnalyze.txt y contiene toda la información ordenada derivada de los metadatos de las imágenes.

3.4.1 Índice de Abundancia Relativa

Para estimar la abundancia relativa del venado cola blanca es necesario que Input.txt tenga el comando de información de todas las especies registradas (11). El programa DataAnalyze utiliza el número máximo de individuos capturados en los eventos independientes de todas las especies y calcula el porcentaje de individuos de cada especie.

En este estudio se usó la tasa de detección como índice de abundancia relativa, respaldado por estudios como el de Silveira *et al.* (2003), Monroy *et al.* (2011), Lira y Briones (2012), y Parsons *et al.* (2017) en los cuales se ha comprobado una correlación positiva (95%) entre la tasa de detección y de ocupación como índices de abundancia relativa. La fórmula para determinar el índice de abundancia relativa es la siguiente:

$$\text{IAR} = \text{Número de eventos independientes} / \text{días trampa} * 100$$

En el caso del venado, suele encontrarse formando grupos durante la temporada de crianza o apareamiento, por lo cual, aquellas fotografías donde se observó más de un individuo, el número de eventos independiente es igual al número de individuos de la misma especie observados en la misma fotografía (Monroy *et al.*, 2011).

3.4.2 Patrón de actividad

Para el cálculo de actividad se tomó en cuenta el número total de eventos independientes recopilados en lapsos de hora (00:00-24:00) en todas las ubicaciones durante todo el periodo de muestreo (abril del 2016 a julio del 2017). Se determinó la frecuencia de aparición de la especie por cada hora (número total de eventos independientes por hora entre el número total de eventos independientes recopilados en lapsos de hora durante todo el periodo de muestreo) y los picos de actividad de la especie.

El patrón de actividad se describe según la división horaria propuesta por Monroy *et al.* (2011), en la cual divide el patrón de actividad en tres unidades:

- a) Diurnos: de 08:00 a 18:00 horas, cuando se observa luz solar
- b) Nocturnos: de 20:00 a 06:00 horas, sin luz solar
- c) Crepusculares: de 06:00 a 08:00 horas y de 18:00 a 20:00 horas

Se realizó una comparación entre el patrón de actividad por temporadas, abarcando la temporada húmeda de junio a octubre, y la temporada de secas de noviembre a mayo (Mandujano y Gallina, 1993; Mandujano *et al.*, 2004; Soria y Monroy, 2015; Luja *et al.*, 2017).

3.4.3 Ocupación naïve

La ocupación naïve, es la proporción de cámaras en la cuales se registra una especie en relación al número total de cámaras empleadas durante el monitoreo (O'Connell y Bailey, 2011). Dicha ocupación fue calculada, y se determinaron también los sitios con mayor tasa de detección por temporadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos mediante el trabajo de fototrampeo mostraron una riqueza de 10 especies de mamíferos silvestres grandes y medianos pertenecientes a cinco ordenes (Artiodactyla, Carnivora, Cingulata, Didelphimorphia, y Lagomorpha), ocho familias y 10 géneros (Cuadro 3).

El esfuerzo de muestreo total fue de 3610 días-trampa (no. cámaras*días de muestreo) abarcando un área efectiva de muestreo de 2.75 km². Se obtuvieron un total de 18,573 eventos fotográficos, de los cuales 1,434 (7.7%) fueron de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Del total de los eventos fotográficos de venado cola blanca solo, 591 fueron eventos independientes.

Cuadro 3. Mamíferos silvestres registrados por medio de cámaras trampa en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit.

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN |
|-----------------|-------------|-------------------------------|--------------------|
| ARTIODACTYLA | CERVIDAE | <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca |
| | TAYASSUIDAE | <i>Pecari tajacu</i> | Jabalí |
| CARNIVORA | CANIDAE | <i>Canis latrans</i> | Coyote |
| | FELIDAE | <i>Leopardus pardalis</i> | Ocelote |
| | | <i>Panthera onca</i> | Jaguar |
| | PROCYONIDAE | <i>Nasua narica</i> | Coatí |
| | | <i>Procyon lotor</i> | Mapache |
| CINGULATA | DASYPODIDAE | <i>Dasyus novemcinctus</i> | Armadillo |
| DIDELPHIMORPHIA | DIDELPHIDAE | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache |
| LAGOMORPHA | LEPORIDAE | <i>Sylvilagus</i> | Conejo |
| | | <i>cunicularius</i> | |

4.1 Abundancia relativa

Se obtuvo un total de 838 eventos independientes de mamíferos grandes y medianos de los cuales el 70.52% representa a la especie *Odocoileus virginianus*. Siendo el venado cola blanca (*O. virginianus*) la especie con mayor abundancia relativa en el ADVC La Papalota. El IAR del venado cola blanca en el área de estudio es de 16.37, y ha resultado ser mayor al de otros estudios realizados en otros ambientes.

En el estudio realizado por Cruz *et al.* (2015), en el oriente-centro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca (matorral crasicaule y selva baja caducifolia), se colocaron 10 cámaras-trampa de febrero a diciembre de 2012, obteniendo un total de 826 eventos independientes de 3,459 fotografías, el esfuerzo total de muestreo fue de 3,300 días-trampa, y el número de eventos independientes para el venado cola blanca fue de 263 (31.46 %), obteniendo un IAR de 8.13 ± 0.88 . Fue una de las especies con mayor abundancia relativa, seguido del conejo (*Silvilagus floridanus*), a pesar de ser una de las especies de mayor abundancia, el IAR del venado cola blanca en el ADVC La Papalota (Manglar) es notoriamente mayor.

Mondragón (2015), realizó un estudio en el Rancho la Mesa, Sierra los Picachos, municipio de Marín, Nuevo León (Bosque de encino), dónde utilizó el método de foto-trampeo para estimar la densidad de la población de *O. virginianus texanus*, en un periodo comprendido del 23 de julio de 2014 a 28 de febrero de 2015. El esfuerzo de muestreo fue de 3080 días-trampa, y se obtuvo un total de 194 fotografías de venado cola blanca de las cuales 78 (40%) fueron consideradas como eventos independientes. El IAR del venado cola blanca en este estudio fue notoriamente bajo (0.0423) en comparación con lo obtenido en el ADVC La Papalota (16.37).

En otro estudio realizado en el norte del país (Méndez, 2017), se calculó la densidad, IAR y patrones de actividad del venado cola blanca, mediante el método de fototrampeo en bosque de pino y vegetación secundaria, en la Sierra "La Catana", en el Municipio de Saltillo, Coahuila. En un periodo comprendido del 1 de abril al 31 de octubre de 2015, con un esfuerzo de muestreo de 2568 días-trampa,

se obtuvo un índice de abundancia relativa de 2.76 ± 1.05 , siendo de igual forma menor al obtenido en este estudio.

En la mayoría de los estudios revisados, el venado cola blanca ha demostrado ser una especie con una alta capacidad de adaptación a diferentes ecosistemas, en los cuales su IAR ha sido mayor al de otras especies de mamíferos medianos y grandes con los que converge. Sin embargo, esto se contradice en el estudio realizado en La Reserva Natural Sierra Nanchititla, Estado de México (selva baja caducifolia, bosque de pino-encino, mesófilo de montaña y vegetación secundaria) de Monroy *et al.* (2011), dónde se utilizaron cámaras-trampa para obtener IAR y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes, de diciembre de 2003 a mayo de 2006, con un esfuerzo de muestreo de 4 305 días-trampa. Los resultados obtenidos describen IAR mayores para las especies de mamíferos de menor tamaño (*Nasua narica*, 4.04; *Sylvilagus floridanus*, 2.11; *Urocyon cinereoargenteus*, 1.53). El IAR del venado cola blanca fue de 1.23, a pesar de ello el venado cola blanca fue una de las especies presentes en la mayoría de las estaciones. De igual forma el IAR obtenido en Monroy *et al.* (2011) es mucho menor al calculado en el ADVC La Papalota.

Se observó también, que, durante la temporada seca, el IAR del venado cola blanca en el ADVC La Papalota fue menor en comparación con la temporada húmeda (Cuadro 4).

Cuadro 4. Índice de Abundancia Relativa (IAR) de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) durante las temporadas: húmeda (junio-octubre) y seca (noviembre-mayo).

| | TEMPORADA HÚMEDA | TEMPORADA SECA | TOTAL |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------|-------|
| EVENTOS INDEPENDIENTES | 254 | 337 | 591 |
| DÍAS | 1360 | 2250 | 3610 |
| IAR | 18.68 | 14.98 | 16.37 |

El IAR mayor durante la temporada húmeda coincide con lo encontrado en estudios previos realizados en ambientes tropicales, con estacionalidad marcada (Sánchez-Rojas *et al.*, 1997; Mandujano *et al.*, 2004; Aranda *et al.*, 2012) y con

estudios en el norte del país (Galindo y Weber, 2005), en los cuales establecen que durante esta temporada el venado aprovecha la riqueza y abundancia de especies vegetales, aumentando el periodo de actividad de forrajeo, lo que también puede ser influenciado por el periodo de crianza (Anexo: Figura 1).

4.2 Patrón de actividad

Para el cálculo de actividad se utilizaron 623 eventos fotográficos de los cuales 351 (56.34%) fueron diurnos, 157 (25.2%) crepusculares y 115 (18.46%) nocturnos, con base en la división horaria de Monroy *et al.* (2011). Estos datos mostraron que el venado cola blanca, aunque su actividad sea principalmente diurna (Figura 3), algunos individuos mantienen su actividad en horas crepusculares, incluso de noche (Anexo: Figura 2 y figura 3). El pico de actividad se presenta de las 07:00 a las 09:00 horas (19.6%), disminuyendo la actividad en horas de mayor radiación solar (11:00-14:00 horas; 11%) con nula actividad (0%) de 02:00-03:00 horas en ambas temporadas.

Durante la temporada húmeda (junio-octubre), el venado cola blanca se mantuvo activo de día (8:00-18:00 horas; 67.5%), con un pico de actividad de 08:00 a 09:00 horas (9.7%), disminuyendo su actividad en horas de crepúsculo (19.8%) y presentó una frecuencia de actividad casi nula por la noche (20:00-06:00; 12.6%).

En temporada seca (noviembre-mayo) el patrón de actividad en horas crepusculares (29.1%) fue mayor en comparación con la temporada húmeda (19.8%). Los picos de actividad sucedieron en las primeras horas de la mañana (07:00-09:00; 22.8%). La actividad durante el día fue de 47.9% y durante la noche de 23%. Cabe mencionar que su actividad disminuyó notablemente en las horas con mayor radiación solar (12:00-01:00 horas; 1.7%) (Figura 4).

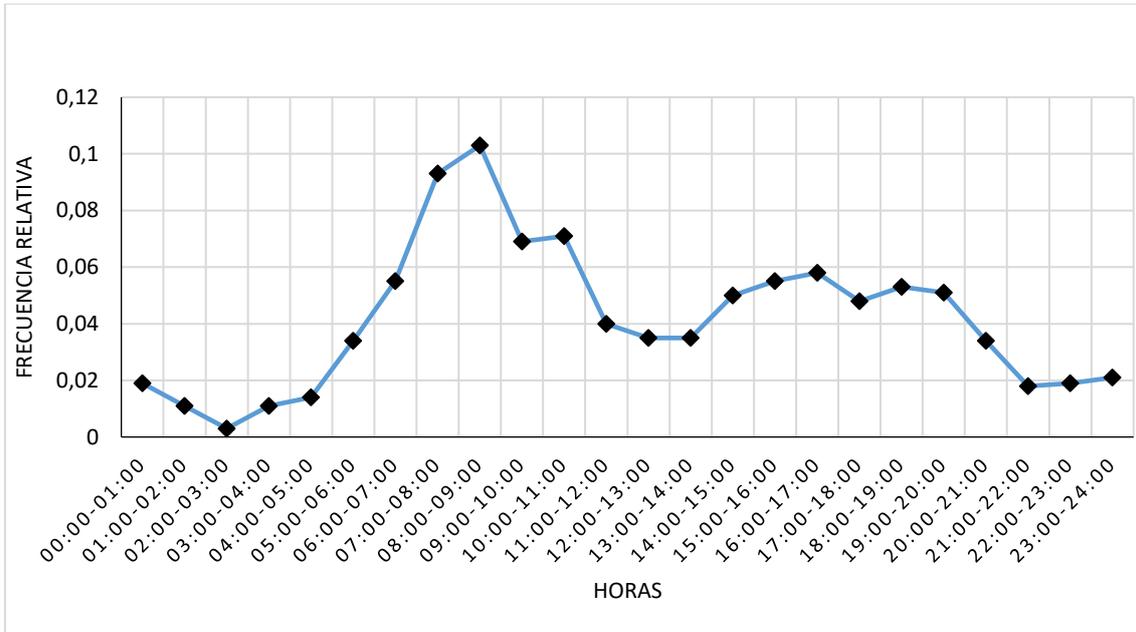


Figura 3. Patrones de actividad por hora del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el ADVC La Papalota, Santiago, Ixcuintla, Nayarit. (Número de eventos independientes por hora / número total de eventos independientes recopilados en lapsos de hora durante todo el periodo de muestreo).

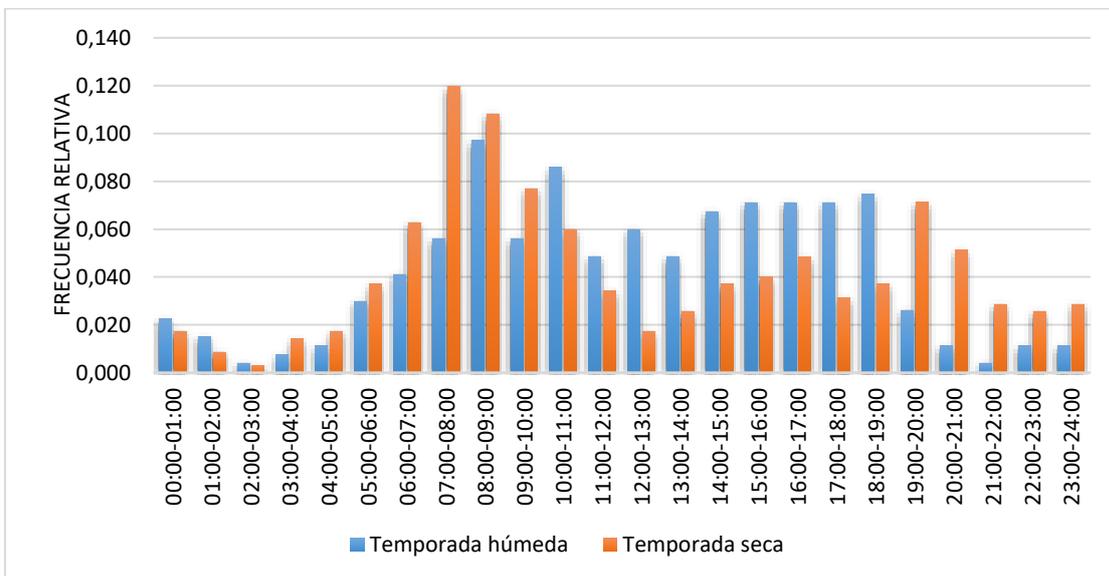


Figura 4. Patrones de actividad por hora por temporada, del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el ADVC La papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit.

En un estudio previo realizado en el estado de Jalisco, Sánchez-Rojas *et al.* (1997) realizaron el seguimiento de un macho y una hembra en un bosque tropical caducifolio y subcaducifolio mediante radiotelemetría, y registraron un patrón de

actividad en la temporada seca principalmente crepuscular y nocturno (05:00-8:00 y 17:00-20:00rs). En la temporada húmeda no registraron datos del macho, sin embargo, la hembra se mantuvo activa durante todo el día, disminuyendo su actividad de noche, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio.

Otros estudios cuyos resultados coinciden con los obtenidos en este trabajo, es decir actividad principalmente diurna con poca actividad crepuscular, son: Lira y Briones (2012) en la selva de los Chimalapas en Oaxaca (bosque tropical caducifolio y subcaducifolio), Cruz *et al.* (2015) en La Cañada, en la Mixteca Oaxaqueña (pastizal), Soria y Monroy (2015) en la Reserva Natural Sierra Nanchititla en Edo. De México (bosque de pino), Mondragón (2015) en el rancho La Mesa, Marín, Nuevo León (encinar), y Méndez (2017) en Sierra Catana, Coahuila (bosque de pino).

Incluso existen áreas de estudio donde el venado no mostró patrones de actividad definidos, permaneciendo activo tanto de día como de noche, tal es el caso de la Reserva Natural Sierra Nanchititla, Edo. de México (selva baja y bosque de galería; Monroy *et al.*, 2011), y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima (bosque mesófilo de montaña; Aranda *et al.* (2012).

Por otro lado, Gallina y Bello (2014) realizaron un estudio de cuatro años consecutivos (1995-1998) en el noroeste de México, en un ecosistema de matorral xerófilo, para conocer el patrón de actividad del venado cola blanca de acuerdo al sexo, utilizando radiotelemetría en 14 hembras y 9 machos. Dichos autores registraron patrones de actividad principalmente crepusculares, lo cual coincide con lo descrito por Galindo y Weber (2005), y Weber (2014), trabajos en los cuales describen al venado cola blanca con patrones de actividad crepusculares en ambientes áridos del norte del país.

4.3 Distribución espacial del venado cola blanca dentro del ADVC La Papalota

La ocupación naïve del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) fue de 0.906 (90%) durante todo el periodo de muestreo. Ésta especie estuvo presente en 29 de las 32 estaciones de fototrampeo.

En los resultados obtenidos se observó que la tasa de detección varía dependiendo de la temporada (temporada seca y temporada húmeda) y las estaciones de muestreo, lo que pudiera estar relacionado con la composición de las comunidades vegetales presente en dichas estaciones durante estas temporadas. La tasa de detección más alta ocurrió durante el mes de agosto del 2016 (42.64; Figura 5) cuando se pudo observar grupos de venados compuestos por venados jóvenes y hembras con cervatillos (Anexo 1: Figura 1).

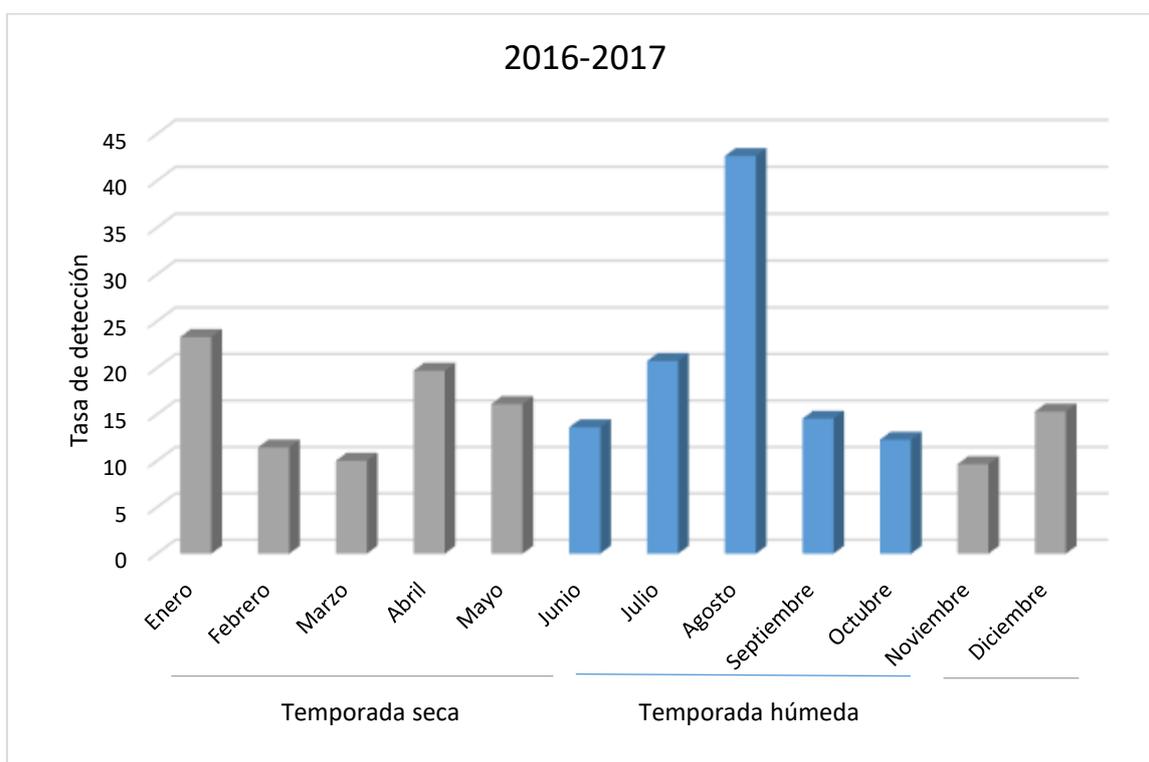


Figura 5. Tasa de detección mensual para *Odocoileus virginianus* en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit. Datos promedio tomados del mes de abril del 2016 a Julio del 2017. (Eventos independientes/ periodo de muestreo * 100).

El área central de la reserva presentó un constante tránsito de venados, misma que cuenta con abundante cobertura vegetal, en su mayoría mangle negro, asociado a vegetación halófila, y vegetación secundaria. Durante la temporada húmeda los venados no se limitan a sitios particulares de la reserva, sino que se encuentran en constante movimiento, inclusive se observó la presencia de individuos en áreas abiertas (Anexo: Figura 2). Probablemente esto se deba a que la diversidad vegetal aumenta y el venado consigue su alimento con mayor

facilidad. Las estaciones 2, 3, 11, 12 y 23 (Figura 6), registraron las tasas de detección más altas (30-45), mismas que están ubicadas fuera del bosque de mangle (Anexo: Figura 5).

Contrario a lo observado en la temporada húmeda, durante la temporada seca, el venado evita el uso o tránsito por áreas abiertas (Figura 7). En dicha temporada la cobertura vegetal es escasa, y puede aumentar el riesgo de depredación, además los venados evitan la exposición a los rayos solares (Gallina y Bello, 2014), por lo que se observa una preferencia hacia senderos cercanos a vegetación densa, principalmente manglar (Anexo: Figura 4, figura 6 y figura 7). Las estaciones 11 y 20, ubicadas en la parte central de la reserva, fueron las que tuvieron tasa de detección más alta durante la temporada seca (15-30), mientras que en el límite occidental de la reserva (estaciones 1, 2, 6, 16) los registros fotográficos de venado se pueden clasificar como raras (< 5 registros por periodo de muestreo).

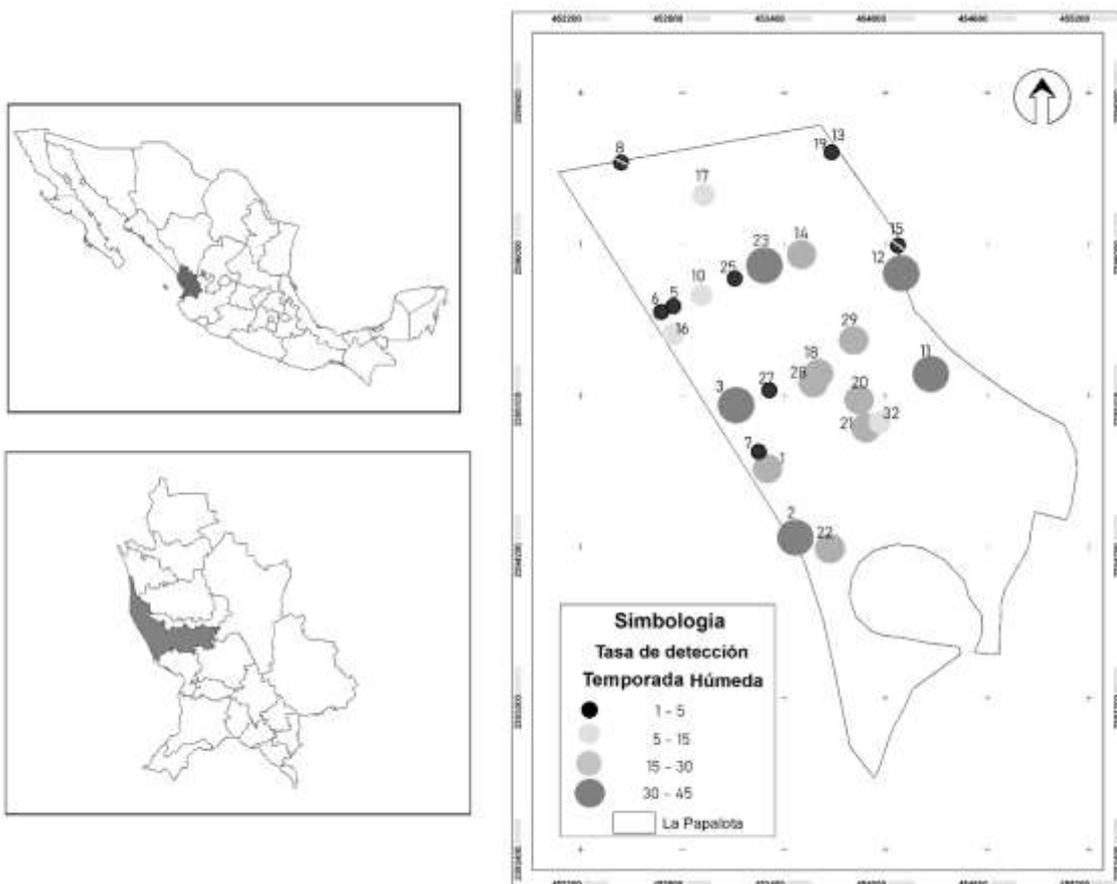


Figura 6. Tasa de detección de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), durante la temporada húmeda por ubicación por periodo (No. imágenes / periodo de muestreo *100), en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit.

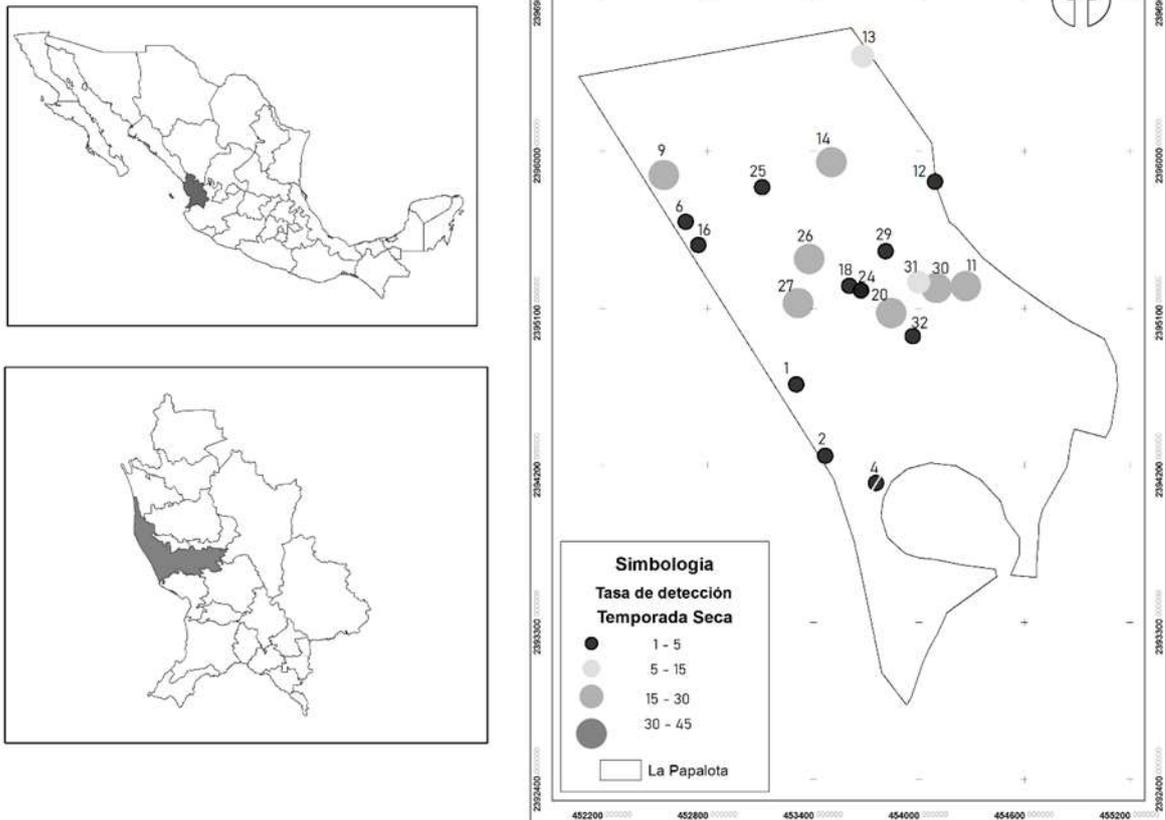


Figura 7. Tasa de detección de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en temporada seca, por ubicación por periodo (No. imágenes / periodo de muestreo *100), en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit.

El venado cola blanca ha presentado fidelidad a los lugares adecuados para su supervivencia, incluso se ha demostrado que utilizan los mismos senderos cada año (Nelson y Mech, 1981). El aumento del IAR durante la temporada húmeda, y su disminución en la temporada seca (de 16.68 a 14.98) puede indicarnos que existió migración (flujo génico), con dos posibles objetivos: (1) acceso a alimento y sitios adecuados para la crianza (Nelson y Mech, 1981; Sánchez-Rojas et al., 1997; Mandujano *et al.*, 2004; Galindo y Weber, 2005; Aranda *et al.*, 2012; Prugh *et al.*, 2019), y (2) reducir el riesgo de depredación, tomando en cuenta que en temporada húmeda la densidad de jaguar dentro de La Papalota disminuye (Luja *et al.* 2017), en contraste con la actividad del venado que aumenta. Este tipo de adaptaciones conductuales en presencia de depredadores ha sido documentado en trabajos como el de Nelson y Mech (1981) realizado en el noreste de Minnesota, donde se analizó la conducta, organización social y uso de hábitat del venado cola blanca en presencia de depredadores.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

De acuerdo al índice de abundancia relativa obtenido en el presente estudio, se acepta la hipótesis propuesta, la cual planteaba que el IAR (16.37) sería mayor que otros estudios realizados en México. En Nayarit no existían estudios poblacionales del venado en humedales, sin embargo, en este estudio observamos que para especies grandes como el venado cola blanca y el jaguar (Luja *et al.*, 2017), este ecosistema es de suma importancia para su conservación, ya que su presencia es continua y su abundancia es alta. Por lo que probablemente brinda refugio y alimento adecuados, además, el registro de adultos con crías lo colocan como un sitio importante para la reproducción del venado cola blanca y otras especies.

En cuanto al patrón de actividad, la especie presentó hábitos en su mayoría diurnos. Ésta especie se adapta a condiciones ambientales inmediatas, expresando cambios conductuales y demográficos, en periodos cortos de tiempo o anuales, ya que durante la temporada seca la actividad en horas crepusculares aumentó significativamente, probablemente para evitar la exposición a los rayos solares durante las horas más calientes del día. Este comportamiento es común en regiones áridas, donde el venado evita la deshidratación y el gasto energético debido a que el alimento y el agua son escasos.

El venado cola blanca estuvo presente en la mayoría de las estaciones, aceptando la hipótesis propuesta, ya que en las tres estaciones de muestreo donde no se detectó la presencia de venado, es posible catalogarlas como sitios no aptos debido a su ubicación y estructura vegetativa: dos en áreas abiertas en los límites norte y este de la reserva, y uno en la parte sur de la reserva, zona inundable a la orilla del río Santiago, cubierta por mangle y terreno fangoso lo cual dificulta el acceso y la movilidad de los venados.

En cuanto a la depredación, no se obtuvieron registros fotográficos de venados o cervatillos depredados en todo el periodo de muestreo, por lo que se sugiere que los depredadores disponen de otras presas con mayor facilidad de captura, inclusive se ha documentado que la presencia de ganado disminuye los riesgos de depredación para los ungulados. Por lo tanto, puede sugerirse que el ADVC La Papalota sirve como refugio, ya que, al ser una Área Natural Protegida

de carácter privado, la caza ilegal es menos frecuente. No obstante, es posible que la principal causa de muerte de esta especie, sea la cacería ilegal en sitios fuera del ADVC.

CAPITULO VI

LITERATURA CITADA

- Álvarez, J., y Medellín, R. A. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. México, D.F: Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Álvarez, O. 2016. Ecología, dinámica de las poblaciones, e interacciones en el ecosistema. *Publicaciones Didácticas*, 72, 168-172.
- Aranda, J. M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. México, D.F: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Aranda, M., Botello, F., y López de Buen, L. 2012. Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(3), 778-784.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2016. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, otra forma de proteger. Consultado el 21 de septiembre del 2018, en <https://www.gob.mx/conanp/prensa/areas-destinadas-voluntariamente-a-la-conservacion-otra-forma-de-proteger>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2018. *Memoria documental 14. ADVC (otras modalidades de conservación). Informe de Rendición de Cuentas 2012-2018*. México, D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2019. SEMARNAT Y CONANP impulsan esquemas voluntarios de Áreas Protegidas. Consultado el 20 de marzo del 2019, en <https://www.gob.mx/conanp/prensa/semarnat-y-conanp-impulsa-esquemas-voluntarios-de-areas-protegidas>
- Contreras, F. 2008. *Ecología poblacional del venado cola blanca (Odocoileus virginianus thomasi) en la R/A San Joaquín municipio de Balancán, Tabasco*,

- México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tesis de Licenciatura. Villahermosa, Tabasco; México.
- Cruz, O., López, E., Delfín, C. A., y Mandujano, S. 2015. Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Therya*, 6(2): 435-448.
- Díaz, A., y Payán, E. 2012. *Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia.
- Elizondo, C., y López, D. 2009. *Las áreas voluntarias de conservación en Quintana Roo*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Corredor Biológico Mesoamericano.
- Galindo, C., y Weber, M. 2005. Venado cola blanca. En: Ceballos, G., y Oliva, G. (Editores), *Los mamíferos silvestres de México* (pp 517-521). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Fondo de Cultura Económica.
- Gallina, S., y Bello, J. 2014. Patrones de actividad del venado cola blanca en el noroeste de México. *Therya*, 5(2): 243- 436
- Gallina, S., Mandujano, S., y Villareal Espino-Barros, O. (Editores). 2014. *Monitoreo y manejo del venado cola blanca: conceptos y métodos*. Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Ecología A.C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Harris, G., Thompson, R., Childs, J. L., y Sanderson, J. G. 2010. Automatic storage and analysis of camera trap data. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 91(3): 352–360.
- Hernández, A. D., y Rosas, O. C. 2014. Diversidad y abundancia de la base de presas para *Panthera onca* y *Puma concolor* en una Reserva de la Biosfera de México. *Revista Agroproductividad*, 7(5): 45-50.

- Lara, N. E., Coronel, H., González, A., Gutiérrez, C., y López, C. A. 2011. Abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en Sierra de San Luis, Sonora, México. *Therya*, 2(2):125-137.
- Lira, I., y Briones, M. 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(3): 566-585.
- Luja, V. H., Navarro, C. J., Torres, L. A., Cortés, M., y Vallarta, I. L. 2017. Small Protected Areas as Stepping-Stones for Jaguars in Western Mexico. *Tropical Conservation Science*, 10: 1–8.
- Mandujano, S. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(1): 211-251.
- Mandujano, S. 2010. *Venados, animales de los dioses*. Veracruz, México: Instituto de Ecología, A. C.
- Mandujano, S. 2011. *Ecología de poblaciones aplicada al manejo de Fauna Silvestre. Cuatro conceptos (N λ MSY Pe)*. México: Instituto Literario de Veracruz S. C.
- Mandujano, S. 2014. *Manual para estimar la densidad de venados en UMAs y ANPs empleando PELLET*. Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Ecología, A. C.
- Mandujano, S., y Gallina, S. 1993. Densidad del venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana*, 56: 1-37.
- Mandujano, S., Gallina, S., Arceo, G., y Pérez, L. 2004. Variación estacional del uso y preferencia de los tipos de vegetación por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(2): 45-67.
- Méndez, C. 2017. *Estimación Poblacional del Venado Cola Blanca (Odocoileus virginianus miquihuanensis) a través de Fototrampeo en la Sierra "La Catana" Saltillo, Coahuila*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía. Tesis Profesional de Ingeniero en Agrobiología. Saltillo, Coahuila; México.

- Mondragón, R. S. 2015. *Estimación de la densidad poblacional del venado cola blanca (Odocoileus virginianus texanus) por Medio de Cámaras-Trampa en el rancho La Mesa, Marín, Nuevo León*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía. Tesis Profesional de Ingeniero Forestal. Saltillo, Coahuila; México.
- Monroy, O., Zarco, M., Rodríguez, C., Soria, L., y Urios, V. 2011. Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59(1): 373-383.
- Nelson, M. E., y Mech, L. D. 1981. Deer Social Organization and Wolf Predation in Northeastern Minnesota. *Wildlife Monographs*, 77: 3-53
- Noriero, E. L. 2014. Una mirada desde las prácticas comunitarias a las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. Casos de estudio: Oaxaca y Chiapas. *Revista Textual*, 63: 103-123.
- O'Connell, A. F., y Bailey, L. L. (2011). Inference for occupancy and occupancy dynamics. In: O'Connell, A.F., Nichols, J.D., y Ullas, K. (editors), *Camera traps in animal ecology: Methods and analyses* (pp 191-204). USA: Patuxent Wildlife Research Center.
- Parsons, A. W., Forrester, T., McShea, W. J., Baker-Whatton, M. C., Millspaugh, J. J., y Kays, R. 2017. Do occupancy or detection rates from camera traps reflect deer density?. *Journal of Mammalogy*, 98(6): 1547–1557.
- Pérez O. 2014. *Patrones de secreción de progesterona, estrógenos y testosterona en venado cola blanca (Odocoileus virginianus veraecrucis) durante un ciclo anual en la zona centro del estado de Veracruz*. Universidad veracruzana. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Veracruz; México.
- Piña, E., y Trejo, I. 2014. Densidad poblacional y caracterización de hábitat del venado cola blanca en un bosque de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(1): 114-134.
- Prugh, L. R., Sivy, K. J., Mahoney, P. J., Ganz, T. R., Ditmer, M. A., Madelon van de Kerk, Gilbert, S. L. y Montgomery, A. 2019. Designing studies of predation

risk for improved inference in carnivore- ungulate systems. *Biological Conservation*, 232: 194-207.

Ramírez, J. P., Hernández, D., Hernández, F. J. y Woolrich, G. 2016. Conservación de mamíferos de Nayarit. En: Briones-Salas, M., Hortelano, Y., Magaña, G., Sánchez, G. y Sosa, J. E. (Editores), *Riqueza y Conservación de los mamíferos en México a Nivel Estatal* (pp 311-328). México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato.

Renata, O. G., Martínez, L. G., Niño, G., Victoria, E., Cruz, A., y Uc-Piña, A. 2015. Patrones y tendencias de uso del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en comunidades mayas, Campeche, México. *Therya*, 6 (3): 597-608.

Rojó, A., Cruz, J. L., Solano, G. y Hernández, R. 2007. *Plan de manejo tipo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable del venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en climas templados y tropicales de México, extensivo y cría en cautiverio*. México, DF: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Dirección General de Vida Silvestre.

Rovalo, M., y de la Maza, R. (s.a). Instrumentos Económicos de Naturaleza Fiscal para Incentivar la Conservación Voluntaria de Predios. Consultado el 20 de marzo del 2019 en: http://www.ceja.org.mx/DAyE/Editorial71/Instrum_Eco_Nat_Fiscal.pdf

Sánchez, O., Pineda, M.A., Benítez, H., Berlanga H., y Rivera, E. 2015. *Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la CITES. MAMÍFEROS (2.ª Edición, Volumen 2)*. México, D. F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Sánchez-Rojas, G., Gallina, S. y Mandujano, S. 1997. Área de actividad y uso del hábitat de dos venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de la costa de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 72: 39-54.

- Sanderson, J. y Harris, G. 2013. Automatic data organization, storage, and analysis of camera trap pictures. *Journal of Indonesian Natural History*, 1: 6- 14.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México, D.F: DIARIO OFICIAL (Segunda sección).
- Silveira, L., Ja'como A., y Diniz J. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological conservation*, 114: 351-355.
- Soria, L., y Monroy, O. 2015. Monitoring population density and activity pattern of White-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Central Mexico, using camera trapping. *Mammalia*, 79(1): 43-50.
- Valdivia, I. 2011. *Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en la Estancia Los López, municipio de Amatlán de cañas, Nayarit*. Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de agricultura. Tesis profesional para obtener el título de biólogo. Xalisco, Nayarit; México.
- Weber, M. 2014. Temazates y venados cola blanca tropicales. En: Valdez, R., y Ortega, J. (Editores). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México (1ª edición)* (pp 421-452). México: Editorial del Colegio de Postgraduados.

CAPÍTULO VII

ANEXO



Figura 1. Estación 1. Venado hembra con cervatillo manchado, en camino de carros, a la orilla oeste del ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit, durante la temporada húmeda. Se observa el crecimiento de gramíneas.



Figura 2. Estación 5. Venado activo de noche, área abierta cerca de la playa, orilla oeste del ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit.



Figura 3. Estación 3. Venado con actividad crepuscular durante octubre del 2016 en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit.



Figura 4. Estación 2. Venado joven en un parche de bosque tropical caducifolio en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit.



Figura 5. Estación 12. Hembra de venado cola blanca transitando a un costado del río Santiago, en el ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit.



Figura 6. Estación 11. Sitio con mayor tasa de detección durante ambas temporadas “Camino de la Torre”. Tipo de vegetación: mangle negro (*Avicennia germinans*) y vegetación secundaria.



Figura 7. Estación 30. Cría de venado cola blanca en “Camino de las Guámaras” entre mangle, dentro del ADVC La Papalota, Santiago Ixcuintla, Nayarit