

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad  
Subprograma Biología

**INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC  
CENTRO DE DATOS PARA LA CONSERVACIÓN –CDC-Cecon-  
ENERO 2017-ENERO 2018**

Valeria Alexandra Barrera De León  
Profesor supervisor de EDC: Lic. Billy Alquijay  
Asesor institucional: Lic. Manolo García Vettorazzi  
Vo.Bo. Asesor Institucional

## 2. ÍNDICE

3. INTRODUCCION.....	3
4. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC.....	3
5. ACTIVIDADES DE SERVICIO.....	5
6. ACTIVIDADES DE DOCENCIA.....	7
7. ACTIVIDADES DE INVSTIGACIÓN.....	8
8. ACIVIDADES NO PLANIFICADAS.....	8
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
10. ANEXOS.....	10
11. INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN.....	13

### 3. INTRODUCCIÓN

Las prácticas de EDC – Experiencias Docentes con la Comunidad – se caracterizan por hacer un acercamiento de los estudiantes con las actividades cotidianas de un profesional en biología, además de proponer un aprendizaje alternativo donde se obtiene experiencia mediante el hacer, además de algún beneficio para el área o comunidad trabajada. Estas prácticas se dividen en tres programas: Docencia, Servicio e Investigación (Alquijay y Enríquez, 2015). Conforme a estos parámetros en este documento se detallan las actividades realizadas en la unidad de práctica de Centro de Datos para la Conservación (CDC) del periodo que comprende del 24 de enero hasta el 15 de noviembre del presente año. Las actividades realizadas en este periodo conllevan desde la edición de mapas de distribución utilizando el programa ArcMap, aprendizaje de utilización de cámaras-trampa, elaboración de resúmenes fuente, apoyo en la base de datos de flora y fauna y la elaboración de la investigación acerca de la viabilidad poblacional del venado cola blanca.

### 4. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Programa/ Actividades	Fecha propuesta	Horas EDC asignadas	Horas EDC Acumuladas	% de Horas EDC de Avance/acumuladas
<b>A. Servicio</b>				
Edición de mapas de fauna, flora, ecología y áreas protegidas.	Enero-Abril	50 hrs.	50 hrs.	100%
Enriquecimiento de la base de datos de taxonomía	Marzo- mayo	15 hrs.	15 hrs.	87%
Elaboración de resúmenes fuente y digitalización de documentos	Marzo-Mayo	75 hrs.	75 hrs.	100%
Preparación de equipo para salidas de campo.	Marzo-Junio	25 hrs.	8 hrs.	32%
Ingreso de datos a bases de datos de fauna, flora, ecología y áreas protegidas.	Marzo-Mayo	75 hrs.	70 hrs.	100%
Revisión de libros de texto para uso escolar.	Enero	20 hrs.	20 hrs.	100%
Cotización de equipo	Enero-Febrero	15 hrs.	15 hrs.	100%
<u>Actividades no planificadas</u>				
Actividad para niños en libros de			5 hrs.	5%

texto para uso escolar.				
Actividades día del tapir.	Abril		25 hrs.	25%
Empaquetamiento de fotografías.			5hrs.	
Gira de campo Petén	Junio		70 hrs.	70%
		<b>Total Servicio</b>	353 hrs.	
<b>B. Docencia</b>				
Asistir a cursos y talleres impartidos durante el EDC.	Febrero-Junio	25 hrs.	41 hrs.	100%
Capacitación de camera base, elaboración de resúmenes fuente, uso de ARCmap para edición de mapas, entre otros.	Febrero	15 hrs.	10 hrs.	67%
<u>Actividades no planificadas</u>				
Actividades día del tapir.	Abril		10 hrs.	100%
		<b>Total Docencia</b>	61 hrs.	
<b>C. Investigación</b>				
Elaboración de Protocolo de investigación.	Febrero-Diciembre	25 hrs.	25 hrs.	100%
Elaboración de cartas de solicitud de datos.	Julio	4 hrs.	4 hrs.	100%
Obtención de datos de la biología reproductiva del venado.	Junio-Agosto	100 hrs.	100 hrs.	100%
Cambio de formato del protocolo de investigación.	Julio	2 hrs.	2hrs.	100%
Aprendizaje manejo Vortex.	Agosto	30 hrs.	30 hrs.	100%
Resultados	Septiembre- Octubre	80 hrs.	80 hrs.	100%
Discusión de resultados	Octubre	100 hrs.	100 hrs.	90%
Revisiones finales	Noviembre- Diciembre	100 hrs.	50 hrs.	10%

Total investigación 500 hrs.		Total investigación	391 hrs.	68.2%
Total Servicio-Docencia e Investigación	805 hrs.			

## 5. ACTIVIDADES DE SERVICIO

**Actividad No. 1:** Ingreso de datos a bases de datos de fauna, flora, ecología y áreas protegidas.

**Objetivos:** Apoyar en la revisión de la taxonomía de fauna y/o flora requerida.

**Descripción:** Se elaboraron fichas para los Ecosistemas Costeros, revisando artículo científico: Nagelkerken, I. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. Aquatic Botany 89: 155-185.

**Resultados:** Elaboración de fichas para manglares como hábitat para meiofauna y macrofauna.

**Limitaciones:** No aplica.

**Actividad No. 2:** Ingreso de datos a bases de datos de fauna, flora, ecología y áreas protegidas.

**Objetivos:** Apoyar en la revisión de la taxonomía de fauna y/o flora requerida.

**Descripción:** Se realizaron monografías de 10 especies de *Bolitoglossa*, colocando información como la distribución, sinónimos, ecología y hábitat.

**Resultados:** Elaboración de 10 monografías de especies de *Bolitoglossa*.

**Limitaciones:** No aplica.

**Actividad No. 3:** Elaboración de resúmenes fuente

**Objetivos:** Elaborar resúmenes fuente de documentos científicos.

**Descripción:** Se realizó la revisión de 10 tesis de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, llenando cada campo de la ficha de resúmenes fuente.

**Resultados:** Elaboración de 10 resúmenes fuente (Alburez, M., 2015; Alegría, S., 2017; Ambrocio, A., 2017; Campos, J. & Quintanilla, H., 2017; Flores, I., 2017; Gutiérrez, N., 2017; Ponce, M., 2017; Ramirez, M., 2017; Ríos, M., 2017; Valencia, E. & Sanabria, S., 2017).

**Problemas y limitaciones:** No aplica

**Actividad No. 4:** Preparación de equipo para salidas de campo.

**Objetivos:** Apoyar en la preparación de equipo para giras de campo.

**Descripción:** Se revisaron cámaras-trampa, que estas se encontraran en buenas condiciones para salidas de campo, y algunas se ingresaron en el inventario del CDC.

**Resultados:** Alrededor de 7 cámaras-trampa listas para salida de campo.

**Limitaciones:** No aplica.

**Actividad No. 5:** Digitalización de documentos

**Objetivos:** Digitalización de documentos científicos.

**Descripción:** Se digitalizaron documentos de 7 biotopos de la Universidad de San Carlos de Guatemala: Biotopo protegido Cerro Cahuí, San Miguel La Palotada el Zotz, Dos Lagunas, Biotopo protegido para la Conservación del Quetzal, Laguna del Tigre, Biotopo Chocón-Machacas y Reserva Natural para usos múltiples Monterrico.

**Resultados:** Digitalización de 92 documentos de los 7 Biotopos Protegidos.

**Problemas y limitaciones:** No aplica

**Actividad No. 6:** Cotización de equipo.

**Objetivos:** Elaborar cotizaciones de equipo requerido.

**Procedimiento:** Se realizaron cotizaciones en distintos lugares en donde impriman serigrafía en playeras y gorras para el programa del Tapir, y cotizaciones de cámaras fotográficas.

**Resultados:** Cotizaciones para trámites de compra.

**Problemas y limitaciones:** No aplica.

**Actividad No. 7:** Revisión de libros de texto para uso escolar.

**Objetivos:** Apoyar en la revisión de libros de texto de ciencias naturales de 4to, 5to y 6to primaria.

**Procedimiento:** Se revisó información, redacción y ortografía de libros de texto de Ciencias Naturales para uso escolar.

**Resultados:** Libros de texto con información correcta, bien redactada y sin faltas de ortografía.

**Problemas y limitaciones:** No aplica

**Actividad No. 8:** Enriquecimiento de la base de datos de taxonomía.

**Objetivos:** Apoyar en la revisión de la taxonomía de fauna y/o flora requerida.

**Descripción:** Se revisaron las bases de datos de peces, aves, reptiles y anfibios, corroborando en bases de datos en internet, autoridad, nombres comunes en inglés y español.

**Resultados:** Revisión de aproximadamente 200 familias y géneros de peces, aves, reptiles y anfibios.

**Limitaciones:** No aplica.

**Actividad No. 9:** Ingreso de datos a bases de datos de fauna, flora, ecología y áreas protegidas.

**Objetivos:** Enriquecer base de datos de patrimonio natural del CDC.

**Descripción:** Se realizaron revisiones del apartado de resultados de 7 artículos científicos encontrando información acerca de la descripción de la fauna e interacciones, la cual se ingresó a la base de datos de patrimonio natural del CDC.

**Resultados:** Ingreso de información de 7 artículos científicos a la base de datos (Ariano, D. & Cotí, P., 2007; Köhler, et al., 2006; Marroquín, et al., 2007; Muccio, C., 1998; Philpott, et al., 2008; Vargas, J., et al., 2006; Vásquez, C., 2010).

**Limitaciones:** No aplica.

## 6. ACTIVIDADES DE DOCENCIA

**Actividad No. 1:** Asistir a cursos y talleres impartidos durante el EDC.

**Objetivo:** Aprender conocimientos nuevos a través de cursos impartidos.

**Descripción:** Se asistió al curso “Gestión de Referencias Bibliográficas con la Aplicación Mendeley” el día 7 de marzo impartido por M.Sc. Andrea Rodas.

**Resultados:** Poner en práctica lo aprendido en futuras investigaciones.

**Problemas y limitaciones:** No aplica.

**Actividad No. 2:** Asistir a cursos y talleres impartidos durante el EDC.

**Objetivo:** Aprender conocimientos nuevos a través de cursos impartidos.

**Descripción:** Se asistió a la charla “De Especies a Genes: Impacto del Paisaje en la Biodiversidad de Abejas y sus Servicios de Polinización en Mesoamérica” impartido por PhD. Patricia Landaverde, el día 2 de abril, a la charla impartida por el Br. Fernando José Castillo “Reflexiones en torno a la valoración de la diversidad biológica” el día 5 de abril y a la charla impartida por la licenciada Diana Monroy “Protección legal de la biodiversidad y de las áreas protegidas” el día 15 de mayo del 2018.

**Resultados:** Conocimiento acerca de la importancia de las abejas como polinizadores, de la valoración de la diversidad biológica y de la situación legal ambiental en el país.

**Problemas y limitaciones:** No aplica.

**Actividad No. 3:** Asistir a cursos y talleres impartidos durante el EDC.

**Objetivo:** Aprender conocimientos nuevos a través de cursos impartidos.

**Procedimiento:** Se asistió al taller para la elaboración de una Estrategia de Conservación del Tapir Centroamericano (*Tapirus bairdii*), en el hotel ciudad vieja, zona 10.

**Resultados:** Aprendizaje internacional acerca del estado de conservación del tapir en Centroamérica.

**Problemas y limitaciones:** No se pudo asistir al taller completo ya que la disponibilidad de espacios para participar era reducida.

**Actividad No. 4:** Asistir a cursos y talleres impartidos durante el EDC.

**Objetivo:** Aprender conocimientos nuevos a través de cursos impartidos.

**Procedimiento:** Se asistió a las Jornadas de Actualización de Herramientas para: Elaboración y revisión de un manuscrito científico de calidad. Llevado a cabo los días 24 y 25 de mayo de 2018 en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Resultados:** Mejorar la práctica en realizar manuscritos científicos de calidad.

**Problemas y limitaciones:** No aplica

**Actividad No. 4:** Capacitación de camera base, ArcGis y elaboración de resúmenes fuente.

**Objetivo:** Recibir capacitaciones, charlas y conferencias sobre diferentes métodos y programas utilizados para trabajar los datos.

**Descripción:** Se recibieron capacitaciones de la licenciada Vivian Gonzáles acerca del uso de la aplicación Camera Base, del manejador de datos del CDC Harim Cruz acerca de la elaboración de resúmenes fuente y del licenciado Manolo García en la edición de mapas en ArcGis.

**Resultados:** Aprendizaje acerca del funcionamiento de estas metodologías y aplicaciones en la investigación científica.

**Problemas y limitaciones:** La capacitación del uso del programa ArcGis no pudo completarse debido a traslape de horarios con el Lic. Dauno Chew.

## 7. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

**Actividad No. 1:** Elaboración del Protocolo de Investigación: Análisis de viabilidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Reserva de la Biosfera Maya Petén.

**Objetivo:** Realizar protocolo de investigación del Subprograma de EDC.

**Descripción:** Se elaboró y presentó a compañeros de EDC, el protocolo de investigación sobre el tema de la viabilidad de las poblaciones de venado cola blanca de la RBM de acuerdo al calendario cinegético propuesto por Conap.

**Resultados:** Avance en investigación de EDC.

**Problemas y limitaciones:** No aplica.

**Actividad No. 2:** Elaboración de Investigación: Análisis de viabilidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Reserva de la Biosfera Maya Petén.

**Objetivo:** Llevar a cabo la investigación del Subprograma de EDC.

**Descripción:** Se elaboró la investigación iniciando por la recopilación de los datos de la biología reproductiva del venado cola blanca y datos de cacería proporcionados por Conap y demás fuentes con experiencia en el tema, se obtuvieron los resultados a través del programa Vortex y se realizó el respectivo análisis y discusión de los mismos.

**Resultados:** Informe final casi terminado.

**Problemas y limitaciones:** No aplica.

## 8. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

**Actividad No. 1:** Actividad para niños en libros de texto para uso escolar.

**Objetivos:** Realizar una actividad para libros de texto de ciencias naturales de 5to primaria.

**Descripción:** Se realizó una actividad para niños de 5to primaria que se relacionara con el contenido del libro "El Hábitat del Danto".

**Resultados:** Libro de texto con actividad propuesta para niños de 5to primaria.

**Problemas y limitaciones:** No aplica

**Actividad No. 2:** Preparación de actividades para el día mundial del tapir.

**Objetivos:** Realizar actividades para niños y adultos que asistieran al día del tapir a realizarse en la Universidad de San Carlos de Guatemala y Zoológico la Aurora.

**Descripción:** Se realizó material diverso para llevar a cabo actividades acerca del tapir, como memoria para adultos y niños, trivia, y demás material utilizado los días 27 y 28 de abril del presente año.

**Resultados:** Elaboración de material educativo y recreativo acerca del tapir.

**Problemas y limitaciones:** No aplica

**Actividad No. 3:** Actividades día mundial del tapir.

**Objetivos:** Educación ambiental acerca del día mundial del tapir a realizarse en la Universidad de San Carlos de Guatemala y Zoológico la Aurora.

**Descripción:** Durante los dos días 27 y 28 de abril se proporcionó información acerca de aspectos del tapir como su biología, hábitat y estado de conservación en el país, a las personas asistentes a las actividades realizadas.

**Resultados:** Se promovió el conocimiento del tapir en la población guatemalteca, tanto adulta como infantil.

**Problemas y limitaciones:** No aplica

**Actividad No. 4:** Empaquetamiento de fotografías.

**Objetivos:** Procurar el buen estado de fotografías en cuadros del CDC.

**Descripción:** Se empaquetaron con plástico fotografías para evitar su deterioro.

**Resultados:** 10 fotografías empaquetadas.

**Problemas y limitaciones:** No aplica

**Actividad No. 5:** Gira de campo a Petén.

**Objetivos:** Colocar y revisar cámaras trampa del Programa para la Conservación del Tapir.

**Descripción:** Se realizó una gira de campo en los días 16-23 de junio del presente año, en donde se colocaron nuevas cámaras trampa y se revisaron algunas que ya estaban instaladas, cambiando la memoria SD de las mismas. Los lugares visitados fueron el Parque Nacional Tikal y el Parque Nacional Yaxhá Nakum Naranjo.

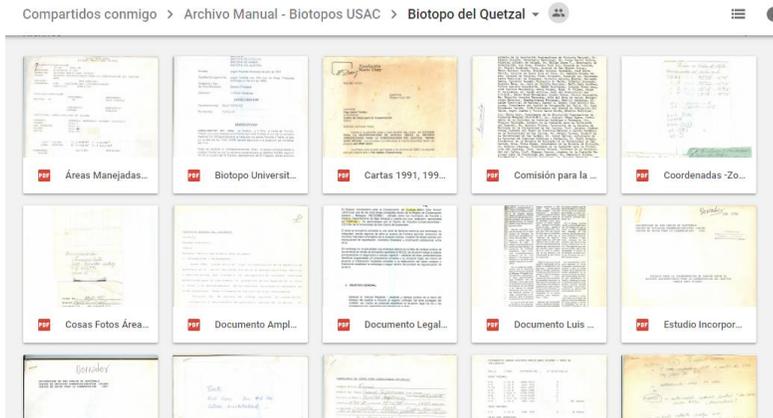
**Resultados:** Alrededor de 15 cámaras trampa revisadas en las distintas aguadas de ambos lugares de muestreo.

**Problemas y limitaciones:** No aplica

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alquijay, B. y Enríquez, E. (2015). Programa analítico: Práctica Experiencias Docentes con la Comunidad – EDC. Guatemala: USAC, Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad. Pp. 15.

## 10. ANEXOS



Anexo 1. Captura de pantalla de algunos de los documentos digitalizados del Biotopo Protegido para la Conservación del Quetzal.



Anexo 2. En la fotografía de la izquierda se observa la asistencia a la charla “Reflexiones en torno a la Valoración de la Diversidad Biológica” impartida por el Br. Fernando Castillo y en la fotografía derecha se observa la asistencia a la charla “Protección legal de la biodiversidad y de las áreas protegidas” impartida por la licenciada Diana Monroy, ambas impartidas en Cecón.





Anexo 6. Gira de campo Petén, llevada a cabo en junio de 2018.



Anexo 7. Diplomas obtenidos por la participación en las Jornadas de Actualización de elaboración de Manuscritos científicos de calidad (izquierda) y en el Curso Gestión de Referencias bibliográficas con aplicación Mendeley (derecha).

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**  
**CENTRO DE DATOS PARA LA CONSERVACIÓN –CDC-Cecon-**

Análisis de viabilidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala.

**3. INDICE**

<b>4. Resumen.....</b>	<b>14</b>
<b>5. Introducción.....</b>	<b>14</b>
<b>6. Planteamiento del problema.....</b>	<b>15</b>
<b>7. Justificación.....</b>	<b>16</b>
<b>8. Referente teórico.....</b>	<b>17</b>
8.1. El venado cola blanca.....	17
8.1.1 Cacería del venado cola blanca.....	17
8.2 Marco regulatorio de la cacería en Guatemala.....	17
8.3 Modelado de viabilidad poblacional utilizando el programa Vortex.....	18
<b>9. Objetivos.....</b>	<b>18</b>
<b>10. Hipótesis.....</b>	<b>19</b>
<b>11. Metodología.....</b>	<b>19</b>
11.1 Obtención de datos.....	19
11.2 Modelado de viabilidad poblacional utilizando Vortex.....	19
11.3 Elaboración de escenarios hipotéticos.....	20
<b>12. Resultados.....</b>	<b>21</b>
<b>13. Discusión.....</b>	<b>26</b>
13.1 Limitaciones del modelo.....	27
13.2 Estimaciones de las tasas de mortalidad.....	27
13.3 Estimaciones del tamaño de la población.....	27
<b>14. Conclusiones.....</b>	<b>28</b>
<b>15. Recomendaciones.....</b>	<b>28</b>
<b>16. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>29</b>

#### 4. RESUMEN

La cacería no sostenible representa una de las principales causas del decremento en las poblaciones de fauna de interés cinegético, provocando muchas veces la extinción de las mismas. En Guatemala la cacería es regulada a través de la Ley General de caza, (Ley N°36, 2004). Siendo la institución regidora el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap), a través de cuotas propuestas para cada especie en el calendario cinegético. Mediante el programa de simulación de viabilidad poblacional Vortex y recopilación de información de la biología reproductiva del venado cola blanca, una de las principales especies de aprovechamiento cinegético en el país, se modelaron 15 escenarios con base en distintas cuotas de cacería, siendo estas correspondientes a la cuota establecida por Conap, cuota de cacería "real", distintos tamaños poblaciones, el efecto de la caza de machos o hembras y demás. Evidenciando en general que la población de venados en la Reserva de la Biosfera Maya es viable respecto a las cuotas de cacería propuestas por Conap, más no, con cuotas más aproximadas a la realidad, en donde de los 15 escenarios modelados, 3 condujeron a la extinción a la población. Estos resultados resaltan la importancia de contar con información actualizada de la dinámica poblacional de los venados en el país para lograr proponer planes de manejo que contribuyan a su conservación y por lo tanto a su correcto aprovechamiento.

#### 5. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, al igual que en muchos otros países del Neotrópico, la cacería constituye una fuente de recursos alimenticios importante para las comunidades (Calderon, 2010; Laurance et al., 2006; Peres y Nascimento, 2006;). Siendo esta una actividad que ocurre comúnmente en zonas aledañas a las áreas protegidas, dentro de reservas forestales y corredores biológicos (Conap, 2015). Se ha demostrado que la cacería no sostenible es una de las principales causas de la extinción de especies, por lo que representa un problema ambiental que debe tratarse para poder plantear soluciones viables a nivel local y así minimizar los efectos negativos sobre las poblaciones de especies cinegéticas (Dirzo et al, s.f.; Peres, 2000).

En el país la cacería es regulada a través de la Ley general de caza, (Ley N°36, 2004). Siendo la institución regidora el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap). Para la regulación de la cacería se hace uso del calendario cinegético, el cual es un esquema elaborado por la autoridad respectiva, que contiene las especies de fauna autorizadas para cazar, las cantidades autorizadas, los sexos permitidos y las fechas (meses, días) en las cuales la caza es adecuada, incluyendo la caza deportiva y de subsistencia. En estos períodos, la actividad de caza no es incompatible con la supervivencia de cada una de las especies (Const., 1985, art. 3).

Entre las especies cinegéticas se encuentra el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780); este es un mamífero artiodáctilo, caracterizado por un cuello largo y relativamente grueso, patas largas, hocico alargado y orejas grandes (Buenrostro & García, 2016). Esta especie ha sido cazada por

muchos años, tanto por su carne y piel, así también como por deporte (de la Montaña, 2013). Alvarez-Romero & Medellín (2005), indican que posiblemente en México y Centroamérica, el efecto de las actividades de cacería ha provocado múltiples translocaciones y que muchas de las áreas ocupadas ya no representan a las poblaciones originales.

De acuerdo al Tomo I del Plan Maestro de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) (2015), el venado cola blanca representa una de las principales especies cinegéticas de la reserva, debido a que su carne es altamente apreciada en el mercado local, asimismo indican que la densidad de las especies mayormente cazadas decae en función de la proximidad a centros poblados o caminos, a consecuencia de la alta intensidad de la cacería en determinados sitios. Es importante resaltar que estas especies cumplen papeles fundamentales en el ecosistema, en el caso del venado cola blanca, representa una presa clave para muchas especies, por ejemplo el puma (Jolón, 2008).

Por lo que en la presente investigación se evaluó a través de un modelado de viabilidad poblacional en poblaciones hipotéticas de venado cola blanca, si estas son viables ante la cuota de extracción propuesta por el calendario cinegético vigente, asimismo se propone la cuota apropiada para la población y de esta forma se aportó con información que contribuya en la elaboración de planes de manejo eficientes para evitar el decremento de la población de venados en la RBM.

## **6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La cacería no sostenible representa una de las principales causas del decremento en las poblaciones, provocando muchas veces la extinción de las mismas (Arita, 2016). El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) manejado como especie cinegética por el Conap presenta cuotas específicas de cacería en el calendario cinegético, pero ¿son estas viables para el mantenimiento de su población en un futuro?

Se estima que a nivel mundial una de cada cuatro especies de mamíferos está amenazada de extinción y que una de cada dos poblaciones está en declive (Schipper et al., 2008). A menos que se tomen medidas para proteger a las poblaciones de mamíferos de la cacería intensa, éstas seguirán experimentando disminuciones drásticas y extinciones a nivel local (Fa, Perez, & Meeuwing, 2002). Calderón (2010), indica que cualquier plan de manejo que intente disminuir o detener las extinciones locales de mamíferos debe evitar en primer lugar que dichas poblaciones disminuyan sus tamaños poblacionales. En este contexto, es importante que se realicen estudios para determinar los factores que hacen que la viabilidad de las poblaciones disminuya considerablemente, se ha evidenciado que la tasa de crecimiento poblacional, longevidad y el tiempo generacional han sido evidencias como factores determinantes en la vulnerabilidad de ciertas poblaciones (Bodmer, Aquino & Puertas, 1997).

Al representar el venado cola blanca una especie de importancia ecológica y económica en la RBM, además de que se identifica como un elemento de conservación en el plan maestro de la RBM (Conap,

2015). Es imprescindible que se cuenten con planes de conservación y manejo correcto de la misma, para evitar el declive de las poblaciones o una posible extinción en un periodo de tiempo determinado. Buenrostro & García (2016), indican que probablemente la mayor importancia económica social de los venados es la cacería de subsistencia. Por lo tanto contar con planes de manejo de esta especie, y de cualquier especie de importancia cinegética es primordial, ya que al no contar con estos, la supervivencia de la especie se ve en riesgo potencial. Y por lo tanto también, la dinámica ecológica de todas las poblaciones, que se vean influenciadas por la presencia del venado cola blanca.

## 7. JUSTIFICACIÓN

Naranjo & colaboradores (2010) en un estudio en la Selva Lacandona, evidencian que entre las especies con mayor presión de caza se encuentran herbívoros y omnívoros de talla mayor, como venados (*Odocoileus virginianus* y *Mazama spp.* Rafinesque, 1817), pecaríes (*Tayassu spp.* Link, 1795), tapir (*Tapirus bairdii* Gill, 1865), tepezcuintle (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766) y armadillo (*Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758) entre los mamíferos; y pavos (*Meleagris spp.* Linnaeus, 1758), cojolita (*Penelope purpurascens* Wagler, 1830), faisán (*Crax rubra* Linnaeus, 1758), patos (Anatidae Vigors, 1825) y tinamúes (Tinamidae G.R. Gray, 1840) entre las aves; así como iguanas (*Iguana iguana* Linnaeus, 1758 y *Ctenosaura spp.* Wiegmann, 1828) y tortugas de agua dulce (e.j. *Dermatemys mawii* Gray, 1847, *Claudius angustatus* Cope, 1865) entre los reptiles.

Es importante mencionar que el fenómeno de afectación a las poblaciones no es aleatorio, en especial a los mamíferos. Con un mayor grado de afectación a las especies de talla grande, como se mencionó anteriormente. Esto conlleva a que el impacto humano es mayor en especies que ocupan importantes roles en la cadena alimenticia, ya que estas representan mayor facilidad para encontrarlos en el campo, aportan mayor valor alimenticio, y algunas veces estos intervienen en los cultivos ocasionando problemas económicos (Retana et al., 2015).

Aunque la destrucción del hábitat es el impacto más negativo sobre la biodiversidad de los bosques tropicales, en zonas donde éstos aún presentan un estado de conservación aceptable la cacería es la principal amenaza para la biodiversidad tropical (Novaro, Redford, & Bodmer, 2000). Solamente la baja densidad humana en gran parte del Neotrópico permite que las especies sean menos vulnerables a la extinción que en otras regiones del planeta (de la Montaña, 2013), lo que evidencia el gran impacto de los humanos sobre la viabilidad de las poblaciones silvestres. Asimismo Jolón (2008) en un estudio en la RBM, demuestra que la densidad de las especies mayormente cazadas decae en función de la proximidad a centros poblados o caminos, a consecuencia de la alta intensidad de la cacería en determinados sitios.

Siendo la RBM el complejo de áreas protegidas continuo, más grande de Centroamérica y México, así como también el bloque más grande de áreas silvestres de toda Mesoamérica, y el parche de bosque tropical más extenso después de la Amazonía, es evidente la importancia del estudio y comprensión de la

dinámica de las poblaciones cinegéticas que pueden encontrarse en el mismo (Conap, 2015). Además de resaltar la importancia del venado cola blanca como presa clave de felinos como el puma, y dispersor de semillas, siendo un elemento clave para el mantenimiento en la regeneración de los bosques, sin dejar de mencionar su importante valor como fuente alimenticia para las comunidades aledañas a la RBM (Buenrostro & García, 2015).

## **8. REFERENTE TEÓRICO**

### **8.1 El venado cola blanca**

El venado cola blanca pertenece al orden Artiodactyla, caracterizado por un cuello largo y relativamente grueso, patas largas, hocico alargado y orejas grandes (Buenrostro & García, 2016). Pertenecientes a la familia Cervidae se caracterizan por ser una especie muy plástica en su respuesta demográfica, ya que en poco tiempo pueden restablecer sus tamaños poblacionales si se suspenden y modifican las presiones que contribuyen a su disminución, en donde las principales amenazas para el mismo, son la cacería no controlada y la pérdida de bosque (Sánchez, Aguilar & Hernández, 2009). Su rango de distribución es amplio, siendo el cévido con mayor distribución en el continente americano, abarcando desde Norteamérica hasta el Sur de Suramérica, esto es resultado de la gran capacidad de adaptabilidad de esta especie a una gran variedad de tipos de vegetación y condiciones climáticas, habitando desde tierras bajas hasta sistemas montañosos por encima de los 3,000 m de altitud (Yañes-Arenas, 2009).

#### **8.1.1. Cacería del venado cola blanca**

Los estudios sobre cacería de venado cola blanca en la RBM son escasos y antiguos, en donde estos se han centrado en pequeñas áreas, como el realizado por Baur (1998), que abarca el tema de la cacería en la concesión Carmelita, así como también el estudio de Roling (1995), en Uaxactún. De la misma manera, el tema de la regulación de la cacería en la región 1 por Conap, correspondiente a la RBM, como lo indica Jolón (2008), se encuentra pobremente desarrollado, en donde actualmente, no se cuentan con documentos que indiquen cuántos individuos están siendo extraídos. Cabe resaltar que para cualquier manejo de poblaciones que se quiera realizar, es indispensable contar con datos de densidades poblacionales, lamentablemente en la RBM no hay ningún estudio que trate esta temática.

### **8.2. Marco regulatorio de la cacería en Guatemala**

Debido a que la cacería es una de las formas menos detectables de perturbación antropogénica (Peres & Lake, 2003), si ésta es intensa y no controlada, puede llevar a la extinción local de poblaciones de mamíferos grandes (Peres, 2000). Esto también genera un impacto en los bosques ya que muchos de los mamíferos tienen papeles muy importantes en cuanto a la dinámica de los ecosistemas. Para lograr que la cacería sea sostenible a largo plazo se puede manejar una población silvestre con el fin de explotarla sin

agotarla (Martínez-Polanco, Montenegro & Peña, 2015). Entre las principales amenazas históricas que se han identificado con anterioridad para la conservación de la diversidad biológica de la RBM, se encuentra la cacería, en orden de alta importancia (Conap, 2015). La región administrativa VIII de Guatemala, conocida como el departamento del Petén, es una de las pocas regiones del Conap que cuenta con un equipo técnico para el tema de Vida Silvestre y que lleva a la vez los registros de esta región relacionada directamente con la Selva Maya (Jolón, 2008). Sin embargo, se remarca en la importancia de que esta institución cumpla su función en el control de la cacería ilegal, ya que a pesar que desde 2004 se cuenta con una nueva ley de caza y su reglamento publicado en 2006, aún no se logra que la región emita los documentos relacionados, por lo que los datos de uso de fauna son subestimaciones (Jolon, 2008; Conap, 2015).

Ya que la RBM es una de las mayores masas boscosas en Guatemala, esta alberga una gran cantidad de poblaciones cinegéticas (Jolón, 2008), las cuales pueden soportar las presiones de la cacería siempre y cuando esta sea controlada y regulada, evitando en lo más posible el decremento de las poblaciones.

### **8.3. Modelado de viabilidad poblacional utilizando el programa Vortex**

El programa computacional VORTEX (Lacy, Borbat, & Pollak, 2005), es una herramienta para predecir la viabilidad de una población en el tiempo con base en diferentes escenarios. Este tipo de programas son de gran ayuda para evaluar la probabilidad de extinción, de flora y fauna cuando se presentan reducciones significativas en los tamaños poblacionales de las mismas (Rioja, Carrillo & Lorenzo 2012). En el caso de este estudio el análisis puede ser utilizado para estimar las probabilidades de sobrevivencia de una población bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo, utilizando información sobre su historia de vida así como sobre la influencia de factores ambientales e incluso antropogénicos. El programa requiere de gran cantidad de información sobre la especie y sus poblaciones, por lo que es necesario realizar una extensa revisión bibliográfica de datos demográficos, similares que pueda estar soportando la población de venados en la RBM (García, et al., 2009).

Los estudios empleando Vortex para determinar la viabilidad poblacional son amplios y relativamente recientes (García, et al., 2009; Lindenmayer, et al., 1993; Rioja, Carrillo & Lorenzo, 2012; Rivera, 2014; Rodríguez, Villalobos & Gutiérrez, 2012; Villanova, et al., 2017), enfocándose primordialmente en especies en potencial y evidente peligro de extinción. Sin embargo el uso de este programa puede ser empleado para poblaciones que parecen encontrarse en buen estado de conservación, cabe resaltar que para obtener resultados fiables del mismo, debe emplearse la información requerida por el programa, más exacta y precisa posible de la especie en estudio.

## **9. OBJETIVOS**

### **General:**

Evaluar la viabilidad de la población de venados en la RBM a partir de distintos escenarios hipotéticos utilizando el programa Vortex.

### **Específicos:**

Desarrollar un modelo base de la población de venados a partir de la compilación de información reproductiva de la especie.

Evaluar distintos escenarios hipotéticos respecto al efecto de la cacería en la viabilidad poblacional del venado en la RBM.

Estimar la cuota de extracción apropiada de venado cola blanca en la RBM.

## **10. HIPÓTESIS**

Se espera que las cuotas de cacería propuestas por Conap sean viables para la población de venados de la RBM.

## **11. METODOLOGÍA**

### **11.1. Obtención de datos**

Se realizó una revisión bibliográfica de la biología reproductiva del venado cola blanca, abarcando aspectos como a qué edad empiezan a reproducirse, tanto hembras como machos, cuántas crías tienen por temporada, cuántos años viven en promedio, cantidad de individuos extraídos (cuotas de cacería) (Tabla 2). Esta información aportó las bases para construir simulaciones de la población a través del uso de un modelo que permitió el análisis de los efectos determinísticos y estocásticos, así como de la interacción de factores genéticos, demográficos, ambientales y de extracción sobre la dinámica de la población y sobre el riesgo de extinción (Medici et al., 2005).

### **11.2 Modelado de viabilidad poblacional utilizando Vortex**

El análisis de viabilidad se realizó a través del programa computacional VORTEX (Lacy & Pollak, 2014, versión 10.0.) el cual realiza una estimación de las probabilidades de extinción mediante análisis que incorporan amenazas identificables a la supervivencia de la población en modelos del proceso de extinción. Las fuerzas extrínsecas, como la pérdida de hábitat, la sobreexplotación y la competencia o depredación por especies introducidas, a menudo pueden conducir a la disminución de la población. Este programa proporcionó una herramienta para explorar la viabilidad de las poblaciones sometidas a diversos procesos complejos, interactivos, determinantes y aleatorios, propios de las poblaciones. VORTEX ha sido utilizado ampliamente por el Grupo especialista en reproducción en cautividad (Comisión de Supervivencia de Especies, IUCN) (Lacy, 1993).

### 11.3. Elaboración de escenarios hipotéticos

Con la información recopilada se construyó un modelo base de la especie, este modelo simula la biología de la misma, sin el efecto de la cosecha en la población. Posteriormente se probaron otros escenarios en donde se evidenció el efecto de las cuotas de cosecha permitidas por Conap, esto quiere decir con cuotas de extracción de dos venados macho por época hábil para cazadores de subsistencia y un venado macho por época hábil por cazador deportivo. Estos datos se obtuvieron a partir de información proporcionada por la Dirección de Manejo de Bosques y Vida Silvestre de Conap, las bases de datos se depuraron y se obtuvo el número promedio de cazadores registrados de venado cola blanca en la región cinegética 1. En el caso de las extracciones reales, se revisó bibliografía que reportara datos de venados cazados en la RBM, estos fueron los estudios de Roling (1995) y Baur (1998), cabe resaltar que los datos obtenidos representan aproximaciones ya que no se cuentan con estudios recientes de cacería en la región en estudio.

A partir de lo explicado anteriormente se modelaron los siguientes escenarios respecto a caería:

**Tabla 1**

*Estimaciones de venados cosechados en la RBM, respecto a distintas fuentes.*

<b>Cuota permitida por Conap</b>	
<b>Caza deportiva</b>	60 cazadores (1 venado macho) = 60 cosechas
<b>Caza de subsistencia</b>	20 cazadores (2 venados machos) = 40 cosechas
<b>Total</b>	100 venados cosechados
<b>Cuotas "reales"</b>	
<b>Uaxactún (Roling, 1995)</b>	100 venados
<b>Carmelita (Baur, 1998)</b>	80 venados
<b>Bloque Uaxactún</b>	80 venados
<b>Bloque Carmelita</b>	100 venados
<b>Total</b>	360 venados cosechados

Para estimar las cuotas de extracción apropiadas, se manejaron distintos tamaños poblacionales, evaluando diferentes cuotas de extracción, hasta encontrar la cuota que afecte lo menos posible la viabilidad poblacional del venado cola blanca. Para determinar el tamaño de población inicial se empleó la densidad de venados reportada por Asprilla-Perea & Montes (2009) y Reyna-Hurtado (2002), esto con el fin de conocer aproximadamente cuantos individuos pueden encontrarse en los 9,750 km<sup>2</sup> de bosque de la RBM, este valor se determinó a partir de (ArcGis v.10.3) utilizando la capa de uso de suelo y cobertura forestal del año 2012 (MAGA, 2012).

**Tabla 2**

Valores demográficos y ambientales del venado cola blanca empleados en el modelado de viabilidad poblacional.

Parámetro	Valor	Fuente	
<b>Descripción de la especie</b>	Depresión por endogamia= 6.29 Porcentaje de los alelos letales=50	Valor estándar dado por Vortex	
<b>Sistema de reproducción</b>	Polígamo Edad a la primera reproducción en hembras =2 Edad a la primera reproducción en machos =2 Máxima vida útil =10 Máximo de partos por año =1 Máximo de crías por parto =2 Proporción de sexos al nacer (% de machos) =50%, 25%, 75% Edad máxima de reproducción en hembras =10 Edad máxima de reproducción en machos =10	Green et al. (2017) Buenrostro & García-Grajales (2016) Buenrostro & García-Grajales (2016) Asprilla-Perea & Montes (2009) Asprilla-Perea & Montes (2009) Buenrostro & García-Grajales (2016) Green et al. (2017) Asprilla-Perea & Montes (2009) Asprilla-Perea & Montes (2009)	
<b>Tasas reproductivas</b>	% de hembras adultas gestando =90 Distribución de nacimientos por año =10 Distribución del número de crías por hembra por nacimiento = 70% una cría; 30% dos crías	Mandujano y Gallina (2004) Green et al. (2017) Richter & Labisky (1985)	
<b>Tasas de mortalidad</b>	Mortalidad en hembras Edad 0 a 1 = 10% Edad 1 a 2 = 20% Edad después de 2 = 25% Mortalidad en machos Edad 0 a 1 = 10% Edad 1 a 2 = 40% Edad después de 2 = 35%	Mandujano y Gallina (2004)	
<b>Monopolización de machos</b>	% de machos dominantes= 50	Turner et al. (2016)	
<b>Tamaño población inicial</b>	7,700 individuos (0.79ind/km <sup>2</sup> )	Asprilla-Perea & Montes (2009) Reyna-Hurtado (2002)	
<b>Capacidad de carga</b>	15,400 venados/km <sup>2</sup> (doble de densidad)	Mandujano (2007)	
<b>Cosecha</b>	Hembras 0-1 = 0 Después de 2 años = 0 Machos 0-1 = 0 Después de 2 años = 100	Hembras 0-1 = 28 Después de 2 años = 76 Machos 0-1 = 70 Después de 2 años = 186	Cuotas permitidas de cosecha: Datos proporcionados por Conap Cuotas “reales” de cosecha: Baur (1998) Roling (1995)

## 12. RESULTADOS

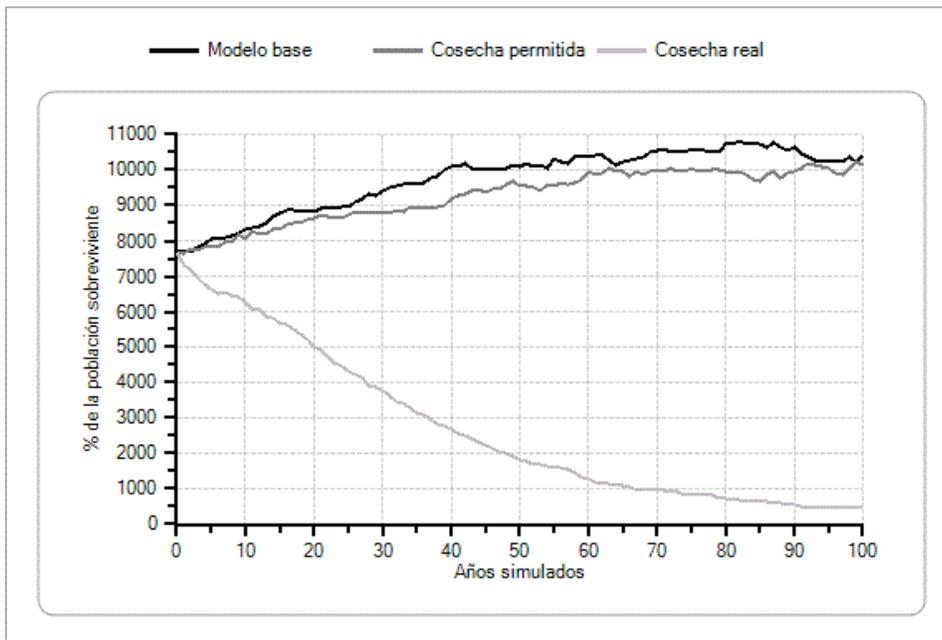
Los resultados de las simulaciones para los 15 escenarios modelados se muestran en la Tabla 3. Para el modelo base, en el que no se simularon los efectos de la cosecha, la tasa de crecimiento exponencial resultó en un valor positivo, con  $r = 0.018 \pm 0.096$  (desviación estándar), con una probabilidad de extinción nula ( $PE=0$ ). Los únicos escenarios con valores negativos de crecimiento exponencial son el de cosecha real (3), en donde se hace evidente el efecto de la cacería aproximada a la realidad en la RBM, así como también el modelo 12 que muestra la cantidad máxima de individuos que pueden ser cosechados en base a la cacería real. Y el escenario 8 que muestra posibles opciones de extracción, en donde el efecto de la cosecha de machos y hembras en igual proporción, causa serios daños a la población ( $r = -0.073 \pm 0.134$ ).

**Tabla 3**

*Descripción de los modelos y sus predicciones de acuerdo a las simulaciones probadas en Vortex.*

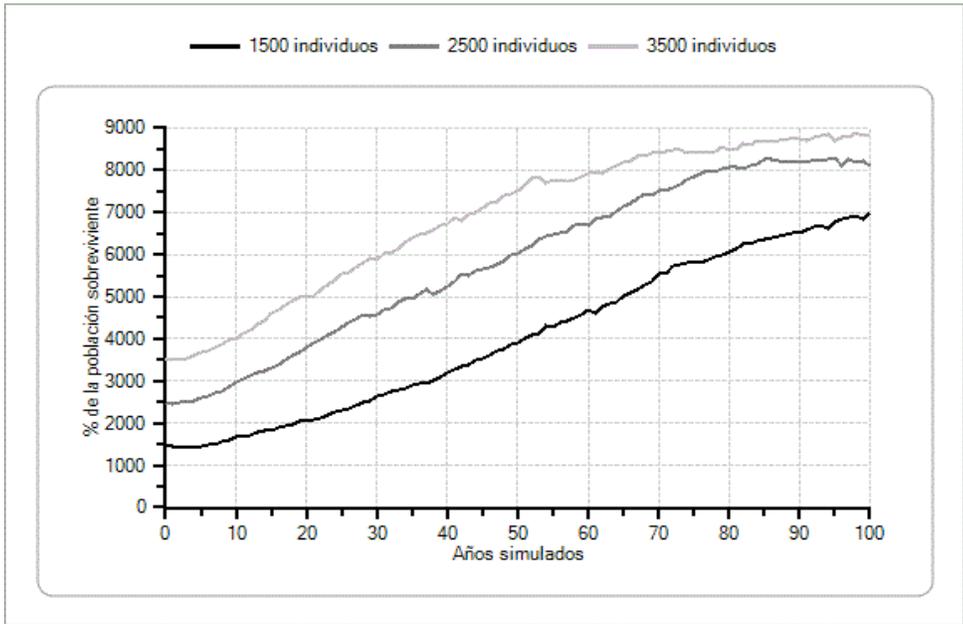
<b>Escenario</b>	<b>Descripción</b>	<b>r</b>	<b>PE</b>
<b>1</b>	Modelo Base	$0.018 \pm 0.096$	0.00
<b>2</b>	Cosecha permitida	$0.020 \pm 0.096$	0.00
<b>3</b>	Cosecha real	$-0.012 \pm 0.11$	0.58
<b>4</b>	1,500 individuos	$0.019 \pm 0.106$	0.10
<b>5</b>	2,500 individuos	$0.018 \pm 0.099$	0.01
<b>6</b>	3,500 individuos	$0.020 \pm 0.099$	0.00
<b>7</b>	360 machos cosechados	$0.017 \pm 0.102$	0.00
<b>8</b>	180 hembras y machos adultos cosechados	$-0.073 \pm 0.134$	0.99
<b>9</b>	Adultos y juveniles machos cosechados	$0.018 \pm 0.102$	0.01
<b>10</b>	150 individuos cosechados	$0.010 \pm 0.097$	0.03
<b>11</b>	200 individuos cosechados	$0.007 \pm 0.100$	0.07
<b>12</b>	300 individuos cosechados	$-0.007 \pm 0.106$	0.43
<b>13</b>	11,000 individuos	$0.003 \pm 0.102$	0.18
<b>14</b>	14,000 individuos	$0.007 \pm 0.100$	0.10
<b>15</b>	16,000 individuos	$0.007 \pm 0.099$	0.07

En la Figura 1 se muestra la gráfica obtenida con las simulaciones del escenario base (sin cosecha) que muestra ser viable para la población, de igual manera el escenario planteado para la población con cosecha permitida por Conap (únicamente machos adultos) también mostró ser viable para la población, en cuanto al escenario con las cuotas obtenidas de datos más aproximados a la realidad de la cacería en la RBM, se observa que la población tiene un riesgo evidente de extinción (PE=0.58), disminuyendo considerablemente el tamaño poblacional, lo que hace claro el efecto que tiene el incumplimiento de las cuotas establecidas por el calendario cinegético.



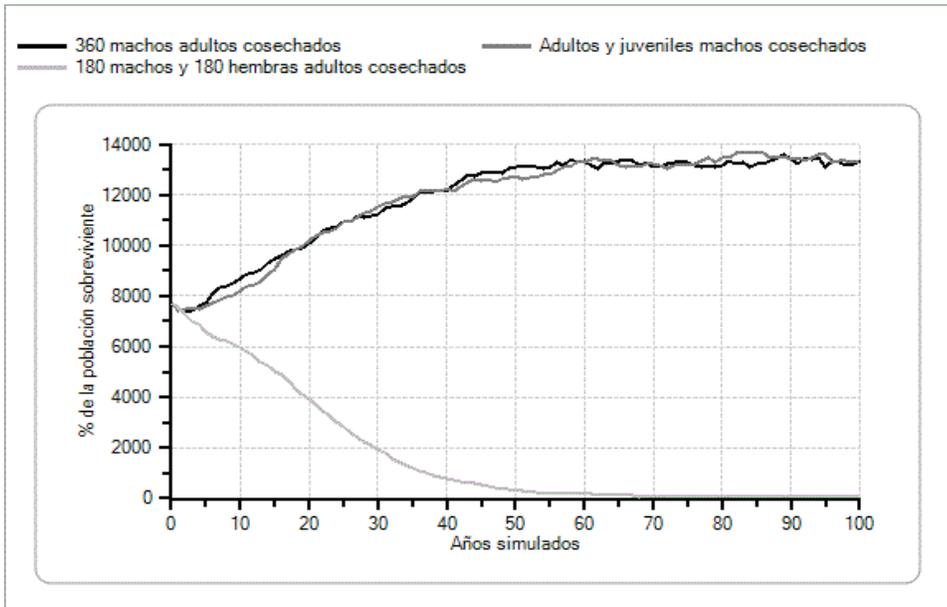
**Figura 1.** Escenarios modelados para la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la RBM.

En la Figura 2 se muestran los escenarios planteados para determinar cuál es el tamaño poblacional que puede soportar la cacería permitida por Conap, en donde se muestra que con aproximadamente 1500 venados la población puede estar en riesgo (PE=0.10), esto si se traduce a densidades equivalentes a 0.2 individuos/km<sup>2</sup>, una densidad reportada como baja por varios autores (Contreras, 2008; Mandujano & Gallina, 2004) pero que podría presentarse debido a las diversas presiones en las que se encuentra el remanente de bosque de la RBM.



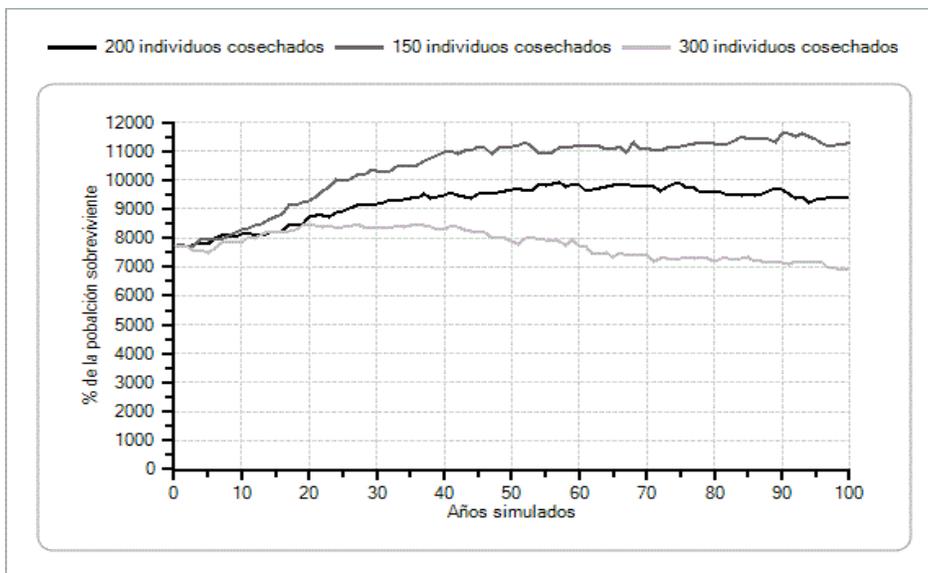
**Figura 2.** Escenarios modelados con distintos tamaños poblacionales de venado cola blanca con cuotas de cosecha permitida por Conap.

El efecto de la cosecha se hace evidente para el escenario propuesto de cacería "real", en donde sí se extraen los 360 venados machos adultos, la población parece ser capaz de soportarlo. Pero en cambio sí se cazan la misma cantidad, aprovechando hembras y machos adultos por igual (180 individuos cada uno), la población corre peligro de extinción y por lo tanto disminución considerable la población (PE=0.99) (Figura 3).



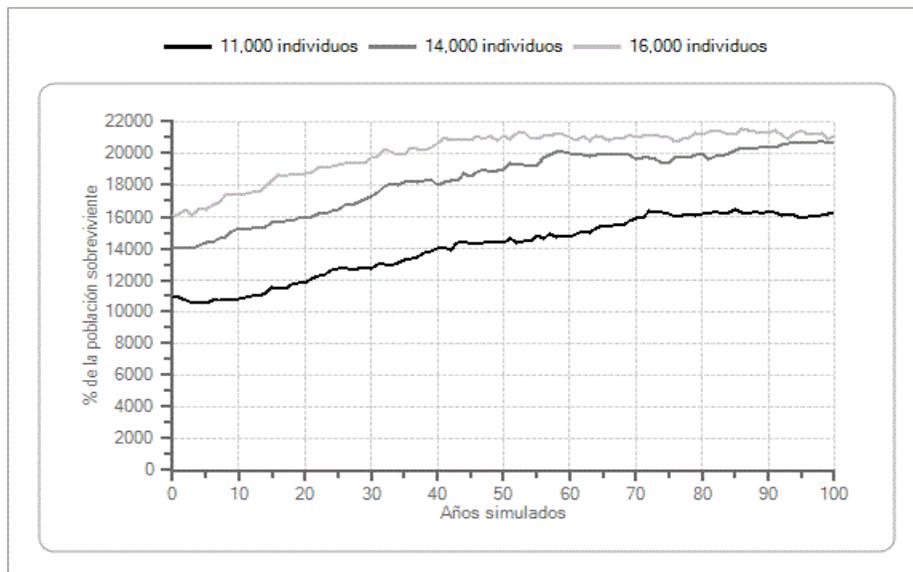
**Figura 3.** Escenarios modelados para tres posibles cuotas de cosecha en base a los sexos de la población de venado cola blanca.

La cosecha real en la Figura1 muestra que la población no es capaz de soportar tal extracción (360 individuos), por lo que se evaluó cuál es la cantidad de venados tanto machos como hembras que pueden cosecharse sin provocar daños significativos en la viabilidad poblacional, se observa que pueden extraerse alrededor de 300 individuos, sobrepasar esta cantidad puede representar riesgo de extinción local (Figura 4). Cabe resaltar que las cosechas evaluadas se realizaron en base a un tamaño de población inicial de 7,700 venados.



**Figura 4.** Escenarios modelados para determinar cantidad de individuos de venado cola blanca (machos y hembras) que pueden ser cosechados, en base al escenario real.

La población mínima viable que podría soportar las cuotas de cacería aproximadas a la realidad, es de alrededor de 11,000 individuos (PE=0.18), representado esta cantidad casi el doble de lo que se estimó que puede contener el parche de la RBM (7,700 venados). De igual manera se realizó el modelo con tamaños poblacionales mayores, mostrando que la probabilidad de extinción no varía de manera significativa.



**Figura 5.** Población mínima viable de venado cola blanca que soporta las cuotas de cosecha reales.

### 13. DISCUSIÓN

Los distintos escenarios modelados para la población de venado cola blanca de la RBM, podrían estar soportando las cuotas de cacería establecidas por Conap, asumiendo que únicamente se extraen machos adultos, diversos estudios evidencian que las poblaciones de venados poseen una gran capacidad para reestablecerse después de alguna catástrofe (Jiménez, 2006; López & Badii, 2000). Esto puede deberse a la cantidad de crías que tienen las hembras, en donde en algunas ocasiones estas pueden llegar a tener gemelos o hasta triples crías, aunque es más difícil de observar en vida silvestre. También puede deberse a que los machos pueden empezar a reproducirse antes de los dos años, esto sumado a que en estudios recientes se ha evidenciado que los machos dominantes que suelen ser los adultos, no ejercen tanta presión en los juveniles permitiendo que estos se reproduzcan con hembras fértiles (Contreras, 2008; Green et al., 2017; Mandujano & Gallina, 2004; Turner et al., 2016).

En el caso del escenario con las cuotas de cosecha “reales” parece mostrar que la población se encuentra en riesgo evidente, ya que según estudios la proporción que se cazan de hembras y machos tiene un gran efecto en la viabilidad poblacional. Martínez (2012) evidencia el efecto que tienen los cazadores deportivos en las poblaciones de venados, mostrando que la población de venado se encuentra en peligro debido a la falta de cumplimiento del calendario cinegético por parte de los cazadores. Aunado a esto, la población de venados más abundante en el país podría encontrarse en la RBM, debido al continuo de bosque que representa esta reserva (Conap, 2015). Lo que aun la hace más vulnerable ya que la mayoría de cazadores deportivos podrían estar ejerciendo presión de caza únicamente en esa área.

De acuerdo a Robinson, Diefenbach, Fuller, Hurst & Rosenberry (2014) la supervivencia de hembras adultas es crucial para el mantenimiento de una población de aprovechamiento, lo que es evidente en la Figura 3 en donde sí se extraen mayor proporción de hembras, el riesgo de extinción local para la población se hace más evidente. Lo anterior coincide con el estudio de Villanova, Hughes & Hoffman (2017) en donde realizan modelado de viabilidad poblacional del ciervo en peligro *Odocoileus virginianus clavium*, en coincidencia con este estudio la proporción de sexos al nacer también fue un factor determinante para la viabilidad de la población. En otros estudios han evidenciado que la remoción de hembras por depredadores tiene un efecto sustancial en el mantenimiento de la población (Chitwood, Lashley, Kilgo, Moorman & Deperno, 2015).

### **13.1 Limitaciones del modelo**

Como todos los modelos, el pronóstico del modelo PVA presentado en este estudio está limitado por los supuestos del modelo y la precisión de los parámetros de entrada (Pierson, et al., 2015). Como se describe en los métodos, las estimaciones empleadas fueron recopiladas de otros estudios realizados en lugares lo más aproximado a la RBM, asimismo las cuotas de cacería utilizadas son meras aproximaciones en base a datos reportados por Conap y otros estudios antiguos llevados a cabo en la RBM. Chitwood et al., (2015) indican que extrapolar datos de otros ciervos debe realizarse con cautela ya que las condiciones y por lo tanto la dinámica de la población suele ser muy diferente.

### **13.2 Estimaciones de las tasas de mortalidad**

El parámetro de tasas de mortalidad tanto en machos como en hembras, mostró ser uno de los parámetros más importantes en cuanto a la viabilidad de la población en estudio. Sin embargo los datos utilizados pertenecen a una población de venados del sur de México, por lo que es importante reconocer que las tasas de mortalidad en la RBM pueden ser muy distintas a las reportadas, debido a que este parámetro varía mucho de una población a otra, dependiendo de la disponibilidad de alimento, cantidad, tipo de depredadores y hábitat (Mandujano & Gallina, 2004; Mandujano, 2007).

### **13.3 Estimaciones del tamaño de la población**

El tamaño inicial de la población se calculó en base a densidades reportadas en estudios realizados en Yucatán y la Reserva de Biosfera Calakmul en Campeche, estas son densidades generalmente bajas para venado cola blanca, ya que en otros lugares aledaños a la zona, como Quintana Roo, la densidad reportada es de 5.4 indv/km<sup>2</sup> (Asprilla-Perea & Montes, 2009; Reyna-Hurtado, 2002). Por lo que se considera que el tamaño poblacional calculado puede acercarse a la realidad en la RBM, aunado a que el parche de bosque de esta área es uno de los mayores y mejor conservados del país. Asimismo el venado cola blanca es considerado un cérvido generalista de hábitats en donde puede encontrarse tanto en parches de bosque bien conservados como lugares más cercanos a poblados (Kobelkowsky, Palacio, Clemente, Mendoza, Herrera & Gallegos, 2000; Contreras, 2008).

## **14. CONCLUSIONES**

Se obtuvo el modelo base de la población de venado cola blanca, evidenciando que a pesar de ser esta una especie de importancia cinegética en la RBM, únicamente dos estudios (Roling, 1995, Baur, 1998) aportan datos de cacería del venado cola blanca en el área. Asimismo, los demás datos utilizados en los parámetros requeridos por el programa Vortex representan aproximaciones de la dinámica poblacional, por lo que los resultados de esta investigación se consideran poco precisos para la toma de decisiones, en cuanto al aprovechamiento del mismo.

Con base en los escenarios modelados, la población hipotética de 7,700 venados en la RBM parece ser una población viable respecto a las cuotas de cacería propuestas por Conap, sin embargo las cuotas de cacería reales parecen estar afectando a la población de manera significativa ( $PE=0.58$ ). Es importante mencionar que la remoción de hembras en igual cantidad de machos es bastante significativo ( $PE=0.99$ ), por lo que el seguimiento del calendario cinegético por parte de los cazadores tanto deportivos como de subsistencia es vital para el mantenimiento de la población.

La cuota de extracción actual propuesta por Conap, dos venados machos adultos por época hábil, parece no estar afectando la viabilidad de la población ( $PE=0.00$ ). Por lo que asumiendo que los cazadores se apegan a las indicaciones del calendario cinegético, en cuanto a temporadas, sexos y cantidades a extraer, factor que es arriesgado asumir, ya que no se tiene un control directo en cuanto a los venados cazados, esta parece ser la cuota más conservadora para el aprovechamiento del venado cola blanca en la RBM.

## **15. RECOMENDACIONES**

Es indispensable contar con estudios de la dinámica de las poblaciones de aprovechamiento cinegético en la RBM, debido principalmente a que este es el continuo de bosque más extenso que queda en el país, por lo que el estudio de las mismas en esta área representa la herramienta para poder generar correctos planes de manejo.

El Conap como institución rectora de la cacería en el país, debe contar con la información actualizada de los individuos extraídos, para que las predicciones de viabilidad poblacional de las especies de aprovechamiento, sean lo más cercanas a la realidad. Asimismo se recomienda que para los cazadores deportivos las reglas para cazar sean más estrictas, esto es que los mismos deban reportar lo que cazan con datos de edad, y sexo por lo menos por espécimen cosechado, esto contribuiría a tener un mayor control de los individuos cazados, permitiendo extraer información de los mismos, importante para planes de manejo e investigaciones en general.

Se recomienda a los cazadores deportivos respetar las temporadas de veda, y realizar la cacería deportiva de manera consciente, intentando reportar el sexo y edad si fuera posible de cada individuo que cosechen, ya que de esta manera estarían contribuyendo a la conservación de las especies de aprovechamiento cinegético. De igual manera se recomienda a los cazadores de subsistencia respetar las cuotas impuestas en el calendario cinegético, para cazar únicamente dos venados machos por época reproductiva.

Es importante que los investigadores centren esfuerzos en estudios que determinen la densidad de las poblaciones de aprovechamiento cinegético, ya que este es un dato esencial para la elaboración de planes de manejo. De igual manera con el avance de las técnicas en genética, sería de importancia y beneficio para las poblaciones, contar con estudios que evidencien la diversidad genética de las mismas.

## 16. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Romero, J. & Medellín, R. (2005). *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Arita, H. (2016). *Crónicas de la extinción: La vida y la muerte de las especies animales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Asprilla-Perea, J. & Montes, R. (2009). Evaluación de la Sostenibilidad de la Cacería de Venados (*Odocoileus virginianus* Y *Mazama americana*) en el Municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, 28(2), 150-6
- Bodmer, R., Aquino, R., & Puertas, P. (1997). Alternativas de manejo para la Reserva Nacional Pacaya Samiria: Un análisis sobre el uso sostenible de la caza. Pp. 65-74. En: Fang, T., Bodmer, R., Aquino, R. y Valqui, M. (eds.). *Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia*. La Paz. Bolivia.
- Buenrostro, A. & García-Grajales, J. (2016). Recomendaciones para el manejo y crianza del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Oaxaca. En *Zootecnia de Especies Alternativas en Oaxaca*. (pp. 280-306). México: Universidad del Mar.
- Calderón, A. (2010). *Efectos de la cacería sobre la abundancia de mamíferos y sus consecuencias en la herbívora y pisoteo de plántulas en tres áreas protegidas de Panamá* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Chitwood, M., Lashley, M., Kilgo, J., Moorman, C., & Deperno, C. (2015). White-tailed deer population dynamics and adult female survival in the presence of a novel predator. *The Journal of Wildlife Management*, 79(2), 211–219. doi:10.1002/jwmg.835
- Contreras, F. (2008). *Ecología poblacional del venado cola blanca (Odocoileus virginianus thomasi) en la r/a San Joaquín municipio de Balancán, Tabasco, México* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Tabasco, México.

- De la Montaña, E. (2013). Cacería de subsistencia de distintos grupos indígenas de la Amazonía ecuatoriana. *Ecosistemas* 22(2), 84-96.
- Dirzo, R., Broadbent, E., Almeyda, A., Morales, L., Almeyda, S. & Quispe, C. (s.f.). Cacería: una amenaza principal de los ecosistemas de la región Osa-Golfito. Recuperado en marzo de 2018, de: [http://inogo.stanford.edu/sites/default/files/Caza\\_reporte\\_breve\\_v1\\_050713.pdf](http://inogo.stanford.edu/sites/default/files/Caza_reporte_breve_v1_050713.pdf)
- Fa, J., Peres, C., & Meeuwig, J. (2002). Bushmeat exploitation in tropical forests: An intercontinental comparison. *Conservation Biology*, 16(1), 232–237.
- García, M., Leonardo, Castillo, F., R., Gómez, I., & García, L. (2009). El tapir centroamericano (*Tapirus bairdii* 1865, Gill) como herramienta para el fortalecimiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP -. Informe Final, CDC-CECON-USAC, DIGI-USAC, Guatemala.
- Green, M., Satterthwaite-Phillips, D., Manjerovic, M., Shelton, P., Novakofski, J. & Mateus-Pinilla, N. (2017). Reproductive characteristics of female white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in the Midwestern USA. *Theriogenology*, 94, 71-78
- Jiménez, S. (2006). *Estimación Poblacional de Venado Cola Blanca (Odocoileus virginianus miquihuanensis) en Predios del Municipio de Parras de la Fuente Coahuila* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Jolón, M. (2008). Estudio analítico del impacto de las acciones de extracción y tráfico de Vida Silvestre en la región de la Selva Maya. Informe Final Consultoría. Guatemala: Conap Catie, Soluciones para el ambiente y desarrollo, 119 pp.
- Kobelkowsky, J., Palacio, F., Clemente, J., Mendoza, J., Herrera, J. & Gallegos, R. (2000). Calidad del hábitat y estado poblacional del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*, Hays) en Ranchos Cinegéticos de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 6(2), 125-130
- Lacy, R. (1993). VORTEX: a computer simulation model for population viability analysis. *Wildlife Research*, 20(1), 45 – 65.
- Lacy, R., Borbat, M., & Pollak, J. (2005). VORTEX: A stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9.5. Brookfield, IL: Chicago Zoological Society.
- Lacy, R., Miller, P. & Traylor-Holzer, K. (2017). Vortex 10: User's Manual. IUCN SSC Conservation Breeding Specialist Group, and Chicago Zoological Society, Apple Valley, Minnesota, USA.
- Laurence, W., Croes, B., Tchignoumba, L., Lahm, S., Alonso, A., Lee, M., Campbell, P., & Ondzeano, C. (2006). Impacts of Roads and Hunting on Central African Rainforest Mammals. *Conservation Biology*, 20(4), 1251–1261.
- Ley General de Caza. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala, Guatemala.
- Lindenmayer, D, Lacy, R, Thomas, V, & Clark, T. (1993). Predictions of the impacts of changes in population size and environmental variability on Leadbeater's possum, *Gymnobelideus leadbeateri*

- McCoy (Marsupialia: Petauridae) using population viability analysis: an application of the computer program VORTEX. *Wildlife Research*, 20(1), 67. doi:10.1071/wr9930067
- López, J. & Badii, M. (2000). Depredación en crías de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) por coyote (*Canis latrans*) en una unidad de manejo y aprovechamiento del norte de Nuevo León, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 81, 135-138
- MAGA. (2012). Mapa de cobertura y Uso de la Tierra de Guatemala 1:50,000. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Gobierno de Guatemala. Guatemala.
- Mandujano, S. (2007). Carrying capacity and potential production of ungulates for human use in a Mexican Tropical Dry Forest. *Biotropica*, 39(4), 519-524
- Mandujano, S. & Gallina, S. (2004). Dinámica poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Cap. 29: 317-330. En: Sánchez-Cordero & Medellín. (Eds.) Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa. 500p. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Martínez, M. (2012). *Influencia de la Caza Deportiva en la Sostenibilidad de las Especies Cinegéticas en Guatemala, Mediante el Análisis de Licencias de Caza, Durante el Período 2004 al 2007* (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC.
- Martínez-Polanco, M., Montenegro, O., & Peña, G. (2015). La Sostenibilidad y el Manejo de la Caza del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) por Cazadores-Recolectores del Periodo Pre cerámico de la Sabana de Bogotá, en el Yacimiento Arqueológico de Aguazuque (Colombia). *Caldasia* 37(1), 1-14.
- Medici, E., Carrillo, L., Montenegro, O., Miller, P., Carbonell, F., Chassot, O.,..... Mendoza, A. (2005). Taller de Conservación de la Danta Centroamericana (*Tapirus bairdii*) Evaluación de Viabilidad poblacional y del hábitat (PHVA). IUCN/SSC Tapir Specialist Group (TSG) & IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group (CBSG), Apple Valley, MN, USA.
- Naranjo, E., López-Acosta, J., & Dirzo, R. (2010). La Cacería en México. *Biodiversitas*, 91, 6-10.
- Novaro, A., Redford, K. & Bodmer, R. (2000). Effect of Hunting in Source-Sink Systems in the Neotropics. *Conservation Biology*, 14(3), 713-721
- Peres, C. (2000). Effects of subsisting hunting on vertebrate community structure in amazonian forests. *Conservation Biology*, 14(1), 240-253.
- Peres, C. & Lake, I. (2003). Extent of nontimber resource extraction in tropical forests: accessibility to game vertebrates by hunters in the Amazon Basin. *Conservation Biology*, 17(2), 521-535.
- Peres, C. & Nascimento, H. (2006). Impact of game hunting by the Kayapo´ of south-eastern Amazonia: implications for wildlife conservation in tropical forest indigenous reserves. *Biodiversity and Conservation*, 15(8), 2627-2653.

- Pierson, J., Beissinger, S., Bragg, J., Coates, D., Oostermeijer, J., Sunnucks, P., ... Young, A. (2014). Incorporating evolutionary processes into population viability models. *Conservation Biology*, 29(3), 755–764. doi:10.1111/cobi.12431
- Propeten/Conservation International. (1998). *Informe Final: Estudio de la cacería de subsistencia en la concesión forestal de Carmelita, San Andrés, Petén.*
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2015). *Reserva de la Biosfera Maya, Plan Maestro. Tomo I. Guatemala, documento técnico, No. 20-2016.* Recuperado de: <http://selvamaya.info/>
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2015). *Reserva de la Biosfera Maya, Plan Maestro. Tomo II, Guatemala, documento técnico, No. 21-2016.* Recuperado de: <http://selvamaya.info/>
- Retana, O., Martínez, L., Niño, G., Chan, E., Cruz, A. & Uc, A. (2015). Trends and pattern of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in mayan villages, Campeche, Mexico. *Therya*, 6(3), 597-608.
- Reyna-Hurtado, R. (2009). *Hunting effects on the ungulate species in Calakmul Forest, Mexico* (tesis de pregrado). Universidad de Florida, USA.
- Richter, A. & Labisky, R. (1985). Reproductive Dynamics among Disjunct White-Tailed Deer Herds in Florida. *The Journal of Wildlife Management*, 49(4), 964
- Rioja, T., Carrillo, A. & Lorenzo, C. (2012). Análisis de población viable para determinar el riesgo de extinción de la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) en Santa María del Mar, Oaxaca. *Therya*, 3(2), 137-150
- Rivera, C. (2014). Facing the 2013 gold rush: A population viability analysis for the endangered white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) in Corcovado National Park, Costa Rica. *Natural Resources*, 5, 1007-1019
- Robinson, K., Diefenbach, A., Fuller, J., Hurst, L. & Rosenberry, C. (2014). Can managers compensate for coyote predation of white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 78, 571–579
- Rodríguez, C., Villalobos, F. & Gutiérrez. G. (2012). Viabilidad poblacional de *Alouatta palliata* (Primates: Atelidae) y *Cebus capucinus* (Primates: Cebidae) en el Refugio de Vida Silvestre Privado Nogal, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, 60(2), 809-832
- Roling, G. (1995). Programa Piloto de Manejo de Vida Silvestre de Arcas/Uicn/Conap/ USAC-Escuela de Biología. Flores, Petén, Guatemala. Informe interno.
- Sánchez, G., Aguilar, C. & Hernández, E. (2009). Estudio poblacional y uso de hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 204-214
- Schipper, J., Chanson, J., Chiozza, F., Cox, N., Hoffmann, M., Katariya, V.,..... Young, B. (2008). The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat, and knowledge. *Science*, 322(5899), 225-230.
- Turner, M, Deperno, C., Booth, W., Vargo, E., Conner, M., & Lancia, R. (2016). The mating system of white-tailed deer under Quality Deer Management. *The Journal of Wildlife Management*, 80(5), 935–940. doi:10.1002/jwmg.1067

Villanova, V., Hughes, P., & Hoffman, E. (2017). Combining genetic structure and demographic analyses to estimate persistence in endangered Key deer (*Odocoileus virginianus clavium*). *Conservation Genetics*, 18(5), 1061–1076. doi:10.1007/s10592-017-0958-2

Yañez-Arenas, C. (2009). *Distribución y densidad poblacional del venado cola blanca (odocoileus virginianus) en el bajo balsas, Michoacán, México* (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.