



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO  
División Académica de Ciencias Biológicas



**“ABUNDANCIA RELATIVA Y PATRONES DE ACTIVIDAD DE DOS  
ESPECIES DE UNGULADOS *Dicotyles angulatus* y *Odocoileus  
virginianus* (ARTIODACTYLA) EN DOS ZONAS DE MONITOREO DEL  
COMPLEJO VOLCÁNICO DE COLIMA”**

Trabajo recepcional, en la modalidad de:

Tesis

Para obtener el título en:

Licenciatura en Biología

Presenta:

Johana Jael Cabrera Caamal

Directores:

M. en C. José Elías Gordillo Chávez  
Dra. Sonia Navarro Pérez

Villahermosa, Tabasco, México

Marzo, 2019

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

# Abundancia Relativa Y Patrones De Actividad De Dos Especies De Ungulados *Dicotyles Angulatus* Y *Odocoileus Virginianus* (Artiodactyla) En Dos Zonas De Monitoreo Del Complejo Volcánico De Colima

Por Johana Jael Cabrera Caamal

---

CANTIDAD DE PALABRAS 12106

HORA DE ENTREGA

01-JUL-2025 09:30A. M.

NÚMERO DE  
IDENTIFICACIÓN DEL  
TRABAJO

117015821

# Abundancia Relativa Y Patrones De Actividad De Dos Especies De Ungulados Dicotyles Angulatus Y Odocoileus Virginianus (Artiodactyla) En Dos Zonas De Monitoreo Del Complejo Volcánico De Colima

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://iefectividad.conanp.gob.mx">iefectividad.conanp.gob.mx</a> Internet	74 palabras — 1%
2	<a href="http://datospdf.com">datospdf.com</a> Internet	66 palabras — 1%
3	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Internet	63 palabras — 1%
4	<a href="http://revistas-conacyt.unam.mx">revistas-conacyt.unam.mx</a> Internet	56 palabras — 1%
5	<a href="http://www.acude.udg.mx">www.acude.udg.mx</a> Internet	53 palabras — 1%
6	<a href="http://transparencia.info.jalisco.gob.mx">transparencia.info.jalisco.gob.mx</a> Internet	48 palabras — < 1%
7	<a href="http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080">literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080</a> Internet	37 palabras — < 1%
8	<a href="http://paot.org.mx">paot.org.mx</a> Internet	36 palabras — < 1%
9	<a href="http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080">biblioteca.cucba.udg.mx:8080</a> Internet	34 palabras — < 1%

10	<a href="http://repositorio.unan.edu.ni">repositorio.unan.edu.ni</a> Internet	27 palabras — < 1%
11	<a href="http://eprints.uaeh.mx">eprints.uaeh.mx</a> Internet	26 palabras — < 1%
12	Md Abraharul Islam, - Monirujjaman, Rasel Ahammed, Mahruma Aktar. "Diurnal activity pattern of white-rumped vulture, <i>Gyps bengalensis</i> (Gmelin, 1788) in captivity during breeding season at Bangladesh National Zoo, Dhaka", Jahangirnagar University Journal of Biological Sciences, 2018 Crossref	25 palabras — < 1%
13	<a href="http://www.mastozoologiamexicana.org">www.mastozoologiamexicana.org</a> Internet	25 palabras — < 1%
14	<a href="http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080">dgsa.uaeh.edu.mx:8080</a> Internet	23 palabras — < 1%
15	<a href="http://tesis.ipn.mx">tesis.ipn.mx</a> Internet	18 palabras — < 1%
16	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a> Internet	18 palabras — < 1%
17	<a href="http://ecosur.repositorioinstitucional.mx">ecosur.repositorioinstitucional.mx</a> Internet	17 palabras — < 1%
18	<a href="http://rei.iteso.mx">rei.iteso.mx</a> Internet	17 palabras — < 1%
19	<a href="http://gredos.usal.es">gredos.usal.es</a> Internet	14 palabras — < 1%
20	Belén G. Herrera-Flores, Dídac Santos-Fita, Eduardo J. Naranjo, Silvia F. Hernández-Betancourt. "Importancia cultural de la fauna silvestre en	13 palabras — < 1%

comunidades rurales del norte de Yucatán, México", Península,

2019

Crossref

21	<a href="http://repositorio.uaaan.mx">repositorio.uaaan.mx</a> Internet	13 palabras — < 1%
22	<a href="http://www.elsevier.es">www.elsevier.es</a> Internet	13 palabras — < 1%
23	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet	13 palabras — < 1%
24	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet	12 palabras — < 1%
25	<a href="http://ia904503.us.archive.org">ia904503.us.archive.org</a> Internet	12 palabras — < 1%
26	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Internet	12 palabras — < 1%
27	<a href="http://www.revespcardiol.org">www.revespcardiol.org</a> Internet	12 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 12 PALABRAS



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCION**

MARZO 04 DE 2019

**C. JOHANA JAEL CABRERA CAAMAL  
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA  
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se les autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"ABUNDANCIA RELATIVA Y PATRONES DE ACTIVIDAD DE DOS ESPECIES DE UNGULADOS *Dicotyles angulatus* y *Odocoileus virginianus* (ARTIODACTYLA) EN DOS ZONAS DE MONITOREO DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DE COLIMA"**, asesorado por el M. en C. José Elías Gordillo Chávez y Dra. Sonia Navarro Pérez, sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por la Dra. Ena Edith Mata Zayas, Dra. Claudia Villanueva García, M. en C. José Elías Gordillo Chávez, Dra. Coral Jazvel pacheco Figueroa y Dr. Juan de Dios Valdez Leal.

**A T E N T A M E N T E  
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCION EN LA FE**

**M. EN C. ROSA MARTHA PADRON LOPEZ  
DIRECTORA**

UJAT  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
Archivo.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

## CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis denominado: **“ABUNDANCIA RELATIVA Y PATRONES DE ACTIVIDAD DE DOS ESPECIES DE UNGULADOS *Dicotyles angulatus* y *Odocoileus virginianus* (ARTIODACTYLA) EN DOS ZONAS DE MONITOREO DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DE COLIMA”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 04 de Marzo de 2019

AUTORIZO



---

JOHANA JAEL CABRERA CAAMAL

## DEDICATORIA

La presente tesis es dedicada a toda mi amada familia, a los grandes amigos y a los excelentes profesores de mi carrera universitaria, sin su apoyo simplemente no lo hubiera logrado.

En especial:

A la memoria de Juan Caamal Llan, biólogo y gran pionero del turismo de naturaleza en el ejido San Antonio Mulix, Yucatán, México.

Y

A Esteban J. Cabrera Velázquez, mi gran preguntón.

## AGRADECIMIENTOS

Ante todo, la honra y la gloria a **Jehová Dios**, por darme la vida y lograr cumplir esta meta.

Agradezco infinitamente el apoyo dado por parte de mis dos directores: **La Dra. Sonia Navarro Pérez y el M. en C. José Elías Gordillo Chávez**, por el tiempo dedicado a la elaboración y corrección de la presente investigación. Su gran guía, apoyo e incontables consejos, han dado frutos y también quedan plasmados en este documento de tesis. No existen palabras que expresen el verdadero agradecimiento por ustedes. Por todo, mil gracias.

**Al Parque Nacional Volcán Nevado de Colima (PNVNC)** por los datos biológicos y apoyos económicos brindados para la realización de este trabajo de tesis. Personalmente al director del PNVNC, **Biol. José Villa Castillo** por su gran interés en el desarrollo y culminación de este proyecto.

**Al Sr. Sergio Shultle** por brindar apoyo, colaboración y confianza permitiendo las actividades dentro de su predio “El borbollón”, siendo una de las áreas de estudio del presente proyecto de tesis.

**A las Comunidades del Borbollón, San José del Carmen y el Tecuán** por su amable participación durante este proyecto, en especial **al Sr. Miguel Ángel Lino Pérez, La Sra. Efigenia Larios Reyes y su hija María de Jesús Cruz Larios**, gente interesada realmente en el cuidado y uso sustentable de los recursos naturales.

**Al Dr. Ernesto De Castro Arce** por su gran y desinteresada ayuda para el análisis estadístico de los datos de este proyecto de tesis.

**Al comité revisor** por el tiempo dedicado a la revisión, corrección y aprobación del presente trabajo, sus aportaciones sin duda, son las que respaldan esta investigación.

**A mi amada familia**, Jorge y Rosalinda (padres), Loretta y Jonathan (hermanos) por su amor, apoyo y respaldo incondicional.

**A las amistades de mi vida, los favs** (Martha, Leysi, Mayra y Javier), **el gran equipo Nevado** (Male, Daph, Don Picky, Kike, Marco, Omar y Alex) y **los que dejaron huella** (Geni, Daniel, Irasema, Gime y Fer) por su cariño, aliento y compañía.

**A mi Alma máter la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco** por brindarme todos los medios para superarme y lograr ser competente dentro del campo laboral y profesional.

## RESUMEN

El presente estudio es la primera investigación formal sobre parámetros poblacionales de ungulados dentro del Complejo Volcánico de Colima (CVC). En él se estimó el índice de abundancia relativa (IAR) y los patrones de actividad del pecarí de collar (*Dicotyles angulatus*) y del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Los datos se obtuvieron mediante la técnica de fototrampeo en dos polígonos de monitoreo del CVC: “zona templada” (PZTemp) y “zona tropical” (PZTrop). En el PZTemp, el venado fue la especie más abundante (50.52 ind/días-trampa), mientras que, en el PZTrop la mayor abundancia la registró el pecarí de collar (87.62 ind/días-trampa). Los patrones de actividad registrados variaron de acuerdo a las zonas de monitoreo, en el PZTemp ambos ungulados tuvieron un patrón diurno. En tanto que, para el PZTrop el pecarí de collar se consideró una especie catameral, ya que estuvo activo en varios periodos durante las 24hrs, en contraste con el venado que sólo registró actividad diurna. El coeficiente de traslape de los patrones de actividad para el PZTemp fue de  $\Delta = 0.85$  y de  $\Delta = 0.61$  para el PZTrop, ambos con un intervalo de confianza del 95%. Estos resultados, sugieren una influencia de factores bióticos y abióticos específicos de las dos zonas de monitoreo, que tienden a asociarse a la preferencia de hábitats y a su comportamiento. Este trabajo brinda información nueva sobre el estado de las poblaciones de estas dos especies para esta región, con la finalidad de dar pautas para su conservación y establecer las bases para un posible uso y/o aprovechamiento de sus poblaciones por parte de los pobladores locales del CVC.

# ÍNDICE

RESUMEN	III
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS	3
3.1. OBJETIVO GENERAL:	3
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	3
IV. ANTECEDENTES	4
4.1. ESTUDIOS DE ABUNDANCIA EN EL PECARÍ DE COLLAR Y EL VENADO COLA BLANCA	4
4.2. PATRONES DE ACTIVIDAD	7
V. ÁREA DE ESTUDIO	9
5.1 LOCALIZACIÓN	9
5.2. CLIMA	11
5.3. FISIOGRAFÍA	11
5.4. EDAFOLOGÍA	11
5.5. HIDROLOGÍA	11
5.6. VEGETACIÓN	12
5.7. FAUNA	13
VI. MÉTODO	13
6.1. FOTOTRAMPEO	13
6.2. ABUNDANCIA RELATIVA Y PATRONES DE ACTIVIDAD	16
6.3. ANÁLISIS DE DATOS	16
6.3.1. ABUNDANCIA RELATIVA	16
6.3.1.1. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA RELATIVA ENTRE LOS POLÍGONOS DE MONITOREO	17
6.3.2. PATRONES DE ACTIVIDAD	18
6.3.2.1. TRASLAPE DE PATRONES DE ACTIVIDAD	18

<b>VII. RESULTADOS</b>	<b>19</b>
7.1. FOTOTRAMPEO	19
7.1.1. ESFUERZO DE MUESTREO	19
7.1.2. ÁREA EFECTIVA DE MUESTREO (AEM)	19
7.2. ABUNDANCIA RELATIVA	21
7.3. PATRONES DE ACTIVIDAD	24
7.3.1. TRASLAPE DE PATRONES DE ACTIVIDAD	26
<b>VIII. DISCUSIÓN</b>	<b>28</b>
8.1. ABUNDANCIA	28
8.1.1. PECARÍ DE COLLAR	29
8.1.2. VENADO COLA BLANCA	30
8.2. PATRONES DE ACTIVIDAD	30
8.2.1. PECARÍ DE COLLAR	31
8.2.2. VENADO COLA BLANCA	32
8.2.3. TRASLAPE DE PATRONES DE ACTIVIDAD	33
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	<b>34</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>35</b>

# ÍNDICE DE FIGURA

<i>FIGURA 1:</i> MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LAS TRES ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANPs), DENTRO DEL CVC.....	9
<i>FIGURA 2:</i> MAPA DE LA LOCALIZACIÓN Y TIPOS DE VEGETACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	10
<i>FIGURA 3:</i> MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LAS CÁMARAS TRAMPA, DENTRO DEL POLÍGONO “ZONA TEMPLADA”.....	14
<i>FIGURA 4:</i> MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LAS CÁMARAS TRAMPA, DENTRO DEL POLÍGONO “ZONA TROPICAL”.....	14
<i>FIGURA 5:</i> REGISTROS FOTOGRÁFICOS INDEPENDIENTES OBTENIDOS EN CADA ZONA DE MONITOREO POR ESPECIE.....	19
<i>FIGURA 6:</i> MAPA DEL ÁREA EFECTIVA DE MUESTREO (AEM), EN EL POLÍGONO “ZONA TEMPLADA”.....	20
<i>FIGURA 7:</i> MAPA DEL ÁREA EFECTIVA DE MUESTREO (AEM), EN EL POLÍGONO “ZONA TROPICAL”.....	20
<i>FIGURA 8:</i> ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA (IAR) DE LAS DOS ESPECIES DE UNGULADOS POR POLÍGONO DE MONITOREO.....	21
<i>FIGURA 9:</i> COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA RELATIVA DEL PECARÍ ENTRE ZONAS DE MONITOREO. LA LÍNEA NEGRA EN EL GRÁFICO REPRESENTA LA MEDIANA DE LOS DATOS, LA ANCHURA DE LA CAJA REPRESENTA EL RANGO INTERCUARTÍLICO Y LOS PUNTOS REPRESENTAN DATOS ATÍPICOS (OUTLIERS). .....	22
<i>FIGURA 10:</i> COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA RELATIVA DEL VENADO ENTRE ZONAS DE MONITOREO. LA LÍNEA NEGRA EN EL GRÁFICO REPRESENTA LA MEDIANA DE LOS DATOS, LA ANCHURA DE LA CAJA REPRESENTA EL RANGO INTERCUARTÍLICO Y EL PUNTO REPRESENTA UN DATO ATÍPICO (OUTLIERS). .	22
<i>FIGURA 11:</i> COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA RELATIVA ENTRE ESPECIES DENTRO DE LA ZONA TEMPLADA. LA LÍNEA NEGRA EN EL GRÁFICO REPRESENTA LA MEDIANA DE LOS DATOS, LA ANCHURA DE LA CAJA REPRESENTA EL RANGO INTERCUARTÍLICO Y LOS PUNTOS REPRESENTAN DATOS ATÍPICOS (OUTLIERS). .....	23
<i>FIGURA 12:</i> COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA RELATIVA ENTRE ESPECIES DENTRO DE LA ZONA TROPICAL. LA LÍNEA NEGRA EN EL GRÁFICO REPRESENTA LA MEDIANA DE LOS DATOS, LA ANCHURA DE LA CAJA REPRESENTA EL RANGO INTERCUARTÍLICO Y LOS PUNTOS REPRESENTAN DATOS ATÍPICOS (OUTLIERS). .....	23
<i>FIGURA 13:</i> PICOS DE ACTIVIDAD DIARIA DEL PECARÍ, REGISTRADOS EN INTERVALOS DE CADA DOS HORAS DENTRO DE LAS ZONAS DE MONITOREO.....	24
<i>FIGURA 14:</i> PICOS DE ACTIVIDAD DIARIA DEL VENADO, REGISTRADOS EN INTERVALOS DE CADA DOS HORAS DENTRO DE LAS ZONAS DE MONITOREO.....	25
<i>FIGURA 15:</i> CURVAS DE ACTIVIDAD DE AMBOS UNGULADOS EN LA ZONA TEMPLADA. EL COEFICIENTE DE TRASLAPE ES IGUAL AL ÁREA DEBAJO DE AMBAS CURVAS, SOMBREADA DE GRIS EN ESTE DIAGRAMA.	26
<i>FIGURA 16:</i> CURVAS DE ACTIVIDAD PARA AMBOS UNGULADOS EN LA ZONA TROPICAL. EL COEFICIENTE DE TRASLAPE ES IGUAL AL ÁREA DEBAJO DE AMBAS CURVAS, SOMBREADA DE GRIS EN ESTE DIAGRAMA.	27

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> VALORES ESTIMADOS DEL ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA POR DIFERENTES AUTORES.....	5
<b>TABLA 2.</b> VALORES DE DENSIDAD DEL VENADO COLA BLANCA POR LA TÉCNICA DE CONTEO DE GRUPOS FECALES.....	6
<b>TABLA 3.</b> SERIE DE PATRONES DE ACTIVIDAD, REPORTADOS EN DISTINTAS REGIONES DE MÉXICO.....	8
<b>TABLA 4.</b> TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTE EN EL CVC .....	12
<b>TABLA 5.</b> PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILK.....	17

## I. INTRODUCCIÓN

El Complejo Volcánico de Colima (CVC) es un área de gran importancia biológica debido a su ubicación geográfica privilegiada, en él confluyen los dos reinos biogeográficos presentes en México, el Neártico y el Neotropical (Rzedowski, 1978; Espinosa y Ocegueda, 2008). El CVC da albergue a una amplia biodiversidad, donde destacan especies endémicas, especies bajo categoría especial de conservación y especies de valor para los pobladores locales. También es el reservorio hídrico más importante del suroeste de Jalisco y parte del estado de Colima. A pesar de su importancia biológica, el CVC presenta problemas ambientales importantes a causa de diferentes actividades antropogénicas. Entre estas actividades destacan la cacería, la deforestación, la ganadería extensiva y la extensión de cultivos agrícolas a áreas de bosque, las cuales son consideradas elementos principales en la reducción de la biodiversidad local (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], 2006).

Dentro del CVC, cohabitan dos especies de ungulados, el pecarí de collar o jabalí (*Dicotyles angulatus*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Ambas especies son clave en la dinámica ecológica dentro del complejo, son especies dispersoras de semillas y forman parte de la dieta de dos grandes carnívoros reportados en la región, el puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*), así como de otras especies de carnívoros (Núñez, Miller y Lindzey, 2000; Ávila, Rosas, Tarango, Martínez y Santoyo-Brito, 2011). Sin embargo, debido a las presiones antropogénicas a las cuales están sujetas, sus poblaciones se han visto reducidas a través del tiempo y en diferentes áreas dentro del CVC (CONANP, 2006).

Las variaciones en las poblaciones de ungulados como es el caso de este estudio pueden ser explicadas mediante el conocimiento de la abundancia poblacional y los patrones de actividad (Monroy-Vilchis, Zarco-González, Ramírez-Pulido y Aguilera-Reyes, 2011). Ambos parámetros aportan las bases para el entendimiento de la

dinámica poblacional y se representan a través de índices de abundancia relativa, lo que permite hacer comparaciones espaciales y temporales de las poblaciones (Sutherland, 1996; Walker, Novaro y Nichols, 2000).

Los patrones de actividad, ayudan a reconocer el comportamiento, el gasto energético y los periodos de reproducción que poseen las especies silvestres. Los patrones de actividad aportan datos para la interpretación de sus movimientos en el hábitat (Díaz-Pulido y Payán-Garrido, 2012; Chávez *et al.*, 2013). El presente estudio tuvo como objetivo estimar la abundancia relativa y los patrones de actividad del pecarí de collar y el venado cola blanca dentro del CVC.

## **II. JUSTIFICACIÓN**

El pecarí de collar y el venado cola blanca son las especies de mayor explotación en la región. Esta explotación desmedida repercute de manera directa en los diferentes niveles de la cadena trófica que se desarrolla al interior del CVC. Por lo anterior la abundancia y los patrones de actividad, son atributos poblacionales indispensables para entender las fluctuaciones en las poblaciones del pecarí y el venado.

Estos atributos, dan pautas para el establecimiento de estrategias de manejo, conservación y uso sustentable de estas especies (Walker *et al.*, 2000; Valdez y Ortega, 2014). El manejo de estos mismos, ayudará a los administradores del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima (PNVNC) y del Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima (PEBMNC), a desarrollar estrategias en favor del mantenimiento de las poblaciones de ambos ungulados.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL:

Comparar la abundancia relativa y los patrones de actividad de dos especies de ungulados (*Dicotyles angulatus* y *Odocoileus virginianus*), en dos zonas de monitoreo (templada y tropical), dentro del Complejo Volcánico de Colima (CVC).

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ◆ Estimar la abundancia relativa del pecarí de collar y del venado cola blanca en la zona templada y la zona tropical.
- ◆ Comparar la abundancia relativa del pecarí de collar y del venado cola blanca entre la zona templada y la zona tropical.
- ◆ Determinar los patrones de actividad del pecarí de collar y del venado cola blanca en la zona templada y la zona tropical.
- ◆ Comparar los patrones de actividad del pecarí de collar y del venado cola blanca entre la zona templada y la zona tropical.

## IV. ANTECEDENTES

### 4.1. ESTUDIOS DE ABUNDANCIA EN EL PECARÍ DE COLLAR Y EL VENADO COLA BLANCA

La abundancia puede ser expresada como abundancia relativa (número de individuos por unidad de esfuerzo) (Maffei, Cuellar y Noss 2002; Yasuda, 2004) o como densidad (número de individuos por unidad de área) (Naranjo, 2000). Ambas son atributos de la población que varían temporal y espacialmente (Walker *et al.*, 2000), convirtiéndose así, en aspectos de gran importancia para los estudios de manejo y conservación de fauna silvestre (Valdez y Ortega, 2014). Una forma de medir la abundancia es a través del índice de abundancia relativa (IAR), el cual provee información concreta y fácil de interpretar (Maffei *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Sutherland, 1996).

Dicho índice ha sido estimado en diversos estudios, donde se reconocen variaciones en las estimaciones entre estas dos especies de ungulados, como se puede apreciar en la Tabla 1. Los valores en la abundancia relativa del pecarí, tienden a ser altos en comparación con los del venado (Lira-Torres y Briones, 2011; Cortes y Briones, 2014), esta tendencia general en las estimaciones de la abundancia, es atribuida a que el pecarí presenta hábitos generalistas y una gran tolerancia hacia las presiones antropogénicas (Bodmer & SOWLS, 1993; Lira-Torres, 2006).

Se han reportados valores altos de la abundancia poblacional del pecarí en zonas tropicales (Lira-Torres y Briones, 2011; Lira-Torres y Briones, 2012; Cortés-Marcial y Briones, 2014; Cornejo, 2015) y en zonas templadas, asociadas a áreas cercanas a cultivos agrícolas (Aranda, Botello y López, 2012; Charre *et al.*, 2016; Del Rio, 2016). No obstante, también es una de las principales presas en la cacería de subsistencia, deportiva y de comercio lo que ha provocado que en algunas zonas se registren valores bajos en su abundancia (Lira-Torres y Briones, 2012; Reyna y Tanner, 2010). Estos valores fluctúan entre los 8.43 y 39.74 ind/ días – trampa (Durango, 2011; Aranda *et al.*, 2012).

Las estimaciones altas en la abundancia del venado (Aranda *et al.*, 2012; Cruz, López, Alfonso y Mandujano, 2015; Hernández, Reyna, Vela, López y Moreira, 2015) han estado relacionadas a la preferencia de ciertas características del paisaje, como lo son la cobertura vegetal y relieve, éstos le proporcionan refugio y escape ante sus depredadores (Flores-Armillas, Botello, Sánchez-Cordero y García, 2013; Piña y Trejo, 2014). Además de ello, otros autores han encontrado que el venado es más susceptible a la cacería ilegal, la ganadería extensiva y a la fragmentación del hábitat, lo que afecta de manera negativa su abundancia poblacional (Reyna y Tanner, 2010; Lira-Torres y Briones, 2011; Cortés-Marcial y Briones, 2014; Hernández *et al.*, 2015).

**Tabla 1.** Valores estimados del índice de abundancia relativa por diferentes autores.

<b>Especie</b>	<b>Estimación</b>	<b>Técnica</b>	<b>Autor</b>	<b>Estado</b>
Pecarí	37	Fototrampeo ind/días-trampa	Hernández, Chávez y List, 2018	Chiapas
	27.17		Lira-Torres y Briones,2011	Oaxaca
	26.26		Cortés-Marcial y Briones,2014	Oaxaca
	17.48		Lira-Torres y Briones,2012	Oaxaca
	15.35		Hernández <i>et al.</i> , 2015	Yucatán
	12.72		Cruz <i>et al.</i> , 2015	Oaxaca
	12		Ávila, 2009	San Luis Potosí
	8.43		Aranda <i>et al.</i> , 2012	Jalisco
Venado	79.69	Fototrampeo ind/días-trampa	Cruz <i>et al.</i> , 2015	Oaxaca
	47.61		Aranda <i>et al.</i> , 2012	Jalisco
	21.31		Hernández <i>et al.</i> , 2015	Yucatán
	12		Ávila, 2009	San Luis Potosí
	4		Hernández <i>et al.</i> , 2018	Chiapas
	1.70		Cortés-Marcial y Briones,2014	Oaxaca
Pecarí	0.215	Transectos y conteos indirectos	Chávez <i>et al.</i> , 2011	Chiapas
	0.201		Cortés-Marcial y Briones,2014	Oaxaca
Venado	0.694	huellas/km	Chávez <i>et al.</i> , 2011	Chiapas
	0.188		Cortés-Marcial y Briones,2014	Oaxaca

Fuente: Elaboración propia.

En México, la estimación de la abundancia expresada como densidad ha sido utilizada con más frecuencia en estudios para el venado cola blanca (Mandujano, 2011), como se puede observar en la Tabla 2. En las regiones del norte y centro del país las estimaciones son altas (Mandujano, Gallina, Arceo y Pérez, 2004; Flores-Armillas, Gallina, García, Sánchez y Jaramillo, 2011; López, Mandujano y Yánes, 2007; Lara-Díaz, Coronel-Arellano, González-Bernal, Gutiérrez-González y López-González, 2011), con una preferencia hacia el uso de hábitat de bosques templados de encino- pino y bosques tropicales secos. En los estados de la región sur del país predominan los bosques tropicales lluviosos y subcaducifolios y la densidad estimada ha sido baja (Contreras, 2008; González, Gallina, Mandujano y Weber, 2008; Zúñiga, 2010).

Estas variaciones suelen estar asociadas a las regiones estudiadas y el tipo de vegetación dentro de éstas (Valdez y Ortega, 2014). Además, se reconoce que los bosques templados y tropicales secos, albergan tres veces más biomasa de ungulados con respecto a los bosques de tipo tropical y húmedo (Mandujano & Naranjo, 2010).

**Tabla 2.** Valores de densidad del venado cola blanca por la técnica de conteo de grupos fecales.

Estimación ind/km <sup>2</sup> (± desviación estándar).	Autor	Región
2.74 ± 3.62	Flores-Armilla <i>et al.</i> , 2011	Norte y Centro
2.36 ± 0.48	Lara-Díaz <i>et al.</i> , 2011	
1.8 ± 0.01	López, <i>et al.</i> , 2007	
0.1±3.4		
11±14	Mandujano, <i>et al.</i> , 2004	
0.61±0.83	Contreras, 2008	Sur
5.5±4.1	González <i>et al.</i> , 2008	
0.837±1.06	Zúñiga, 2010	

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. PATRONES DE ACTIVIDAD

Los patrones de actividad del pecarí y el venado muestran en distintas regiones del país cuatro principales variaciones: I) crepuscular, II) diurna, III) nocturna y IV) catameral o indefinida (Tabla 3). Sus patrones de actividad suelen estar asociados a distintos factores de cambio, los principales son la temperatura, la presión atmosférica, las fases lunares, la presencia de depredadores y los ciclos de luz y oscuridad (Beier & McCullough, 1990; Kamler, Jxdrzejewska y Jxdrzejewski, 2007). Estos factores mantienen a ambos ungulados en una constante adaptación de su ambiente (Gallina y Bello, 2014).

El pecarí de collar, en general se categoriza dentro del patrón de actividad diurno (Aranda *et al.*, 2012; Cortés-Marcial y Briones, 2014; Hernández *et al.*, 2015), el cual está relacionado con las condiciones ambientales y/o presión de depredación en las distintas áreas de estudio. Sin embargo, la amplitud de su dieta y actividad de forrajeo generalista (Sowls, 1997), le ha permitido también ser registrado en horarios nocturnos, crepusculares y diurnos al mismo tiempo (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Hernández *et al.*, 2015). Otro aspecto, es su tamaño corporal (Van Schaik & Griffiths, 1996), esta especie es clasificada como mamífero de talla grande (>6.9kg) (Chávez *et al.*, 2013), por lo que su requerimiento energético y tiempo de forrajeo suele ser mayor (Ceballos y Miranda, 2000; Villa y Cervantes, 2003).

El venado cola blanca ha sido categorizado principalmente como una especie diurna y crepuscular (Aranda *et al.*, 2012; Cortés-Marcial y Briones, 2014). Sin embargo, se ha encontrado que evita los picos de calor intenso o de bajas temperaturas (Gallina y Bello, 2014). La precipitación también tiene inferencia en sus patrones de actividad, ya que favorece el gasto energético en épocas de post-reproducción, donde las hembras incrementan su actividad a causa de la lactancia y el cuidado parental (Gallina y Bello, 2010). Otro factor que modifica su comportamiento es la actividad de caza, se ha documentado que en áreas donde ésta es intensa, los venados tienden a realizar sus actividades en horarios nocturnos (Kilgo, Labisky y Fritzen, 1998).

Otros autores han registrado al venado sin horarios en particular (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Hernández *et al.*, 2015), los patrones de actividad encontrados en estos estudios se relacionan a la variación de la talla corporal y la tasa metabólica que presenta la especie de manera específica en la zona de estudio.

**Tabla 3.** Serie de patrones de actividad, reportados en distintas regiones de México.

Especie	Patrón				Autor	Región
	Diurno	Crepuscular	Nocturno	Catameral		
Pecarí	•				Aranda <i>et al.</i> , 2012	Sierra de Manantlán
	•				Cortés-Marcial y Briones, 2014	Istmo de Tehuantepec
				•	Monroy-Vilchis <i>et al.</i> , 2011	Sierra de Nanchititla
				•	Lira-Torres y Briones, 2012	Los Chimalapas
	•	•		Hernández, <i>et al.</i> , 2015	Los Peténes, Yucatán	
Venado	•				Aranda <i>et al.</i> , 2012	Sierra de Manantlán
	•				Cortés-Marcial y Briones, 2014	Istmo de Tehuantepec
				•	Monroy-Vilchis <i>et al.</i> , 2011	Sierra de Nanchititla
				•	Hernández, <i>et al.</i> , 2015	Los Peténes, Yucatán

Fuente: Elaboración propia.

La clasificación "Catameral", hace referencia a los registros obtenidos intermitentemente, tanto de noche como de día.

## V. ÁREA DE ESTUDIO

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El área de estudio se ubica dentro del Complejo Volcánico de Colima (CVC) que tiene como coordenadas extremas 19° 40' 45" norte, 103° 49' 16" oeste y 19° 22' 48" norte, 103° 25' 32" oeste. El CVC tiene una superficie total de 843.13 km<sup>2</sup> y dentro de él se encuentran establecidas tres áreas naturales protegidas (ANPs). Las cuales son: el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima (PNVNC), el Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima (PEBMNC) y el Área de Protección de Flora y Fauna "El jabali" (APFF) (Figura 1). Las tres áreas protegidas prestan servicios ambientales a las localidades adyacentes de Jalisco y Colima, y en particular a las poblaciones de las partes bajas del CVC. De estos beneficios destaca la captación e infiltración de agua, tanto pluvial como de deshielo, la cual posibilita la agricultura y la ganadería en las comunidades colindantes (CONANP, 2006).

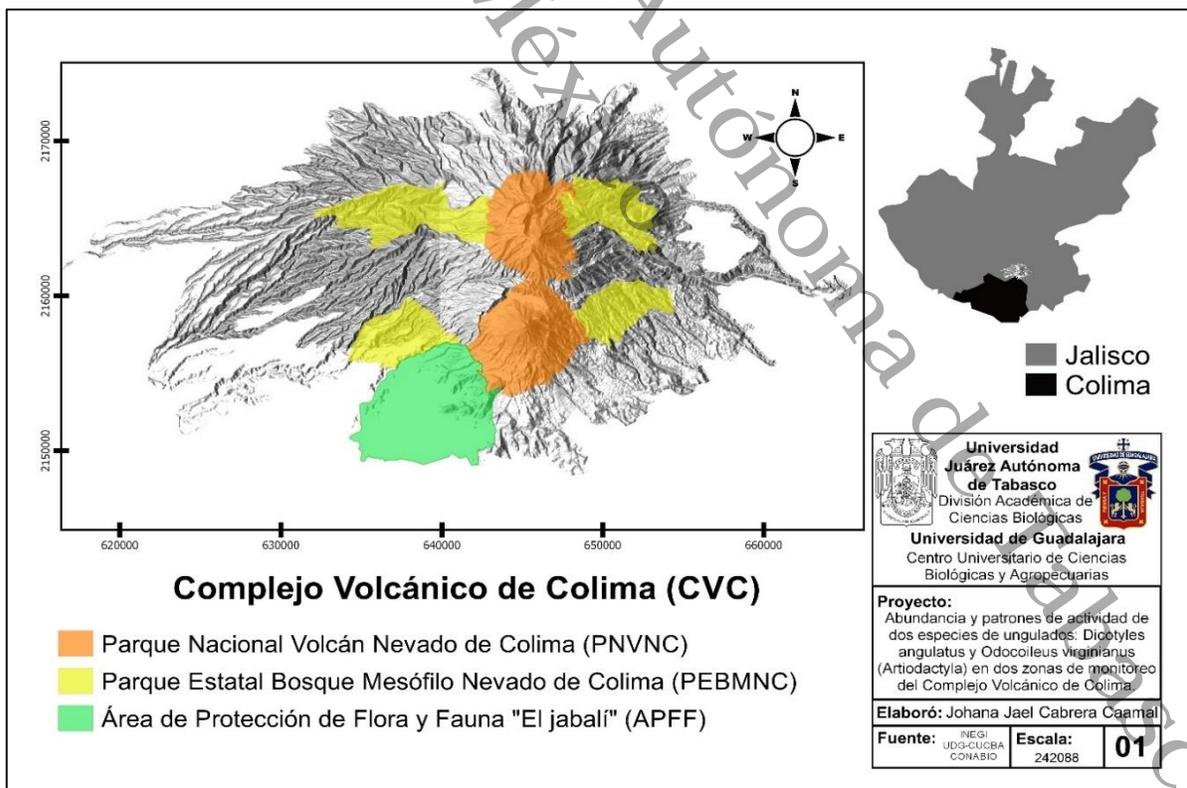


Figura 1: Mapa de localización de las tres áreas naturales protegidas (ANPs), dentro del CVC.

El primer polígono de monitoreo del estudio (zona templada), se ubica en la porción noreste del PNVNC y el segundo polígono de monitoreo (zona tropical), cubre el área del predio llamado el “Borbollón”, que forma parte del PEBMNC (Figura 2).

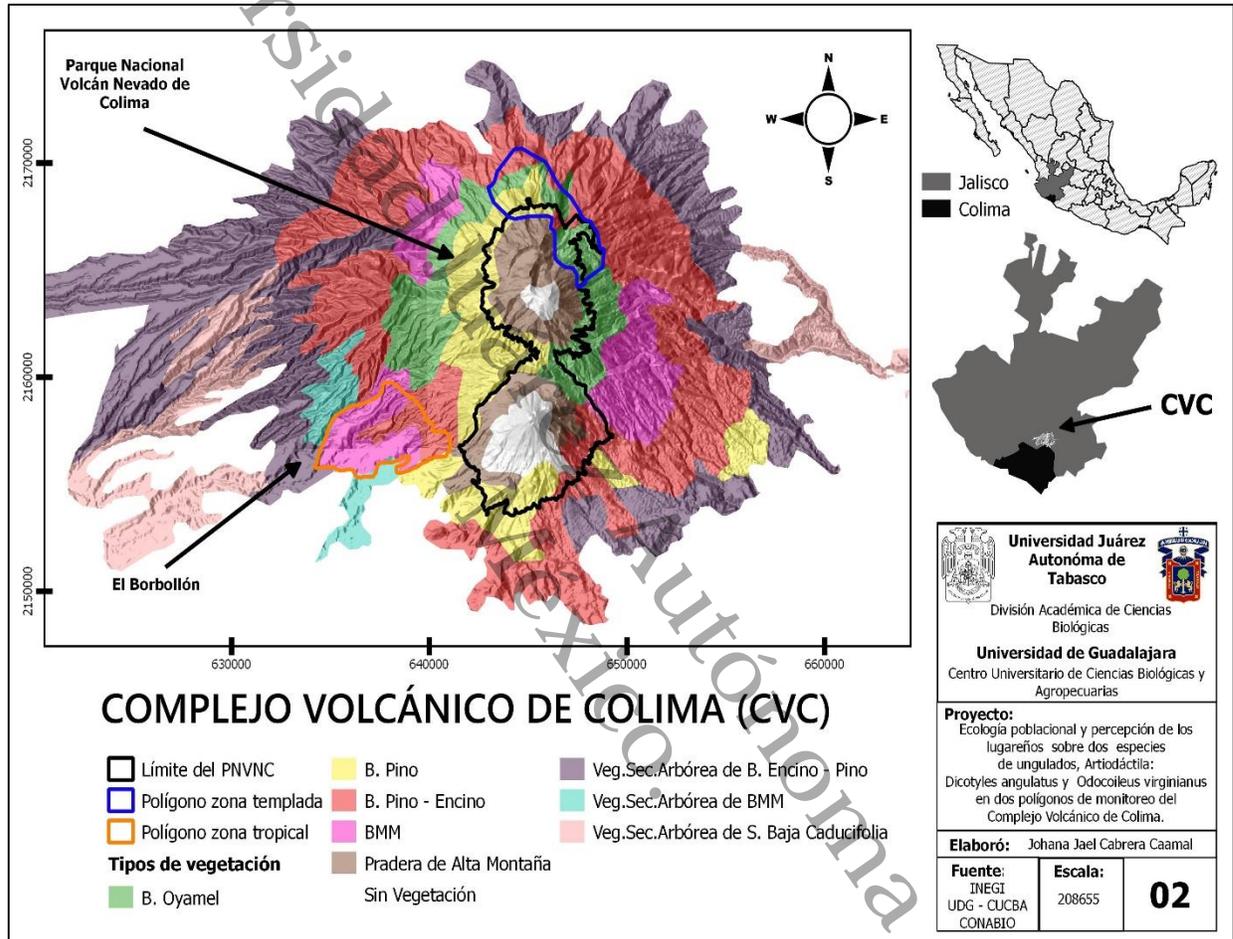


Figura 2: Mapa de la localización y tipos de vegetación del área de estudio.

## **5.2. CLIMA**

Dentro del CVC se desarrollan una amplia gama de climas, estos van desde los cálidos y semihúmedos en las partes bajas, hasta los fríos sub húmedos de alta montaña. Se presenta un periodo de seca en los meses de octubre a mayo y un periodo de lluvias (de intensidad elevada y duración corta), en los meses de junio a septiembre. La precipitación promedio anual es de 890 mm y su máximo de precipitación (970mm) se concentra durante el mes de julio de manera regular. Las temperaturas promedio anual, varían desde los 0°C a los 20°C, con variaciones térmicas mínimas con relación a la altitud (García-Amaro, 1973).

## **5.3. FISIOGRAFÍA**

El CVC está ubicado en la provincia fisiográfica, del sistema Neovolcánico Transversal, que presenta un rango altitudinal que va desde los 2,200 msnm a los 4,330 msnm. El CVC, forma una barrera topográfica gracias a tres cumbres volcánicas: El Nevado de Colima (4,270 msnm), el Volcán de Fuego (3,860 msnm) y el Volcán el Cántaro (2,900 msnm), los cuales frenan de forma drástica el efecto oceánico en la región (CONANP,2006).

## **5.4. EDAFOLOGÍA**

Los suelos del CVC ejercen una influencia, que se manifiesta fundamentalmente en sus procesos geomorfológicos y a la variabilidad de sus nutrientes. Las principales unidades que han sido reconocidas son: I) Regosol, II) Litosol, III) Andosol y IV) Cambisol (CONANP,2006).

## **5.5. HIDROLOGÍA**

El CVC posee una alta densidad en materia hidrográfica, gracias a la gran captación por infiltración de agua, lo que permite el desarrollo de las actividades económicas en las comunidades de la región. El polígono “zona tropical” (Borbollón), es uno de los que presenta una mayor densidad de cauces, entre los polígonos en conservación del PEBMNC (Compañía Industrial de Atenquique [CIDASA], 1989).

## 5.6. VEGETACIÓN

La vegetación del CVC presenta varios factores de diferenciación, como el gradiente altitudinal, la dirección de los vientos, la exposición, entre otros. Estos factores contribuyen a la configuración de diferentes estratos de vegetación e incluso, de verdaderos mosaicos paisajísticos. Entre los principales tipos de vegetación, se encuentran el bosque de pino-encino (BPE), el bosque mesófilo de montaña (BMM), el bosque de oyamel (BO), el bosque de aile (BA), el bosque de *Pinuss hartwegii* y el zacatonal (ZA) (Tabla 4). Dentro del polígono “zona templada”, los tipos de vegetación presentes son el BPE y el BO. Mientras que en la “zona tropical”, se encuentra predominante el BMM, dentro del cual se presentan parches de vegetación secundaria y de cultivos agrícolas (Rzedowski, 1978).

**Tabla 4.** Tipos de vegetación presente en el CVC

Nombre	Altitud (msnm)	Características
Bosque de pino-encino (BPE)	1500-3000	Cubre gran proporción dentro del CVC, por su amplia distribución altitudinal.
Bosque mesófilo de montaña (BMM)	1620-2310	Cubre zonas donde los vientos y la radiación son mínimos, resultando en áreas de alta humedad.
Bosque de oyamel (BO)	2900-3500	Su distribución está ligada a la disponibilidad del factor hídrico.
Bosque de aile (BA)	3000	Es un cinturón de vegetación de contacto entre el BPH y BO, pero con dominio de <i>Alnus firmifolia</i> .
Bosque de <i>Pinuss hartwegii</i> (BPH)	3200- 3800	Tiene un mejor desarrollo en torno a los 3550 msnm y es más tolerante a temperaturas bajas.
Zacatonal (ZA)	3600 - 3800	Es un pastizal de alta montaña, se caracteriza por su hábito de crecimiento amacollado; presenta básicamente un estrato herbáceo dominado por gramíneas.

Fuente: CONANP, 2006

## **5.7. FAUNA**

Existe una alta biodiversidad de especies dentro del CVC, la mayoría de ellas endémicas de la región, de las cuales cinco son especies de mamíferos, nueve son especies de aves y 34 son especies de reptiles. El CVC, se encuentra albergando un grupo diverso de aves con 237 especies reportadas, mientras que el grupo de los mamíferos se encuentra segundo lugar en diversidad, con 124 especies registradas. Entre los mamíferos de talla grande y mediana que se encuentran presentes en el CVC están el puma (*Puma concolor*), el jaguar (*Panthera onca*), el lince (*Lynx rufus*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el pecarí de collar (*Dicotyles angulatus*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (CONANP, 2006).

## **VI. MÉTODO**

### **6.1. FOTOTRAMPEO**

Los datos fotográficos de este estudio son parte del programa de investigación: “Manejo para la Conservación de la Biodiversidad del Complejo Volcánico de Colima”, proyecto activo desde el 2007 del Laboratorio de Ecosistemática del Departamento de Botánica y Zoología de la Universidad de Guadalajara. El periodo de muestreo de fototrampeo abarcó del año 2008 al 2014. Se utilizaron veintinueve cámaras-trampa de las marcas Stealth Cam STC-1890, Rogue Camera Digital y Cuddeback Digital Trail Scouting Camera Excite C2000, con una resolución de ocho megapíxeles. De las cuales dieciocho fueron instaladas en el polígono de la zona templada y once en el polígono zona tropical. (Figura 3 y Figura 4). Las cámaras trampa estuvieron activas un promedio de seis meses por cada año de muestreo.

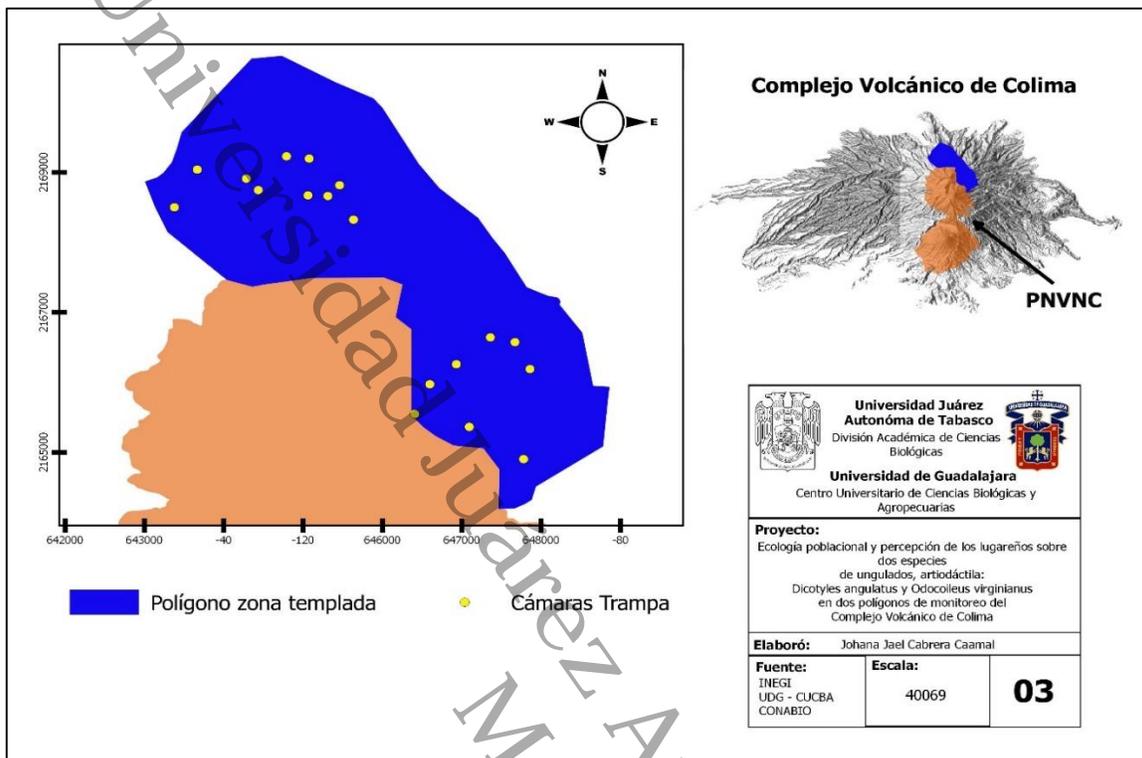


Figura 3: Mapa de localización de las cámaras trampa, dentro del polígono “zona templada”.

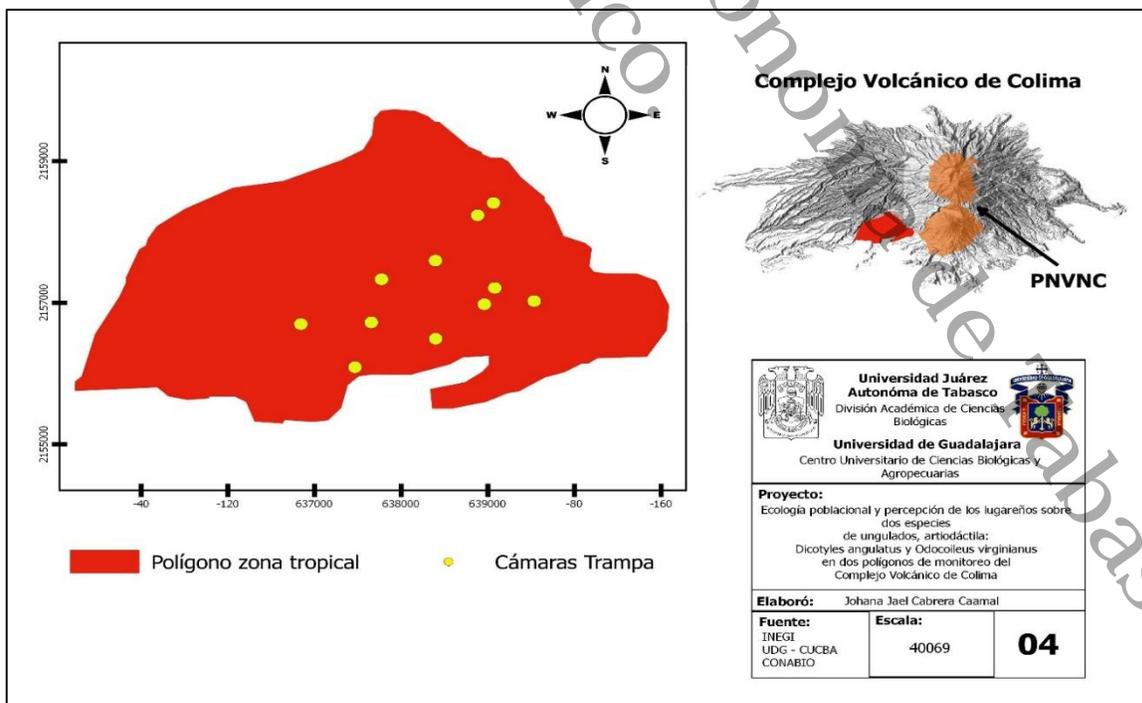


Figura 4: Mapa de localización de las cámaras trampa, dentro del polígono “zona tropical”.

En cada estación de fototrampeo se instaló una cámara trampa, se seleccionaron senderos, cañadas y sitios donde fueron encontrados rastros de ungulados. Las cámaras se colocaron a una altura de 50 cm sobre el suelo y la distancia entre cámaras-trampas fue de uno a tres kilómetros. Las cámaras se programaron para tomar series de tres fotografías, separadas por un lapso de cinco segundos, por evento de detección y estuvieron activas las 24 horas del día. Cada estación de fototrampeo fue referenciada con un aparato de geo posicionamiento satelital (GPS, marca Garmin® modelo X30). Las cámaras fueron revisadas una vez al mes para verificar su funcionamiento y realizar el cambio de baterías y vaciar la memoria de almacenamiento.

Para estimar el esfuerzo de muestreo se utilizó la fórmula propuesta por Medellín *et al.*, 2006 y Lira-Torres y Briones, 2012. De acuerdo a esta fórmula, el esfuerzo de muestreo se obtiene al multiplicar el número total de cámaras trampa empleadas por el total de días de muestreo. Se calculó el área efectiva de muestreo (AEM) para cada una de las especies, con base a la adición de un área buffer alrededor de las estaciones de fototrampeo (Lara-Díaz *et al.*, 2011). Para esto se utilizó el software QGis (2.18.20), mediante la herramienta de geoprocésamiento, se eligió la opción de buffer de distancia fija con segmento de 35 y bordes disueltos (QGis Development Team, 2016; Méndez, 2017). El área de amortiguamiento correspondió al radio del ámbito hogareño (donde el radio, es la raíz cuadrada del ámbito hogareño dividido por  $\pi$ ), de cada una de las dos especies. Para el caso del pecarí de collar fue de 0.855 km (Naranjo, 2002) y la del venado cola blanca fue de 0.959 km (Smith, 1991).

## **6.2. ABUNDANCIA RELATIVA Y PATRONES DE ACTIVIDAD**

A partir de la base de datos del proyecto antes mencionado, se procedió a la creación de una nueva base, con datos fotográficos exclusivos del pecarí de collar y el venado cola blanca. La nueva base de datos depurada contenía la siguiente información: I) nombre de la especie, II) clave de la fotografía, III) fecha de la fotografía, IV) hora de la fotografía, V) polígono de monitoreo, VI) clave de la cámara trampa y VII) coordenadas de ubicación de la cámara trampa.

La base de datos, fue analizada en el programa Excel (2010), de esta nueva base de datos fueron extraídas las coordenadas geográficas y fueron ingresadas al programa QGis (2.18.12) (QGIS Development Team, 2016), donde se elaboraron los mapas del área de estudio y la ubicación de las cámaras trampa.

## **6.3. ANÁLISIS DE DATOS**

### **6.3.1. ABUNDANCIA RELATIVA**

Para el análisis de la abundancia relativa, los datos fotográficos fueron agrupados como un único y solo periodo de muestreo, y obtenida por cada uno de los polígonos de monitoreo del CVC (zona templada, zona tropical). El índice de abundancia relativa, fue estimado mediante la fórmula propuesta por Lira-Torres y Briones, (2012):

$$\text{IAR} = C/EM * 1000 \text{ días-trampa}$$

Dónde: C = Capturas o eventos fotográficos independientes; EM = Esfuerzo de Muestreo (No. de cámaras \* días de monitoreo) y 1000 días- trampa (Unidad estándar). La fórmula del IAR, fue generada dentro del programa Excel (2010).

Se consideró como registro fotográfico independiente a las fotos consecutivas de individuos de la misma especie separadas por un lapso mayor a 30 minutos (Chávez *et al.*, 2013) o fotografías no consecutivas de individuos de la misma especie (Maffei *et al.*, 2002; Jenks *et al.*, 2011). En el caso del pecarí que es de hábitos gregarios, cada individuo que apareció en la fotografía fue considerado como un evento

fotográfico independiente (Rowcliffe, Field, Turvey y Carbone, 2008; Charre *et al.*, 2016).

### 6.3.1.1. COMPARACIÓN DE LA ABUNDANCIA RELATIVA ENTRE LOS POLÍGONOS DE MONITOREO

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para conocer la distribución en los valores del IAR de ambos polígonos de monitoreo. Esta prueba se eligió por contar con menos de 50 muestras en el estudio y con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ . La prueba dio un valor de  $p$  por debajo del nivel de significancia utilizado. Por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula de que nuestros datos están distribuidos de manera normal. Se procedió a aceptar la hipótesis alterna, donde los datos no se encuentran distribuidos normalmente (Tabla 5).

Posteriormente, se utilizó la prueba estadística no paramétrica de comparación de U-Mann Whitney. La prueba utilizó los valores del IAR, que fueron obtenidos por cada cámara-trampa empleada en los polígonos de monitoreo. La prueba se manejó en el programa estadístico R (3.5.0) (R Core Team, 2018).

**Tabla 5.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Polígono de monitoreo	Especie	N	W	p
Zona templada	Pecarí	18	0.4191	.000
	Venado	18	0.8624	0.013
Zona tropical	Pecarí	11	0.7583	0.046
	Venado	11	0.8033	0.010

### 6.3.2. PATRONES DE ACTIVIDAD

Los patrones de actividad fueron determinados por especie y para cada uno de los polígonos de monitoreo. Cada categoría tuvo que contar con un mínimo de 11 eventos fotográficos independientes, para ser considerado como patrón de actividad en la especie (Maffei *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011). Por ello, se hizo un registro de las horas de captura impresa en cada una de las fotos. Las fotografías registradas de cada una de las dos especies, fueron clasificadas en tres categorías de actividad: I) diurno (08:01 – 18:00), II) nocturno (20:01 – 06:00) y III) crepuscular (06:01 – 08:00 y 18:01 – 20:00). Esta clasificación está basada en la propuesta de Monroy-Vilchis *et al.*, (2011) y Van Schaik & Griffiths, (1996). Además, se consideraron periodos consecutivos de dos horas para conocer los picos de actividad de las dos especies de ungulados.

#### 6.3.2.1. TRASLAPE DE PATRONES DE ACTIVIDAD

Fue utilizado el estimador no paramétrico del coeficiente de traslape, propuesto por Schmid & Schmidt, (2006):  $\widehat{A}_1 = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \min \{ \hat{f}(t_i), \hat{g}(t_i) \}$ , con un ajuste en la constante de uniformidad de 0.8. El estimador del coeficiente varía de 0 (no traslape) a 1 (traslape completo) (Ridout & Linkie, 2009). Se calcularon intervalos de confianza al 95 % para el coeficiente de traslape a través de los percentiles 2.5 y 97.5 de 1,000 repeticiones o simulaciones (*bootstrap*). El análisis estadístico se realizó con el paquete *Overlap* del programa estadístico R (3.5.0) (R Core Team, 2018; Meredith & Ridout, 2018).

## VII. RESULTADOS

### 7.1. FOTOTRAMPEO

#### 7.1.1. ESFUERZO DE MUESTREO

El estudio tuvo un esfuerzo de muestreo total de 2,300 días/trampa. En el polígono “zona templada”, el esfuerzo de muestreo fue de 1,524 días/ trampa y en el polígono “zona tropical”, el esfuerzo fue de 776 días/ trampa. Se obtuvieron un total de 184 eventos fotográficos independientes de los dos ungulados, 97 fotografías correspondieron al venado y 87 fotografías al pecarí (Figura 5).

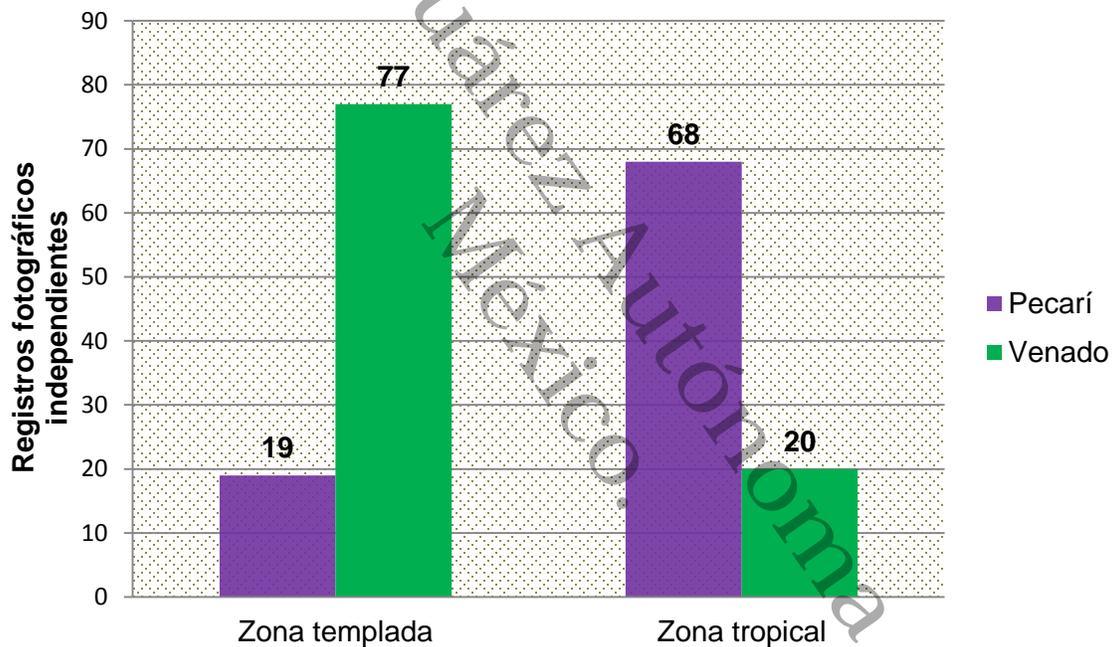


Figura 5: Registros fotográficos independientes obtenidos en cada zona de monitoreo por especie.

#### 7.1.2. ÁREA EFECTIVA DE MUESTREO (AEM)

El área efectiva de muestreo calculada en el polígono “zona templada”, fue de 15.61 km<sup>2</sup> para el pecarí y de 17.94 km<sup>2</sup> para el venado. A su vez, en el polígono “zona tropical” el AEM, fue de 10.83 km<sup>2</sup> y de 12.26 km<sup>2</sup> respectivamente (Figura 6 y 7).

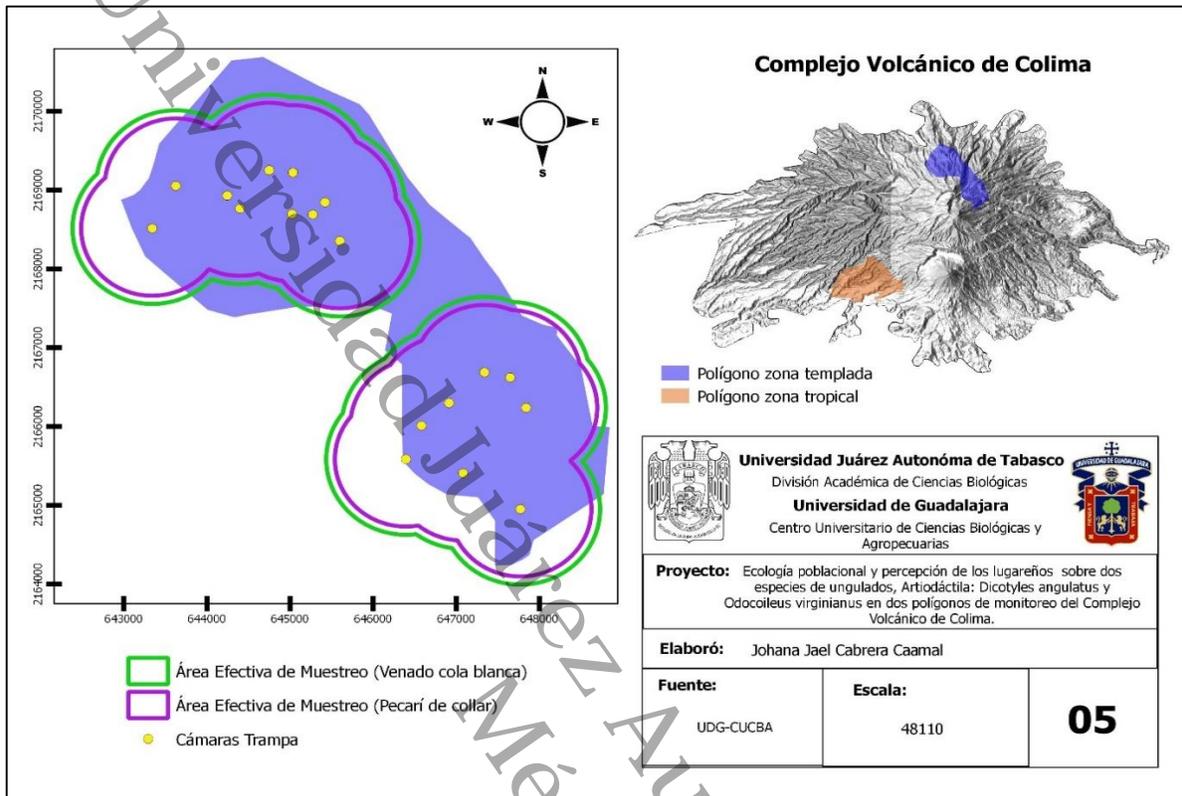


Figura 6: Mapa del Área Efectiva de muestreo (AEM), en el polígono “zona templada”.

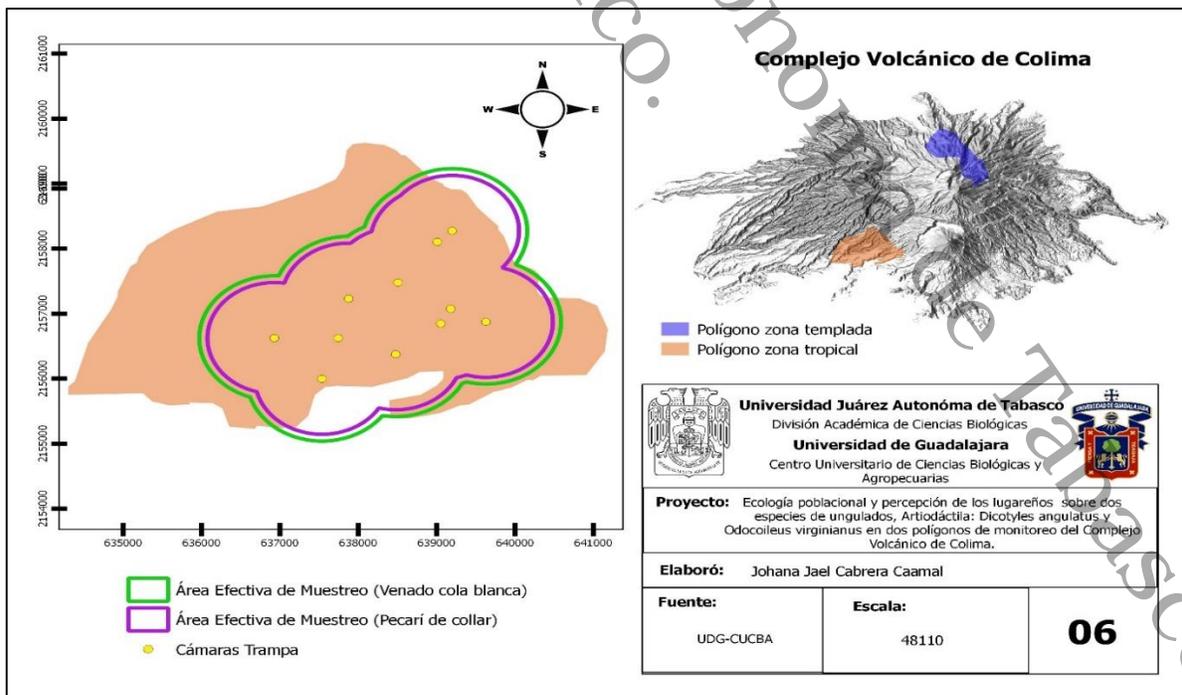


Figura 7: Mapa del Área Efectiva de Muestreo (AEM), en el polígono “zona tropical”.

## 7.2. ABUNDANCIA RELATIVA

En el polígono de monitoreo “zona templada”, el venado obtuvo el valor más alto en el IAR (50.52 ind/ días-trampa, n=77). Mientras que en el polígono de monitoreo “zona tropical” fue el pecarí el que obtuvo el valor del IAR más alto (87.62 ind/días-trampa, n=68) (Figura 8).

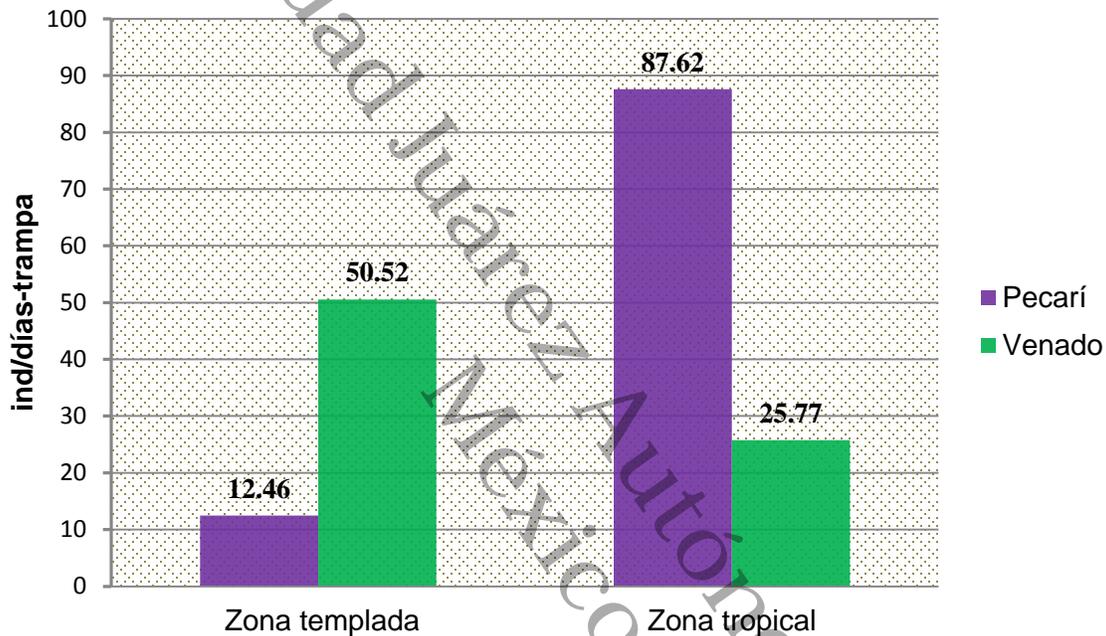


Figura 8: Índice de abundancia relativa (IAR) de las dos especies de ungulados por polígono de monitoreo.

Al comparar la abundancia relativa de ambas especies entre zonas de monitoreo, se encontró que el pecarí es más abundante en la zona tropical ( $U=33$ ,  $p=0.001$ ,  $\alpha=0.05$ ) (Figura 9). En el caso del venado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre polígonos de muestreo ( $U=77$ ,  $p=0.325$ ,  $\alpha=0.05$ ) (Figura 10).

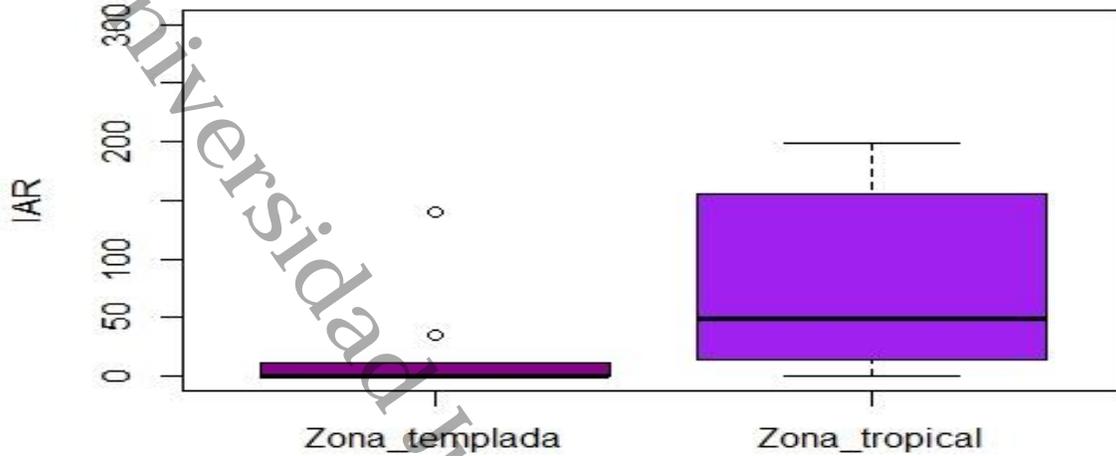


Figura 9: Comparación de la abundancia relativa del pecarí entre zonas de monitoreo. La línea negra en el gráfico representa la mediana de los datos, la anchura de la caja representa el rango intercuartílico y los puntos representan datos atípicos (*outliers*).

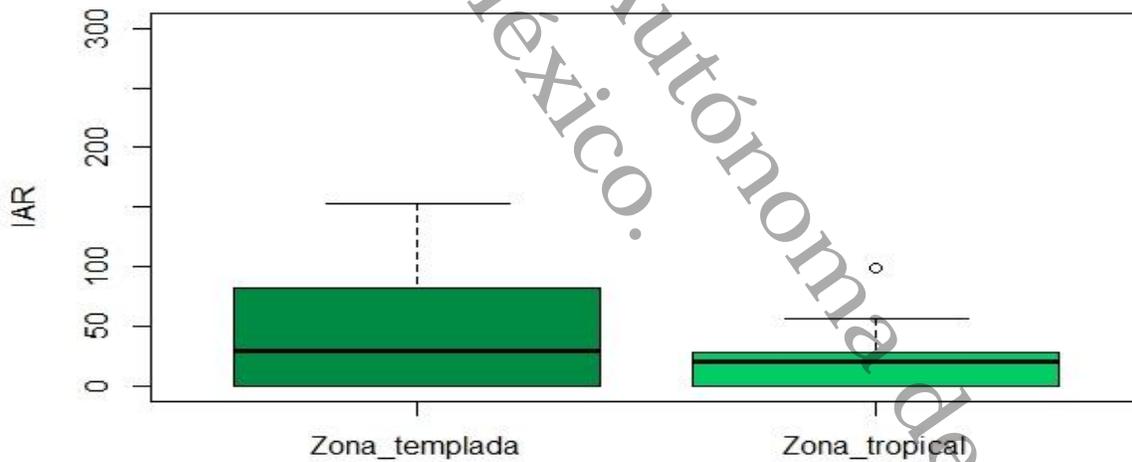


Figura 10: Comparación de la abundancia relativa del venado entre zonas de monitoreo. La línea negra en el gráfico representa la mediana de los datos, la anchura de la caja representa el rango intercuartílico y el punto representa un dato atípico (*outliers*).

En la comparación de la abundancia relativa entre especies, se encontró que éstas sólo son estadísticamente diferentes en la zona templada ( $U= 75$ ,  $p= 0.003$ ,  $\alpha=0.05$ ), siendo el venado la especie de mayor abundancia (Figura 11). Mientras que en la zona tropical no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos ungulados ( $U= 81.5$ ,  $p= 0.170$ ,  $\alpha=0.05$  (Figura 12).

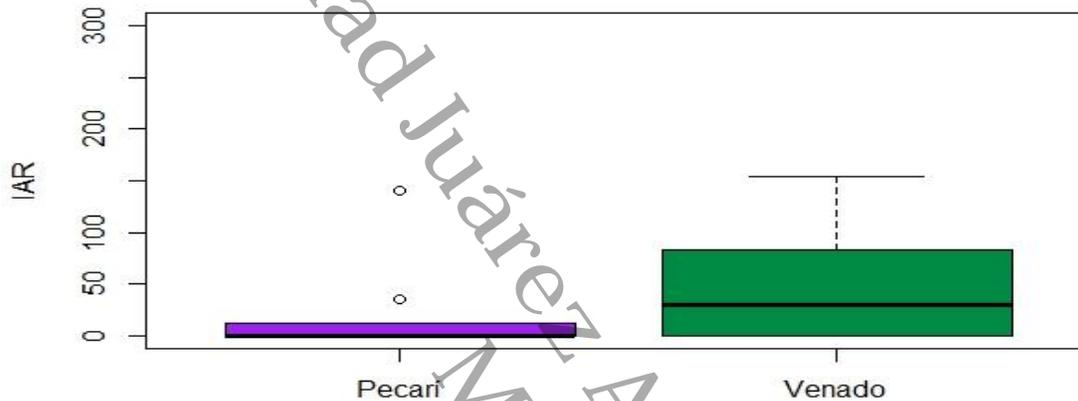


Figura 11: Comparación de la abundancia relativa entre especies dentro de la zona templada. La línea negra en el gráfico representa la mediana de los datos, la anchura de la caja representa el rango intercuartílico y los puntos representan datos atípicos (*outliers*).

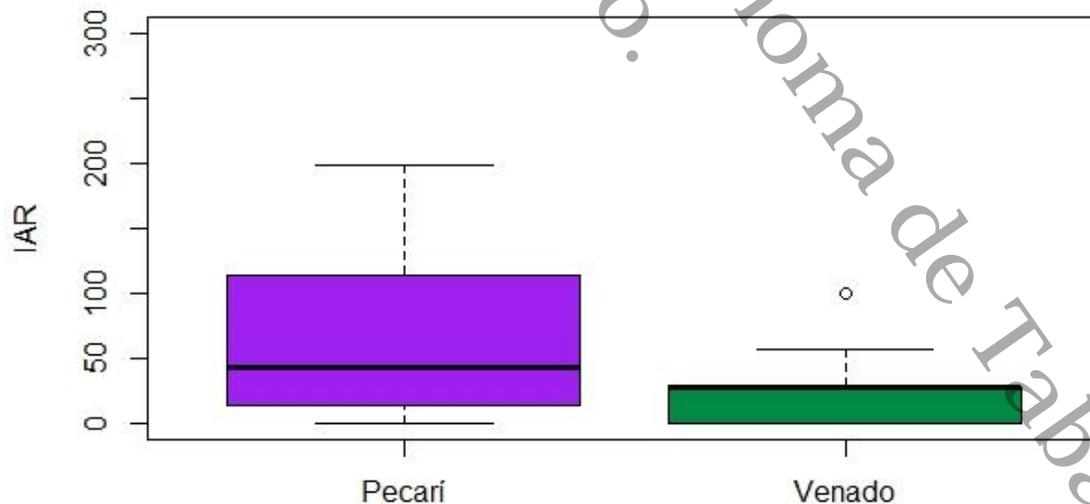


Figura 12: Comparación de la abundancia relativa entre especies dentro de la zona tropical. La línea negra en el gráfico representa la mediana de los datos, la anchura de la caja representa el rango intercuartílico y los puntos representan datos atípicos (*outliers*).

### 7.3. PATRONES DE ACTIVIDAD

El pecarí presentó en la zona templada un total de 19 registros independientes con los que se determinó el patrón de actividad diurno. En esta misma zona, se registraron cuatro picos de actividad durante los horarios diurno y crepuscular. En la zona tropical, la especie obtuvo 68 registros independientes y se determinaron tres patrones de actividad, crepuscular, diurno y nocturno. Los tres picos de mayor actividad registrados en la zona tropical, coincidieron dentro de los patrones de actividad antes mencionados. Asimismo, se observó un pico de menor actividad en ambas zonas, dentro del intervalo de las 04:01 a las 06:00 hrs, donde no se registró ningún evento fotográfico (Figura 13).

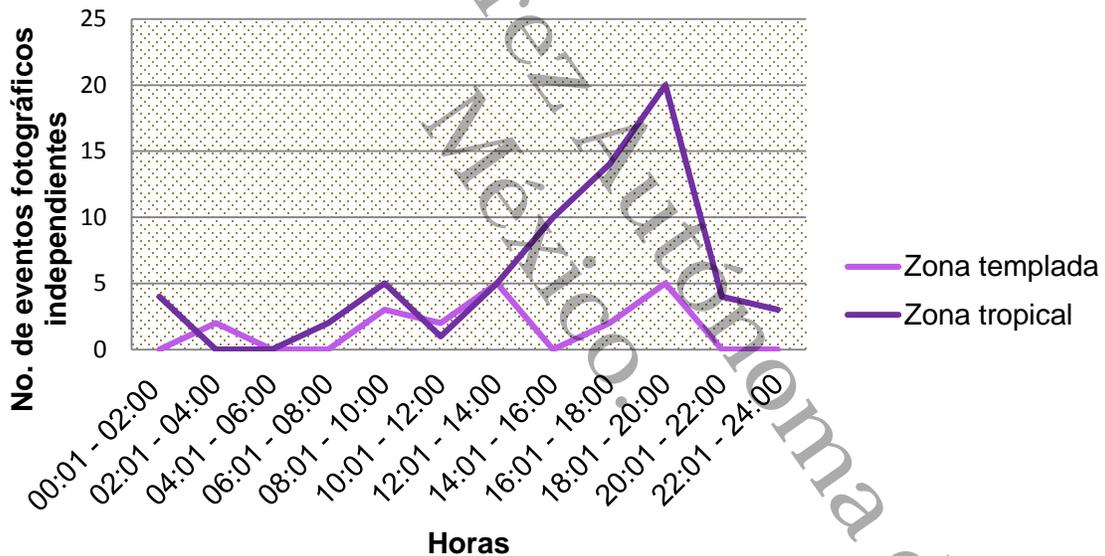


Figura 13: Picos de actividad diaria del pecarí, registrados en intervalos de cada dos horas dentro de las zonas de monitoreo.

El venado presentó en la zona templada un total de 77 registros independientes y se determinaron dos patrones de actividad, diurno y nocturno. También se registraron cuatro picos de mayor actividad que corresponden a los horarios diurno y nocturno. Dentro de la zona tropical, esta especie obtuvo un total de 20 registros, con los cuales sólo fue posible determinar el patrón de actividad diurno. Asimismo, se registraron cuatro picos de mayor actividad, dos de ellos en horario diurno y los dos más en horario nocturno. También se registró una disminución en la actividad de la especie dentro del horario crepuscular de las 18:01 a las 20:00 hrs en ambas zonas de monitoreo (Figura 14).

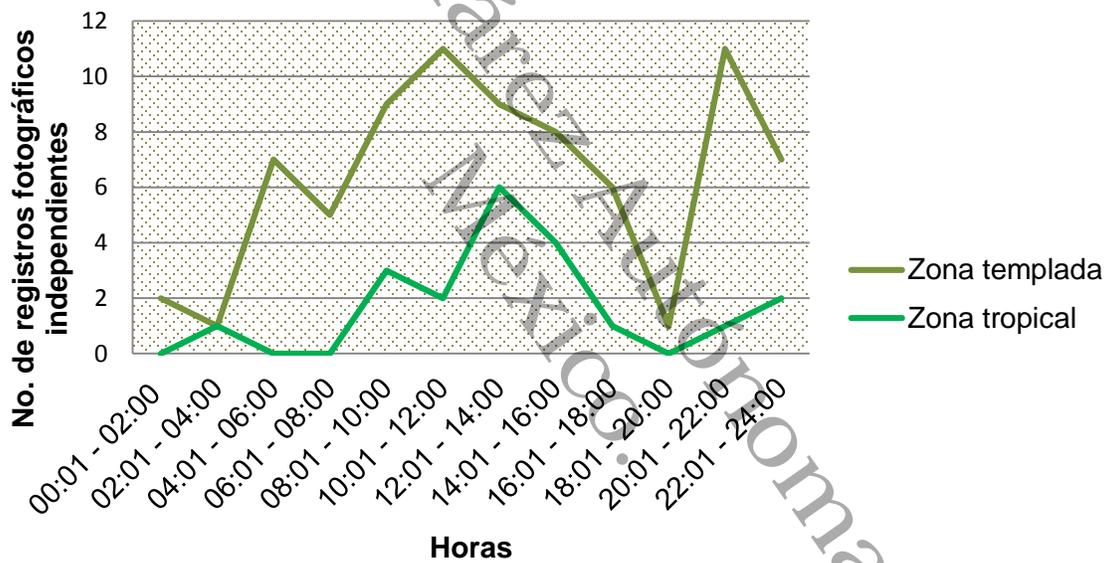
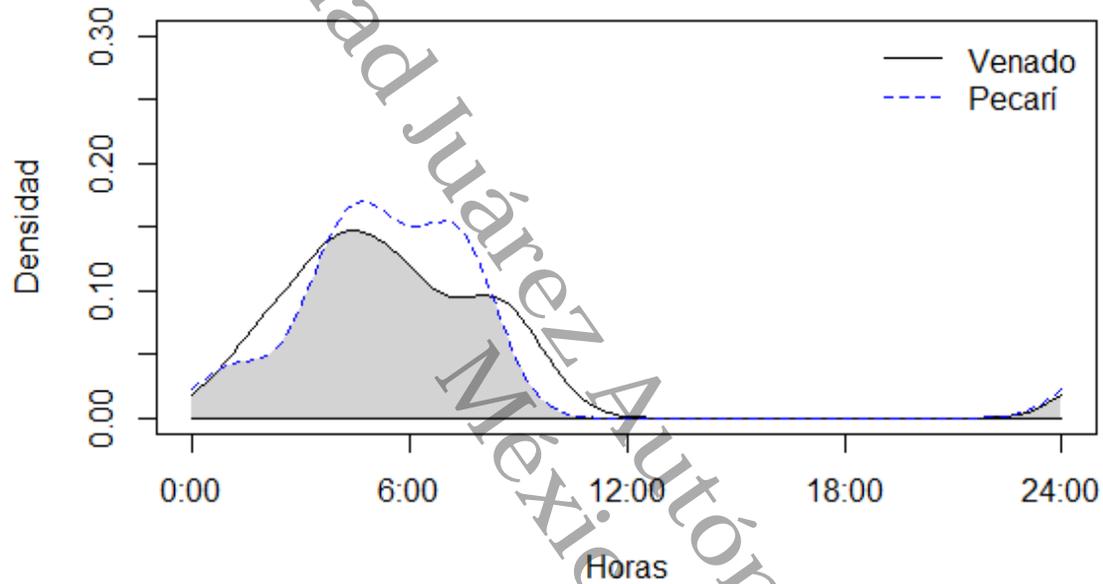


Figura 14: Picos de actividad diaria del venado, registrados en intervalos de cada dos horas dentro de las zonas de monitoreo.

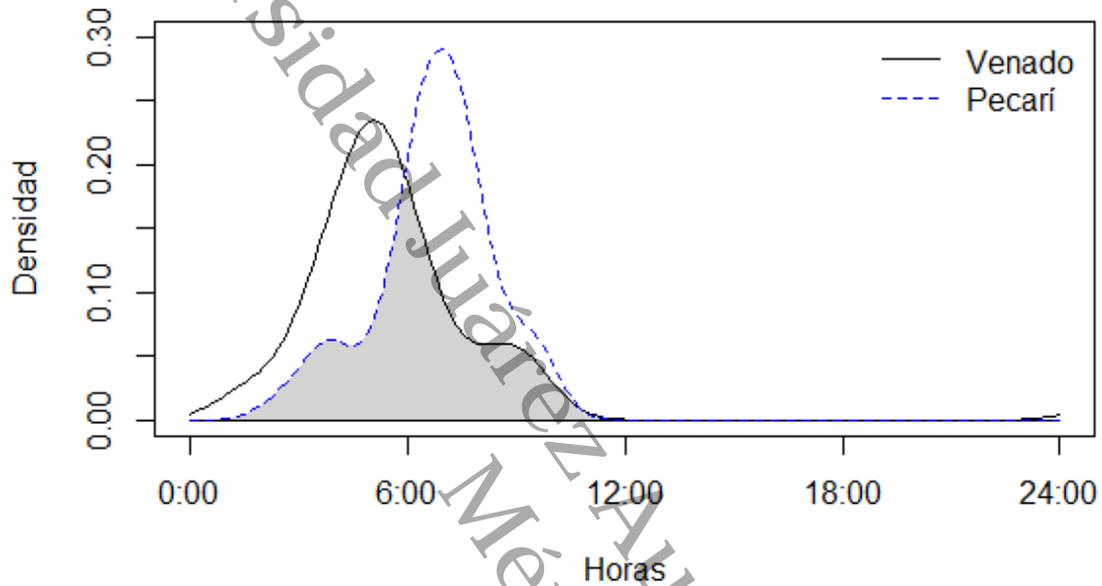
### 7.3.1. TRASLAPE DE PATRONES DE ACTIVIDAD

En la zona templada, la estimación del coeficiente de superposición dio un valor de  $\Delta_1 = 0.85$  (IC= 0.69 - 0.96). Con este valor se demuestra que existe un traslape parcial en los patrones de actividad del venado y el pecarí, abarcando horarios nocturnos y diurnos (Figura 15).



*Figura 15:* Curvas de actividad de ambos ungulados en la zona templada. El coeficiente de traslape es igual al área debajo de ambas curvas, sombreada de gris en este diagrama.

En la zona tropical, se obtuvo un valor de  $\Delta_1 = 0.61$  (IC= 0.43 - 0.78), en la estimación de coeficiente de superposición. Este valor muestra un traslape parcial entre estos dos ungulados, siendo mayor el traslape en el horario crepuscular (Figura 16).



*Figura 16:* Curvas de actividad para ambos ungulados en la zona tropical. El coeficiente de traslape es igual al área debajo de ambas curvas, sombreada de gris en este diagrama.

## VIII. DISCUSIÓN

### 8.1. ABUNDANCIA

En el presente estudio los valores de abundancia estimados para las dos especies de ungulados son similares en comparación a los reportados en otros trabajos en ambientes similares (Aranda *et al.*, 2012; Cortés-Marcial y Briones, 2014; Lira-Torres y Briones, 2011; Cruz *et al.*, 2015; Del Rio, 2016). Estos mismos resultados también muestran un patrón en la abundancia previamente descrito por otros autores, en donde el pecarí es más abundante en zonas tropicales con respecto al venado cola blanca, y este último tiende a ser más abundante en zonas templada, en comparación con el pecarí (Ávila, 2009; Aranda *et al.*, 2012; Cortés-Marcial y Briones, 2014; Hernández *et al.*, 2018).

La diferencia en la abundancia registrada en ambos ungulados, puede estar relacionada a las características específicas del hábitat de cada zona de monitoreo. En distintos trabajos se han señalado diversas variables asociadas al establecimiento y el desarrollo de las poblaciones del pecarí, entre las más mencionadas se encuentran el tipo de vegetación, el gradiente altitudinal y la disponibilidad de agua (McCoy-Colton, Vaughan-Dickhaut, Rodríguez-Sáenz y Kitchen, 1990; Bello-Gutiérrez y Chablé-Montero, 2004; Bailey & Provenza, 2008). Para el caso del venado las variables que más influyen son, el tipo de vegetación, el gradiente altitudinal y su historia biogeográfica (Beier & McCullough, 1990; Grayson, 1991; Bailey & Provenza, 2008; Flores-Armillas *et al.*, 2013).

Otros dos factores que influyen en la abundancia de los ungulados son la cacería y la depredación. Para el caso de la cacería, distintos estudios reportan una tendencia que muestra fluctuaciones hacia una disminución de las poblaciones de ungulados (Naranjo, Guerra, Bodmer y Bolaños, 2004; Paviolo *et al.*, 2009; Lira-Torres y Briones, 2011). Entre tanto, la depredación se reporta como un factor limitante y regulador en las poblaciones del pecarí y del venado (Ávila, 2009; Ávila *et al.*, 2011, 2016; Gulsby, Cherry, Johnson, Conner y Miller, 2018).

En el presente estudio no se generaron datos específicos sobre cacería y depredación, por lo cual se desconoce el cómo estas variables, podrían estar influyendo en la abundancia de ambas especies de ungulados.

### **8.1.1. PECARÍ DE COLLAR**

La abundancia alta del pecarí en la zona tropical de nuestro estudio, podría estar relacionada con la presencia de la vegetación de bosque mesófilo, la vegetación secundaria y los cultivos agrícolas, mismos que son predominantes en la zona (Lira-Torres y Naranjo, 2003; García, 2009; Cornejo, 2015). Estos tipos de vegetación, han sido mencionado por diferentes autores, como hábitats propicios para el pecarí (March, 1990; Gabor, Hellgren y Nova, 2001). Esto podría estar sugiriendo que el pecarí este utilizando la vegetación de la zona tropical, para un mayor resguardo y protección contra los depredadores (March y Mandujano, 2005). Además, tiene una mayor oportunidad de recursos, gracias a la amplia diversidad que se presenta en la vegetación y que favorece su dieta omnívora (Bodmer & Sowls, 1993; Martínez-Romero y Mandujano, 1995; Bello-Gutiérrez y Chablé-Montero, 2004; Godínez, 2014).

El factor que mejor podría estar explicando la abundancia del pecarí dentro de la zona tropical, es la distribución del pecarí en base al gradiente altitudinal. El pecarí presenta un límite altitudinal de 2800msnm (Aranda, 2012), el cual es superado dentro de la zona templada (2700-4270 msnm). Por lo tanto, la abundancia del pecarí en la zona tropical pudiera argumentarse a favor de que la especie se mantenga distribuido dentro del rango altitudinal que presenta la zona tropical (1640-1850 msnm).

Un factor más que se ha mencionado constantemente en estudios poblacionales del pecarí, es la disponibilidad de fuentes de agua. Este recurso ha sido considerado como una variable importante en el desarrollo de la especie, influyendo en su movimientos y comportamiento (McCoy *et al.*, 1990; Sowls, 1997). Debido a la proximidad de la zona tropical a los cauces de agua del CVC (CIDASA, 1989), la

especie pudiera estar distribuyéndose con mayor abundancia en esta zona, donde los cuerpos de agua son más abundantes.

### **8.1.2. VENADO COLA BLANCA**

En la zona templada, la abundancia alta del venado pudiera asociarse a la preferencia que tiene hacia coberturas de vegetación con estratos inferiores abiertos, como los bosques de coníferas (Mandujano, 1994; García, 2009; Piña y Trejo, 2014). Diversos autores han hecho mención sobre la estrecha relación del venado y su anatomía con este tipo de vegetación (Flores-Armilla *et al.*, 2013; Piña y Trejo, 2014; Charre-Medellín *et al.*, 2016), ya que esta le permite al venado moverse con mayor facilidad y darle mayor ventaja en la obtención de su alimento, al ser considerado como una especie de ramoneador altamente selectivo (Galindo-Leal y Weber, 1998).

Otra variable que influye en la abundancia del venado, es su alta tolerancia a mayores gradientes altitudinales, en donde factores como la precipitación, la temperatura y las corrientes de viento tienen cambios bruscos (Beier & McCullough, 1990; Bailey & Provenza, 2008). El venado posee características anatómicas en base a su historia biogeográfica, que data a finales del pleistoceno, donde la especie prosperó en torno a periodos glaciares (Webb & Wilkins, 1984; Grayson, 1991; Espinosa y Ocegueda, 2008). Esto permitió que esté mejor adaptada a climas templados en comparación con el pecarí.

### **8.2. PATRONES DE ACTIVIDAD**

Los patrones de actividad definidos para el pecarí y el venado, concuerdan con lo ya descrito por distintos autores en el país (Aranda *et al.*, 2012; Cortés-Marcial y Briones, 2014; Hernández *et al.*, 2015). Los patrones de actividad obtenidos en este estudio muestran diferencias entre las zonas de monitoreo, las cuales sugieren una relación con el tipo de vegetación y la temperatura (CONANP, 2006). Ambos ungulados concentraron sus actividades en horarios diurnos similares, lo cuales

inferen una relación con el aumento de la temperatura que facilita el desarrollo de sus actividades diarias (Emmons & Feer, 1990).

### **8.2.1. PECARÍ DE COLLAR**

El pecarí sólo presentó el patrón de tipo diurno para la zona templada en contraste a la zona tropical donde se registraron los tres tipos de patrones (diurno, crepuscular y nocturno). Esta tendencia muestra la diferencia de amplitud en los rangos de actividad del pecarí entre cada zona de monitoreo del estudio. Diversos autores han hecho mención de esta tendencia, donde el pecarí se ha encontrado más activo en zonas tropicales (Cortés-Marcial y Briones, 2014; Hernández *et al.*, 2015) con respecto a las zonas templadas (Aranda, *et al.*, 2012).

Es presumible que la diferencia entre estos patrones se asocie a los movimientos a favor de la optimización de su periodo de forrajeo (Gutiérrez, 1998). En la zona templada la especie pudiera verse sujeta a un uso mayor de horarios diurnos donde la temperatura es mayor y donde también estaría explotando los horarios crepusculares (al atardecer) donde la temperatura comienza apenas a descender (Emmons & Feer, 1990). Lo anterior pudiera estar explicando los picos de mayor actividad que han sido obtenidos en este estudio (12:01-14:00 hrs / 18:01-20:00hrs). Para la zona tropical, el pecarí muestra el uso de diferentes horarios a lo largo de día (crepuscular, diurno y nocturno). Sus picos de mayor actividad registrados (12:01-01-14:00 y 18:01-20:00), tienden a evidenciar la asociación entre su periodo de forrajeo y su comportamiento (Keuroghlian, Eaton y Longland, 2004; March y Mandujano, 2005).

Diversos autores han reportado picos similares, los cuales se relacionan al tiempo de forrajeo en zonas tropicales similares (Lira-Torres y Naranjo 2003; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Cortés-Marcial y Briones, 2012; Lira-Torres y Briones, 2012). En nuestra zona tropical la temperatura no presenta descensos drásticos y se mantiene oscilante entre los 15°C a los 22°C, lo que pudiera estar propiciando que este ungulado muestre los tres tipos de patrones en esta zona (Emmons & Feer, 1990).

### 8.2.2. VENADO COLA BLANCA

El venado presenta un uso de horarios dentro de los patrones de actividad diurno y nocturno para la zona templada. Estos patrones ya han sido reportados en diferentes estudios (Gallina, Corona-Zárate, y Bello, 2005; Weber, 2005; Aranda *et al.*, 2012; Mondragón, 2015). El incremento de su rango de actividad pudiera asociarse principalmente al tamaño corporal propio de la especie. Un mayor tamaño en el venado resulta en un elevado requerimiento energético y en el aumento de su tiempo de forrajeo (Smith, 1991; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011).

Los picos de mayor actividad del venado que han sido registrados para la zona templada (04:04-06:00 hrs, 10:01-12:00 hrs y 20:01-22:00 hrs) pudieran estar demostrando la adaptación del venado a las bajas temperaturas, donde el aumento de su capa de grasa corporal y el desarrollo de un pelaje más grueso y largo, lo hace capaz de incrementar el tiempo de forrajeo en horarios nocturnos (Nowak & Paradiso, 1991; Ceballos y Oliva, 2005).

Por otra parte, en este estudio no se determinó un patrón de tipo crepuscular, reportado como característico de la especie (Beier & McCullough 1990; Galindo-Leal y Weber 1998; Gallina *et al.*, 2005; Gallina y Bello, 2014). Sin embargo, la especie si presentó un pico de mayor actividad en horario crepuscular, lo que logra respaldar un posible uso de estos horarios en la zona.

Para el caso de la zona tropical, el venado solo presentó únicamente el patrón diurno, sus picos de mayor actividad en esta zona lo expresan (08:01-10:00 hrs, 12:01-14:00 hrs). Según diferentes autores, la tendencia del venado en el uso de horarios diurnos pudiera relacionarse al aprovechamiento de los periodos donde la luz solar penetra con mayor intensidad en zonas donde el dosel arbóreo es cerrado (Beier & McCullough 1990; Galindo-Leal, Morales y Weber, 1993; Halle & Stenseth, 2012). El tipo de vegetación predominante en la zona tropical, provee de una cobertura arbórea cerrada, que dificulta la entrada de los rayos solares al interior del bosque (Rzedowski, 1978; CONANP, 2006). De esta manera el venado estaría indicando una dependencia a los periodos del día con mayor radiación para sus actividades de búsqueda y obtención del alimento.

### 8.2.3. TRASLAPES DE PATRONES DE ACTIVIDAD

En el presente estudio, se registró un traslape de los horarios de actividad entre el pecarí y el venado en ambas zonas de monitoreo. Diversos autores han asociado los traslapes de sus horarios de actividad, al forrajeo, la dieta y el riesgo de depredación de las especies que presenten dentro de su área de distribución estudiada (Schoener, 1974; De Boer & Prins, 1990; Baldi, Pelliza-Sbriller, Elston y Albon, 2004). En este estudio, el uso de los mismos horarios entre estas dos especies, puede asociarse principalmente a la búsqueda de alimento en los mismos periodos del día (Hobbs, Baker y Bruce, 1983). Es en los horarios diurnos donde sus actividades se concentran, en relación al aumento de la temperatura en ambas zonas de monitoreo.

Así, mismo, el traslape de los patrones de actividad del pecarí y el venado, también puede asociarse a la presencia de sus principales depredadores naturales (puma y jaguar). Dos de las hipótesis más frecuentes y utilizadas, que tienden a explicar el traslape estimado, es la tasa de encuentro entre presa y depredador y la capacidad de elección del depredador hacia sus presas (De Boer & Prins, 1990). Los dos ungulados muestran una tendencia de agrupamiento, al compartir horarios y uso de hábitats similares (Gordon, 2000). Sin embargo, al carecer de datos sobre la abundancia y los movimientos de las especies depredadoras resulta imposible realizar una aseveración de las hipótesis mencionadas anteriormente.

El coeficiente de traslape entre estos dos ungulados fue mayor en la zona templada, y pudiera verse relacionado principalmente al uso mayor de horarios diurnos, donde la temperatura aumenta y favorece el movimiento de las especies para poder realizar sus actividades diarias. En contraste, la zona tropical presenta una temperatura más elevada y constante durante el día, lo que hace posible que el pecarí y el venado aumenten su tiempo de forrajeo y exista una segregación de nicho más evidente. Lo que hace que sean activas en distintos tipos de horarios (crepuscular, diurno y nocturno), reduciendo así, el traslape de sus horarios de actividades (Putman, 1996; Prins *et al.*, 2006).

## **IX. CONCLUSIONES**

1. La abundancia del pecarí y el venado, son similares a lo reportado en otros trabajos.
2. La abundancia obtenida en ambas especies de ungulados podría ser explicada por factores como los tipos de vegetación y el gradiente altitudinal.
3. Los patrones de actividad del pecarí y el venado sugieren que sus actividades están asociados a la temperatura y la radiación solar.
4. El mayor grado de traslape de las especies en la zona pudiera establecer el uso compartido de horarios diurnos a causa del aumento de la temperatura.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Aranda, M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. D.F., México: CONABIO.

Aranda, M., Botello, F., y López, 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) ,778-784.

Ávila, D.M. (2009). *Abundancia del jaguar (Panthera onca) y de sus presas en el municipio de Tamasopo, San Luis potosí* (Tesis de maestría). Colegio de postgraduados, campus montecillo, Edo. México.

Ávila, D.M., Rosas, O. C., Tarango, L. A., Martínez, J. F., y Santoyo-Brito, E. (2011). Conocimiento, uso y valor cultural de seis presas del jaguar (*Panthera onca*) y su relación con éste, en San Nicolás de los Montes, San Luis Potosí, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, (82), 1020-1028.

Ávila, D.M., Chávez, C., Lazcano-Barrero, M.A., Mendoza, G.D., y Pérez-Elizalde, S. (2016). Overlap in activity patterns between big cats and their main prey in northern Quintana Roo, Mexico. *Therya*, 7 (3), 439-448.

Bailey, D. W., & Provenza, F.D. (2008). Mechanism determining large-herbivore distribution. En H.H.T. Prins, F. Van Langevelde. (Eds.), *Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging*. (pp. 7-28). Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Beier, P., & Mccullough, D.R. (1990). Factors influencing white-tailed deer activity patterns and habitat use. *Wildlife Monographs*, 1-51.

Baldi, R., Pelliza-Sbriller, A., Elston, D., y Albon, S. (2004). High potential for competition between guanacos and sheep in patagonia. *Journal of wildlife management* 68,924–938.

Bello-Gutiérrez, J., y Chablé-Montero, C. G. A. C. (2004). Caracterización del hábitat de tres especies de artiodáctilos en un área fragmentada de Tabasco México. En *Memorias del VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica*. Conferencia llevada a cabo en el congreso de COMFAUNA, Iquitos. Perú.

Bodmer, R. E., & SOWLS, L. K. (1993). The collared peccary (*Tayassu tajacu*). En: W. L. Oliver. (Ed.), *Pigs, Peccaries, and Hippos* (7-13). Illinois, USA: Kelyvn Press.

Ceballos, G. y Miranda, A. (2000). *Guía de los Mamíferos de la Costa de Jalisco, México*. D.F., México: Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C., Universidad Nacional Autónoma de México.

Ceballos, G. y Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. D.F., México: Fondo de Cultura Económica/CONABIO.

Charre-Medellín, J. F., Magaña-Cota, G., Monterrubio-Rico, T.C., Tafolla-Muñoz, R., Charre-Luna, J. L., y Botello, F. (2016). Mamíferos medianos y grandes del municipio de Victoria, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México. *Acta universitaria*, 26 (NE- 2) ,65-70.

Chávez, C., De la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R. A., Zarza, H., y Ceballos, G. (2013). *Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso*. Ciudad de México, México: Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México.

Chávez, C., Moguel, J., González, M., y Guiris, D. (2011). Abundancia relativa de tres ungulados en la reserva de la biosfera "La sepultura" Chiapas, México. *Therya*, 2 (2) ,111-124.

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2006). *Programa de Conservación y Manejo "Parque Nacional Volcán Nevado de Colima"* (1ed). Recuperado de [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/libro\\_colima.pdf](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/libro_colima.pdf)
- Compañía Industrial de Atenquique (CIDASA). (1989). *Plan de manejo integral forestal de la región de Atenquique 1989–2038*. D.F., México: Estudios Básicos I, A1, A2.
- Contreras, F. M. (2008). *Ecología poblacional del venado cola blanca (Odocoileus virginianus thomasi) en la R/A San Joaquín municipio de Balancán, Tabasco*. (Tesis de pre-grado). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- Cornejo, A. (2015). *Un análisis de la diversidad y abundancia de mamíferos terrestres en la reserva de la biosfera el triunfo, Chiapas*. (Tesis de pre-grado). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Cortés-Marcial, M., y Briones, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de biología Tropical*, 62 (4) ,1433-1448.
- Cruz, O., López, E., Alfonso, C. A. D., 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.
- De Boer, W. F., & Prins, H.T.T. (1990). Large herbivores that strive mightily but eat and drink as friends. *Oecología* 82, 264–274.

Delfín-Alfonso, C. y Gallina, S. (2007). Modelo de evaluación de hábitat para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio en México. En: M. Zunino y A. Meliá (eds.), *Escarabajos, diversidad y conservación biológica. Ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter*. (pp. 193-202). Zaragoza, España: Monografías Tercer Milenio, S.E.A.

Del Rio, I.N. (2016). *Estado poblacional de mamíferos en dos áreas naturales protegidas de San Luis Potosí*. (Tesis de maestría). Colegio de postgraduados, Salinas de hidalgo, San Luis Potosí.

Díaz-Pulido, A. y E. Payán - Garrido. (2012). *Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia.

Durango, M. F. (2011). *Abundancia relativa, densidad poblacional y patrones de actividad de cinco especies de ungulados en dos sitios dentro de la Reserva de la Biósfera Yasuní, Amazonía-Ecuador* (Tesis de pre-grado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito, Ecuador.

Emmons, L. H., & Feer, F. (1990). *Neotropical Forest Mammals. A field guide*. Chicago, USA: University of Chicago Press.

Espinosa, D., y Ocegueda, S. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En (Ed.), *Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp. 33-65). D.F., México: Conabio.

Ezcurra, E., y Gallina, S. (1981). Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern, Mexico. En P. S. Ffolliott, y S. Gallina. (Eds.), *Deer biology, habitat requirements and management in western North America* (pp. 77-108). Veracruz, México: Instituto de Ecología.

Flores-Armillas, V. H., Botello, F., Sánchez - Cordero, V., y García, R. (2013). Caracterización del hábitat del venado cola los bosques templados del Corredor Biológico Chichinautzin y modelación de su hábitat potencial en Eje Transvolcánico Mexicano. *Therya*, 4(2), 377–393.

Flores-Armillas, V. H., Gallina, S., García, J. R., Sánchez, V., y Jaramillo, F. (2011). Selección de hábitat por el venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin, 1788) y su densidad poblacional en dos localidades de la región centro del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Therya*, 2(3), 263-277.

Gabor, T. M., Hellgren, E.C., y Nova, J.S. (2001). Multi-Scale Habitat Partitioning in Sympatric Suiforms. *Journal of Wildlife Management*, 65, 99-110.

Galindo-Leal, C., Morales, A., y Weber, M. (1993). Distribution and abundance of coues deer and cattle in Michilía Biosphere Reserve, Mexico. *Southwestern Naturalist* 38,127-135.

Galindo-Leal C. y Weber M. (1998). *El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación*. D.F., México. EDICUSA-CONABIO.

Gallina, S. (1990). *El venado cola blanca y su hábitat en La Michilía, Durango* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Gallina, S., y Bello, J. (2010). El Gasto Energético del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en Relación a la Precipitación en una Zona Semiárida de México. *Therya*, 1(1), 9-22.

Gallina, S., y Bello, J. (2014). Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *Therya*, 5 (2), 423-436.

Gallina, S., Corona-Zárate, P., y Bello, J. (2005). El comportamiento del venado cola blanca en zonas semiáridas del noroeste de México. En V. Sánchez-Cordero y R.A. Medellín (Eds.), *Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa*. (pp. 193-204). D.F., México: CONABIO.

García-Amaro, E. (1973). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen; para adaptarlo las condiciones de la República Mexicana*. D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México.

García, C. M. (2009). *Caracterización y uso del hábitat del pecarí de collar (Pecarí tajacu) y el venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en Capulálpam de Méndez, Sierra Norte de Oaxaca* (Tesis de Maestría). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca, Oaxaca, México.

Godínez, O. (2014). *Patrones de actividad espacio-temporal de los ungulados de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México* (Tesis de pre-grado). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

González, R. M., Gallina, S., Mandujano, S., y Weber, M. (2008). Densidad y distribución de ungulados silvestres en la reserva ecológica El Edén, Quintana Roo, México. *Acta zoológica mexicana*, 24 (1), 73-93.

Gordon, C. (2000). The coexistence of species. *Revista Chilena de Historia Natural* 73,175-198.

Grayson, D. K. (1991). Late Pleistocene mammalian extinctions in North America: taxonomy, chronology, and explanations. *Journal of World Prehistory*, 5(3), 193-231.

Guevara, L.M., y Sainoz, A. (2010). Mamíferos–depredadores, ¿controlan las densidades poblacionales de los mamíferos–presa?. *ContactoS*, 76, 5-9.

- Gulsby, W. D., Cherry, M.J., Johnson, J.T., Conner, L.M., y Miller, K.V. (2018). Behavioral response of white tailed deer to coyote predation risk. *Ecosphere*, 9(3), doi: 10.1002/ecs2.2141
- Gutiérrez, G. (1998). Estrategias de forrajeo. En R. Ardila, W. López, A.M. Pérez, R. Quiñones, y F. Reyes (Eds.). *Manual de Análisis Experimental del Comportamiento*. (pp. 359-381). Madrid, España: Librería Nueva.
- Halle, S., & Stenseth, N. C. (Eds.). (2012). *Activity patterns in small mammals: an ecological approach*. Alemania: Springer.
- Hernández, J.C., Chávez, C., y List, R. (2018). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66 (2), 634-646.
- Hernández, E. L., Reyna, R. A., Vela, G. C., López, M. S., y Moreira, J. F. (2015). Fototrampeo de mamíferos terrestres medianos y grandes asociados a Petenes del Noroeste de la Península de Yucatán, México. *Therya*, 6 (3), 559-574.
- Hobbs, N.T., Baker, D.L., y Bruce, R. (1983). Comparative Nutritional Ecology of Montane Ungulates during Winter. *The Journal of Wildlife Management*, 47 (1), pp. 1-16
- Jenks, K., Chanteap, P., Damrongchainarong, K., Cutter, P., Cutter, P., Redford, T., Lynam, A., Howard, J., y Leimgruber, P. (2011). Using relative abundance indices from camera-trapping to test wildlife conservation hypotheses - an example from Khao Yai National Park, Thailand. *Tropical Conservation Science*, 4 (2), 113-131.
- Kamler, J. F., Jxdrzejewska, B., y Jxdrzejewski, W. (2007). Activity patterns of red deer in Białowieża National Park, Poland. *Journal of Mammalogy*, 88 (2), 508-514.

- Keuroghlian, A., Eaton, D., y Longland, W. (2004). Area use by white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari* and *Tayassu tajacu*) in a tropical forest fragment. *Biological Conservation*. 120, 411-425.
- Kilgo, J., Labisky, R., y Fritzen, D. (1998). Influences of hunting on the behavior of white-tailed deer: Implications for conservation of the Florida panther. *Conservation Biology*. 12(6), 1523-1739.
- Lara-Díaz, N.E., Coronel-Arellano, H., González-Bernal, A., Gutiérrez-González, C. y López-González, 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.
- Lima, S.L. & Dill L.M. (1990). Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 68, 619–40.
- Lira-Torres, T.I. (2006). Abundancia, densidad, preferencia de hábitat y uso local de los vertebrados en la tuza de Monroy, Santiago Jamiltepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 10, 41-66.
- Lira-Torres, I., y Briones, M. (2011). Impacto de la ganadería extensiva y cacería de subsistencia sobre la abundancia relativa de mamíferos en la selva Zoque, Oaxaca, México. *Therya*, 2 (3), 217-244.
- Lira-Torres, 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.
- Lira-Torres, I. y Naranjo, E.J. (2003). Abundancia, preferencia de hábitat e impacto del ecoturismo sobre el puma y dos de sus presas en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 7, 20-39.

- López, M. C., Mandujano, S., y Yánes, G. (2007). Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta zoológica mexicana*, 23 (3), 1-16.
- Lorenzana, G.P., Castillo, R.A., López, C.A. (2004). Distribution, Habitat, Association, and Activity Patterns of Medium and Large-Sized Mammals of Sonora, Mexico. *Natural Areas Journal*, 24 (4), 354-357.
- Maffei, L., Cuellar, E., y Noss, J. (2002). Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista boliviana de ecología y conservación ambiental*, 11, 55-65.
- Mandujano, S. (1994). Método para evaluar el hábitat del venado cola blanca en un bosque de coníferas. En: Ch. Vaughan y M. Rodríguez (eds.), *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. (pp. 283-297)., Costa Rica: Universidad Nacional.
- Mandujano, S., Gallina, S., Arceo, G., y Pérez, L. A. (2004). Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta zoológica mexicana*, 20 (2), 45-67.
- Mandujano, S., & Naranjo, E. (2010). Ungulate biomass across a rainfall gradient: a comparison of data from Neotropical and Paleotropical forest and local analysis in Mexico. *Journal of tropical ecology*, 26 (1) ,13-23.
- March, I.J. (1990). *Evaluación de hábitat y situación actual del pecarí de labios blancos (Tayassu pecari) en México* (Tesis de maestría). Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- March, I.J., y Mandujano, S. (2005). Pecarí de collar. En G. Ceballos, G. Oliva, *Los mamíferos silvestres de México* (pp. 496-497). D.F., México: Fondo de Cultura Económica.

- Martínez-Romero, L.E., y Mandujano, S. (1995). Hábitos alimentarios del pecarí de collar (*Pecari tajacu*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco, México. *Acta Zoologica Mexicana*, 64,1-20.
- McCoy-Colton, M. B., Vaughan-Dickhaut, C., Rodríguez-Sáenz, M. A., y Kitchen, D. (1990). Seasonal movement, home range, activity and diet of collared peccaries (*Tayassu tajacu*) in a Costa Rican dry forest. *Vida Silvestre Neotropical*, 2 (2), 6-20.
- Medellín, R., Azuara, D., Maffei, L., Zarza, H., Bárcenas, H., Cruz, E., Legaria, R., Lira-Torres, I., Ramos-Fernández, G., y Ávila, S. (2006). Censos y Monitoreo. En C. Chávez y G. Ceballos. (Eds.), *El jaguar mexicano en el siglo XXI: Situación actual y manejo* (pp. 25-35). Ciudad de México, México: CONABIO-ALIANZA WWF TELCEL- Universidad Nacional Autónoma de México.
- Méndez, C. (2017). *Estimación poblacional del venado cola blanca (Odocoileus virginianus miquihuanensis) a través de fototrampeo en la sierra "La catana", Saltillo, Coahuila* (Tesis de pre-grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Meredith, M., & Ridout, M. S. (2018). Overlap: estimates of coefficients of overlapping for animal activity patterns. R package version 3.5.0. <http://CRAN.R-project/package/overlap>
- Mondragón, R. (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* (Tesis de pre-grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Ramírez-Pulido, J., y Aguilera-Reyes, U. (2011). Diversidad de mamíferos de la Reserva Natural Sierra Nanchititla, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82 (1), 237-248.

- Moreira, J., García, R., McNab, R., Ponce-Santizo, G., Mérida, M., y Ruano, G. (2010). Abundancia de jaguares y evaluación de presas asociadas al fototrampeo en las concesiones comunitarias del bloque de Melchor de mencos, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Informe Final. *Wildlife Conservation Society, Programa para Guatemala. Guatemala, Guatemala.*
- Naranjo, E.J. (2000). Estimaciones de abundancia y densidad en poblaciones de fauna silvestre tropical. En E. Cabrera., C. Mercolli., R. Resquín (Eds.), *Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica* (pp.37-46). Paraguay: CITES Paraguay, Fundación Moisés Bertoni, Universidad de Florida.
- Naranjo, E.J. (2002). *Population ecology and Conservation of Ungulates in the Lacandon Forest, México* (Tesis doctoral). The University of Florida, Gainesville, Florida, EUA.
- Naranjo, E. J., Guerra, M. M., Bodmer, R. E., y Bolaños, J. E. (2004). Subsistence hunting by three ethnic groups of the Lacandon forest, Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 24 (2), 233-254.
- Nowak, R., & Paradiso, J. (1991). *Walkers Mammals of the World*. Baltimore: Johns Hopkins. University Press.
- Núñez, R., Miller, B., y Lindzey, F. (2000). Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, México. *Journal of Zoology*, 252 (3), 373-379.
- Ortíz-García, A. I., Ramos-Robles, M. I., Pérez-Solano, L. A., y Mandujano, S. (2012). Distribución potencial de los ungulados silvestres en la Reserva de Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Therya*, 3(3), 334-348.

- Paviolo, A., De Angelo, C., Di Blanco, Agostini, I., Pizzio, E., Melzew, R., y Di Bitetti, M. S. (2009). Efecto de la caza y el nivel de protección en la abundancia de los grandes mamíferos del Bosque Atlántico de Misiones. *Contribuciones para la conservación y manejo en el Parque Nacional Iguazú*, 237-254.
- Piña, E. y Trejo, I. (2014). Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca en un bosque templado de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 30 (1) ,114-134.
- Prins, H. H. T., De Boer, W.F., Van Oeveren, H., Correia, A., Mafuca, J., & Olf, H. (2006). Coexistence and niche segregation of three small bovid species in southern Mozambique. *African Journal of Ecology* 44,186–198.
- Putman, R.J. (1996). *Competition and Resource Partitioning in Temperate Ungulate Assemblies*. London, England: Chapman and Hall.
- QGIS Development Team (2.18.20) [software] (2016). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Recuperado de: <http://www.qgis.org>
- R Core Team (3.5.0) [software] (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado de: <http://www.R-project.org/>.
- Reyna, R., y Tanner, G. (2010). Efecto de la perturbación humana en la abundancia relativa de ungulados en tres comunidades de la región de Calakmul, Campeche, México. En M.M. Guerra., S. Calmé., S. Gallina., y E. Naranjo. (Eds.), *Uso y Manejo de Fauna Silvestre en el Norte de Mesoamérica* (pp.115-135). Xalapa, México: Secretaria de Educación del Estado de Veracruz, Instituto de Ecología A.C. y el Colegio de la Frontera Sur.
- Ridout, M. S., & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3), 322-337.

- Rowcliffe, J., Field, J., Turvey, S.T., y Carbone, T. (2008). Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*, 45, 1228-1236.
- Rzedowski, J. (1978). *La vegetación de México*. D.F. México: Limusa.
- Schmid, F., & Schmidt, A. (2006). Nonparametric estimation of the coefficient of overlapping—theory and empirical application. *Computational statistics & data analysis*, 50(6), 1583-1596.
- Schoener, T. W. (1974). Resources Partitioning in Ecological Communities. *Science* 185, 27-39.
- Smith, W.P. (1991). *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species*. Pennsylvania, EUA.
- Sowls, L. K. (1997). *Javelinas and the other peccaries: their biology, management and use*. Texas, USA: Texas A&M University Press.
- Sutherland, W. (1996). *Ecological Census Techniques*. Cambridge, Gran Bretaña: Cambridge University.
- Valdez, R., y Ortega, J. A. (Eds.). (2014). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. Edo. De México, México: Colegio de Postgraduados.
- Van Schaik, C.P. & M. Griffiths. (1996). Activity Periods of Indonesian Rain Forest Mammals. *Biotropica*, 28, 105-112.
- Villa, B. y Cervantes, F. (2003). *Los Mamíferos de México*. D.F., México: Instituto de Biología UNAM y Grupo Editorial Iberoamericana.
- Walker, R. S., Novaro, A. J., y Nichols, J. D. (2000). Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Mastozoología Neotropical* 7(2), 73-80.

Webb, S. D., & Wilkins, K. T. (1984). Historical biogeography of Florida Pleistocene mammals. *Contributions in Quaternary vertebrate paleontology*, 370-383.

Weber, M. (2005). *Ecology and conservation of sympatric tropical deer populations in the Greater Calakmul Region, Campeche, Mexico* (Tesis de doctorado). School of Biological and Biomedical Sciences, Durham University, Durham, Inglaterra.

Yáñez-Arenas C.A., Mandujano, S., Martínez-Meyer, E., y Pérez-Arteaga, A. (2012). Modelación de la distribución potencial y el efecto del cambio de uso de suelo en la conservación de los ungulados silvestres del Bajo Balsas, México. *Therya* 3,67-79.

Yasuda, M. (2004). Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study*, 29, 37-46.

Zúñiga, J. S. (2010). *Parámetros poblacionales del venado cola blanca (Odocoileus virginianus thomasi) en un sitio fragmentado*. (Tesis de pre-grado). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.