



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUS SAN LUIS POTOSÍ

POSTGRADO EN
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

**DIETA, POBLACIÓN Y CAPACIDAD DE CARGA DEL VENADO COLA
BLANCA (*Odocoileus virginianus*) EN DOS CONDICIONES DE HÁBITAT EN
TLACHICHILA, ZACATECAS**

Lic. en Ciencias Ambientales

Jesús Abraham Navarro Cardona

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México
Febrero, 2018



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

43-03-02

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **JESÚS ABRAHAM NAVARRO CARDONA**, alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **DR. FERNANDO CLEMENTE SÁNCHEZ**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis "**DIETA, POBLACIÓN Y CAPACIDAD DE CARGA DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*) EN DOS CONDICIONES DE HÁBITAT EN TLACHICHILA, ZACATECAS**", y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados.

Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Salinas de Hidalgo, S.L.P., a 30 de enero de 2018.



Firma

JESÚS ABRAHAM NAVARRO CARDONA

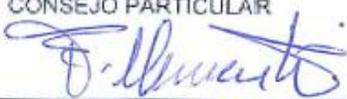
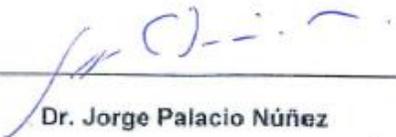


Vo. Bo. Profesor Consejero

DR. FERNANDO CLEMENTE SÁNCHEZ

La presente tesis, titulada: **Dieta, población y capacidad de carga del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos condiciones de hábitat en Tlachichila, Zacatecas**, realizada por el alumno(a) **Jesús Abraham Navarro Cardona**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada por el mismo como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

CONSEJERO:	<p style="text-align: center;">CONSEJO PARTICULAR  _____</p> <p style="text-align: center;">Dr. Fernando Clemente Sánchez</p>
DIRECTOR DE TESIS:	<p style="text-align: center;"> _____</p> <p style="text-align: center;">Dr. Genaro Olmos Oropeza</p>
ASESOR:	<p style="text-align: center;"> _____</p> <p style="text-align: center;">Dr. Jorge Palacio Núñez</p>
ASESORA:	<p style="text-align: center;"> _____</p> <p style="text-align: center;">Dra. Cuauhcihuatl Vital Garcia</p>

SALINAS DE HGÓ., SAN LUIS POTOSÍ
FEBRERO 2018

DIETA, POBLACIÓN Y CAPACIDAD DE CARGA DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*) EN DOS CONDICIONES DE HÁBITAT EN TLACHICHILA, ZACATECAS

Jesús Abraham Navarro Cardona, MC

Colegio de Postgraduados, 2018

El desarrollo de las poblaciones del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) puede ser modificado al presentarse en su hábitat actividades como la agricultura y la ganadería. Sin embargo, el pastoreo moderado de bovinos y la presencia de cultivos podrían contribuir a mejorar la calidad del hábitat e incrementar su capacidad de carga. El objetivo del presente trabajo fue conocer los parámetros que definen el uso de hábitat del venado cola blanca bajo una condición de hábitat fragmentado y otro conservado. Para ello, se estimó la biomasa disponible para el venado y se determinó la composición botánica de su dieta, su capacidad de carga y su densidad de población para conocer la relación que guarda actualmente la población de venado y su hábitat. El estudio se realizó en la UMA Sombreretillo, en la serranía de Tlachichila, en el estado de Zacatecas. Se establecieron 5 parcelas en cada una de los dos hábitats, en las cuales se estimó la biomasa disponible para consumo del venado, en la época de lluvias y durante la seca. La dieta se determinó mediante la técnica micro-histológica y se elaboró un catálogo de referencias de tejidos vegetales; la capacidad de carga se estimó mediante la fórmula propuesta por Holechek (1995) y la densidad de población del venado se estimó por el conteo de grupos fecales en 40 parcelas distribuidas entre los dos hábitats. La mayor biomasa vegetal disponible para el venado se presentó en el hábitat fragmentada en la época de lluvias mientras que en la época seca la mayor biomasa disponible fue en la conservada. La dieta del venado cola blanca (CBD) se basó principalmente en el consumo de herbáceas, seguida de arbustivas, y tanto árboles como pastos se consumieron en menores porcentajes. Las especies más consumidas fueron *Avena sativa*, *Euphorbia gramínea* y *Arctostaphylos pungens*, y la densidad de población de venado fue de 0.042 v ha⁻¹ en el hábitat conservada, y de 0.039 v ha⁻¹ en la fragmentada. La capacidad de carga en el hábitat conservado durante la época seca

fue de 34.67 ha v⁻¹ y de 38.40 ha v⁻¹ en el hábitat fragmentado. En la época de lluvias, la capacidad de carga en el hábitat conservada fue de 9.50 ha v⁻¹ y de 7.47 ha v⁻¹ en el hábitat fragmentado. Aunque la capacidad de carga del hábitat en la época de lluvias resultó mayor que la población estimada, durante la seca, la capacidad de carga fue menor a la población estimada.

Palabras clave: ciervo, condición, CBD, consumo, carga animal.

DIET, POPULATION DENSITY AND CARRYING CAPACITY FROM WHITE-TAILED DEER (*Odocoileus virginianus*) IN TWO CONDITIONS OF HABITATS IN TLACHICHILA, ZACATECAS

Development of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) populations can be modified by presenting activities in their habitats such as agriculture and livestock grazing. However, moderate cattle grazing and the presence of crops could help improve habitat quality and increase carrying capacity. The objective of the present work was to know the parameters defining the white-tailed deer habitat use under the condition of fragmented and conserved habitats. For this, we estimated biomass available for deer and the botanical composition of its diet, its carrying capacity and its population density to know the current relationship held by the deer population and its habitat. The study was conducted at the UMA Sombrereteillo, in the forest of Tlachichila, in the state of Zacatecas. Five plots were established in each of the two areas, in which the biomass available for deer consumption was estimated, during the rainy and dry seasons. Diet was determined by the micro-histological technique and a catalog of references of vegetal tissues was elaborated; Carrying capacity was estimated using the formula proposed by Holechek (1995) and deer population density was estimated by counting fecal groups in 40 plots distributed between the two areas. The highest available plant biomass for deer occurred in the fragmented habitat during the rainy season, while in the dry season the largest biomass available was in the conserved habitat. The diet of white-tailed deer (CBD) was based mainly on the consumption of herbaceous plants, followed by shrubs, while trees and grasses were consumed in lower percentages. Most consumed species were *Avena sativa*, *Euphorbia graminea* and *Arctostaphylos pungens*. Deer population density was 0.042 v ha^{-1} in the conserved habitat, and 0.039 v ha^{-1} in the fragmented habitat. Carrying capacity in the conserved habitat during the dry season was 34.67 ha v^{-1} and 38.40 ha v^{-1} in the fragmented habitat. In the rainy season, the carrying capacity in the conserved habitat was 9.50 ha v^{-1} and 7.47 ha v^{-1} in the fragmented habitat. Although the carrying capacity of the habitat was lower than the estimated population for dry season, during rainy season was greater than the estimated population.

Key words: deer, condition, CBD, consumption, stocking rate.

DEDICATORIA

A MI MADRE, MI PADRE Y MIS HERMANOS QUE POR ELLOS
SIEMPRE BUSCO ALCANZAR CADA META, Y POR QUE SON
SIEMPRE LOS QUE ME APOYAN EN CADA MOMENTO Y
ETAPA DE LA VIDA

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por brindarme la oportunidad de cumplir un logro más en la vida.

Al **Colegio de Posgraduados, Campus San Luis P.**

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** por el gran apoyo económico durante el periodo del postgrado.

Al **Dr. Fernando Clemente Sánchez**, por aceptarme como su alumno, por su tiempo dedicado y por los conocimientos para mi formación profesional. Al **Dr. Genaro Olmos Oropeza** por su tiempo de atención, por su gran aporte al trabajo de investigación, y por sus consejos. Al **Dr. Jorge Palacio Núñez** por sus consejos para generar un buen trabajo, por su tiempo dedicado y por sus aportaciones de sus conocimientos.

A la **Dra. Cuauhcihuatl Vital García** por su apoyo, brindar la oportunidad de crecer en conocimientos durante la estancia en la **UACJ**.

A los señores **Martin Aguilar** y **Jaime Guerrero** por su completo apoyo y gran aporte durante los trabajos en campo.

Al **Biol. Julio Martínez** por su gran contribución en el trabajo de investigación y por sus conocimientos compartidos durante la estancia en el herbario de la **UAA**.

Al laboratorio de nutrición animal de **la facultad de Veterinaria en la UAZ**

A **mi familia, mi madre y mis hermanos** por su gran apoyo en la decisión de estudiar un postgrado, por su motivación a siempre salir adelante y mejorar como persona y profesionalmente

A **mis grandes amigos** que siempre me motivaron y por su gran apoyo para salir adelante durante la maestría.

Contenido

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
a) Objetivo general	2
b) Objetivos específicos	2
1.2 HIPÓTESIS	2
II. MARCO DE REFERENCIA	3
2.1 CARACTERÍSTICAS DEL VENADO COLA BLANCA.....	3
2.2. USO DEL HÁBITAT DEL VENADO COLA BLANCA	9
2.3 CAPACIDAD DE CARGA.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Localización y caracterización del área de estudio	12
3.2 Disponibilidad de forraje	15
3.3 Determinación de la composición botánica de la dieta (CBD) del venado cola blanca.....	17
3.3.1 Catálogo de referencia	17
3.3.2 Colecta de grupos fecales	18
3.3.3 Laminillas para el catálogo de referencia	19
3.3.4 Determinación de la dieta.....	20
3.4 Determinación de la capacidad de carga	21
3.5 Estimación de la densidad de población de venado cola blanca.....	21
3.6 Análisis estadístico	24
IV. RESULTADOS.....	26
4.1 Biomasa disponible	26
4.2 Diversidad de especies vegetales	26
4.2.1 Referencia microhistológica	30
4.2.2 Composición botánica de la dieta (CBD).....	32
4.3 Capacidad de carga	33
4.4 Densidad de población.....	34
4.4.1 Colecta de grupos fecales	34
4.4.2 Tasa de defecación	35

4.4.3 Densidad poblacional del venado cola blanca.....	35
V. DISCUSIÓN.....	36
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	43

LISTA DE CUADROS

CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de del venado cola blanca.....	4
Cuadro 2. Subespecies de venado cola blanca en México	4
Cuadro 3. Composición botánica de la dieta del venado cola blanca, en varios estudios	6
Cuadro 4. Estudios realizados sobre la dieta del venado cola blanca.....	7
Cuadro 5. Tipos de vegetación en la UMA Sombreretillo	13
Cuadro 6 Biomasa disponible para el venado cola blanca en la UMA Sombreretillo	26
Cuadro 7. Especies vegetales recolectadas e identificadas en la UMA Sombreretillo	27
Cuadro 8. Especies vegetales que conformaron el catálogo de referencias microhistológicas.....	30
Cuadro 9. Porcentajes de la composición botánica de la dieta en el área fragmentada y conservada.....	32
Cuadro 10. Capacidad de carga en el área conservada y fragmentada, en la época de lluvias y seca	33
Cuadro 11. Grupos fecales totales y promedios registrados para la densidad de población.....	34
Cuadro 12. Porcentajes de de FDN y FAD en los grupos fecales recolectados ...	35

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS

Figura 1. Distribución de las subespecies de venado cola blanca	3
Figura 2. Localización de la UMA Sombreretillo, Nochistlán de Mejía, Zacatecas	12
Figura 3. Tipos de vegetación y uso de suelo en la UMA Sombreretillo	14
Figura 4. Parcela localizada en el área fragmentada	15
Figura 5. Parcela localizada en el área fragmentada	16
Figura 6. Localización de las parcelas en las dos áreas de estudio	17
Figura 7. Identificación de las plantas de la UMA Sombreretillo.....	18
Figura 8. Grupo fecal del venado cola blanca en el área fragmentada	19
Figura 9. Elaboración de las laminillas para el catálogo de referencia.....	20
Figura 10. Estructuras celulares de <i>Qurecus resinosa</i>	21
Figura 11. Localización de las parcelas para el conteo de grupos fecales en las dos áreas de estudio.....	22
Figura 12. Grupo fecal de una de las parcelas para la estimación de la densidad de población.....	23
Figura 13. Número de especies vegetales recolectadas e identificadas en la UMA Sombreretillo	27
Figura 14. Número total de grupos fecales en las parcelas de muestreo.....	35

I. INTRODUCCIÓN

México cuenta con una gran diversidad biológica por su fisiografía, clima, y tipos de ecosistemas, siendo uno de los principales países mega diversos a nivel mundial, esto debido a que se localiza entre las regiones Neártica y Neotropical (Sarukhán, 2009). La diversidad comprende una gran variedad de especies de fauna silvestre, que son los organismos que subsisten bajo los procesos de evolución natural y se desarrollan en su hábitat de manera libre (Federación, 2000). Otra definición de fauna silvestre dice que se le denomina así a las especies que habitan en su entorno natural, donde no interviene el hombre para la obtención de los recursos de subsistencia, como lo son alimento, agua, cobertura y espacio. La fauna conlleva una serie de valores de uso como el estético, económico, comercial y cinegético, entre otros (González-Romero, 2011).

Para la conservación de la fauna silvestre se utiliza el término de manejo de fauna silvestre, el cual consiste en tres categorizaciones, el de aprovechamiento, su conservación y control (Mandujano-Rodríguez, 2011). En 1997, el Gobierno Federal, a través de la entonces Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), implementó un nuevo programa denominado Programa para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA), desprendiendo las ahora conformadas Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs), las cuales tienen como objetivo dar cuidado a la fauna silvestre mediante el uso de manera racional y planificado de los Recursos Naturales Renovables (CONABIO, 2012). El registro de UMAs de 1997 al 2008 era de 5924, y ocupaban un área de 1,156,506 ha, mientras que en 2011 el registro fue de 5748, debido a la cancelación de algunas que ya estaban establecidas (CONABIO, 2012).

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una de las especies más aprovechadas en México, debido a su valor cinegético, al consumo de su carne y su amplia distribución dentro del país (López-Tellez, 2007) con excepción de Baja California Norte y Sur. Habita en una gran variedad de ecosistemas, que abarcan desde bosques templados a selvas tropicales. En México existen 14 subespecies,

de las cuales, la de mayor distribución es el *O. v. couesi* (Medina *et al.*, 2008). En los ecosistemas, la disponibilidad de alimento en cantidad y calidad es fundamental para el desarrollo de las funciones biológicas y ecológicas del venado cola blanca, teniendo influencia en la reproducción y por lo tanto un impacto en la supervivencia (Gallina-Tessaro, 2011).

En México, la dieta del venado cola blanca y sus hábitos alimenticios han sido estudiados en diferentes ecosistemas; la mayoría se han realizado en áreas naturales protegidas o en ranchos cinegéticos sin actividad ganadera ni agrícola. La composición de la dieta en bosques templados es de 55% arbustos, 30% árboles, 13% hierbas y 2.0% pastos (Gallina, 1993). En ecosistemas subhúmedos está constituida mayormente por árboles, hierbas y arbustos, y en menor porcentaje las gramíneas (Plata *et al.*, 2009; Granados *et al.*, 2014).

La fragmentación del hábitat por la expansión de la frontera agrícola y ganadera es uno de los problemas que más afecta a las poblaciones de fauna silvestre (Santos y Tellería, 2012) y de manera particular, el sobrepastoreo por ganado tiene uno de los impactos más negativos (Milchunas *et al.*, 1998). Sin embargo, se ha demostrado que el pastoreo moderado de bovinos incrementa la diversidad y el valor nutritivo de las plantas que potencialmente pueden ser consumidas por el venado (Allison y Bender, 2017). La presencia de los diferentes cultivos son de ayuda a la nutrición de algunas especies, como lo es el venado (Crider *et al.*, 2015), es por eso que en las áreas agrícolas, los cultivos como la avena, el maíz, el frijol, el haba, entre otros, podrían mejorar el aporte de nutrientes por ser más digestibles que las plantas nativas, lo anterior podría contribuir a mejorar la calidad del hábitat e incrementar su capacidad de carga.

1.1 OBJETIVOS

a) Objetivo general

En el presente trabajo, el objetivo general fue conocer los parámetros que definen el uso de hábitat del venado cola blanca bajo una condición fragmentada y una conservada en Tlachichila, Nochistlán de Mejía, Zacatecas.

b) Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos particulares para cada uno de los hábitats estudiados.

1. Estimar la disponibilidad de forraje para el venado cola blanca.
2. Estimar la composición botánica de la dieta del venado cola blanca.
3. Estimar la densidad de población del venado cola blanca.
4. Estimar la capacidad de carga para el venado cola blanca.

1.2 HIPÓTESIS

1. La disponibilidad de forraje para el venado cola blanca en el área fragmentada es igual a la no fragmentada.

2. La composición de la dieta del venado cola blanca no difiere entre el área fragmentada y la no fragmentada.

3. La densidad poblacional actual de venado cola blanca es menor a la capacidad de carga en ambas áreas.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL VENADO COLA BLANCA

El venado cola blanca es considerada una de las especies con mayor distribución geográfica en el Continente Americano (Yañez-Arenas *et al.*, 2012), debido a que se adapta fácilmente a temperaturas altas y bajas, además de que tiene una tasa alta de natalidad (Ramirez-Lozano, 2004). El venado cola blanca se localiza desde el sur de Canadá hasta el sur de Perú y Bolivia (Coronel *et al.*, 2009). En México se distribuye en la mayor parte del territorio, a excepción de Baja California Norte y Baja California Sur (Figura1) (Mandujano *et al.*, 2014).

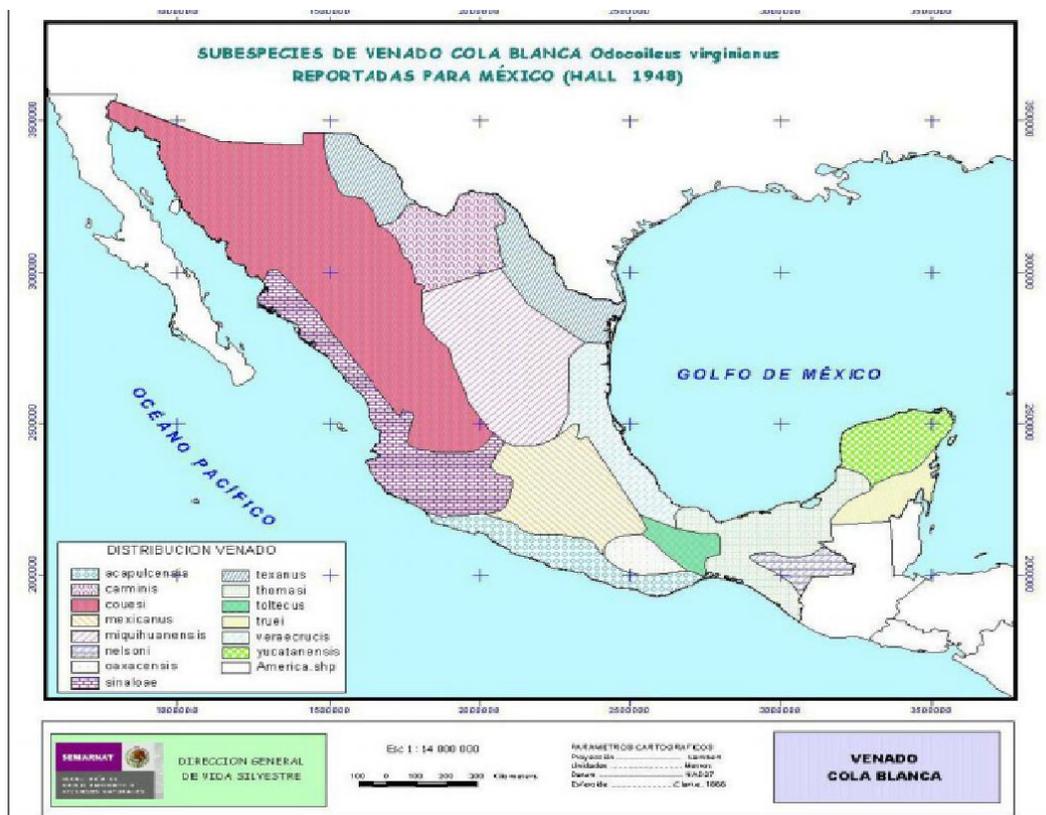


Figura 1. Distribución de las subespecies de venado cola blanca, tomado del Plan de Manejo Tipo de venado cola blanca en climas áridos y semiáridos del norte de México (SEMARNAT, 2007).

La clasificación taxonómica del venado cola blanca se describe a continuación

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del venado cola blanca

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Cervidae
Género	<i>Odocoileus</i>
Especie	<i>virginianus</i>
Nombre científico	<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1790)

El venado cola blanca cuenta con 30 subespecies en el continente americano, de las cuales 14 se encuentran en el territorio mexicano (Figura 1) y representan 47% de estas subespecies (Ramirez-Lozano, 2004). Se considera que 8 son endémicas (Villarreal, 2002). De estas, la de mayor cobertura es *Odocoileus virginianus couesi* (Cuadro 2), encontrándose desde Estados Unidos hasta Jalisco, en la Sierra Madre Occidental (Medina *et al.*, 2008).

Cuadro 2. Subespecies de venado cola blanca en México, superficie en que se distribuye y porcentaje que representa del territorio nacional (SEMARNAT, 2007).

Sub especie	Superficie (km ²)	Porcentaje
1. <i>Odocoileus virginianus couesi</i>	515,052	28.3
2. <i>Odocoileus virginianus carminis</i>	187,028	10.3
3. <i>Odocoileus virginianus mexicanus</i>	174,404	10.0
4. <i>Odocoileus virginianus miquihua-nensis</i>	174,142	9.6
5. <i>Odocoileus virginianus sinaloae</i>	176,709	9.2
6. <i>Odocoileus virginianus veraecrucis</i>	134,206	7.3
7. <i>Odocoileus virginianus thomasi</i>	105,247	5.8
8. <i>Odocoileus virginianus yucatanensis</i>	80,445	4.4
9. <i>Odocoileus virginianus texanus</i>	68,358	3.8
10. <i>Odocoileus virginianus acapulcensis</i>	59,537	3.2
11. <i>Odocoileus virginianus truei</i>	41,106	2.2
12. <i>Odocoileus virginianus toltecus</i>	40,464	2.2
13. <i>Odocoileus virginianus nelsoni</i>	37,107	2.0
14. <i>Odocoileus virginianus oaxacensis</i>	30,000	1.7

El venado cola blanca es una especie de cérvido de tamaño mediano, cuello alargado y grueso, de patas y hocico alargado, con orejas de tamaño grande (Medina *et al.*, 2008). Los machos cuentan con un par de astas digitiformes,

conformadas por una rama principal de la cual crecen ramas secundarias (Hernández, 2014). En la etapa adulta, las partes ventrales hasta la cola, se caracterizan por tener un color blanco, motivo por el que se le proporciona este nombre (Ambriz, 2012). Presenta dos mudas de pelo durante el año, de color rojizo-castaño en la temporada de verano; el pelaje es delgado lo cual le ayuda a mantenerse fresco, y de color grisáceo oscuro en temporada de invierno, donde el pelaje es más largo, que sirve como aislante térmico (Ramírez-Lozano, 2004).

El comportamiento varía de acuerdo a la temporada, pero sus actividades son mayormente durante el amanecer y durante el atardecer; una de sus principales actividades es el forrajeo. No es una especie territorial pero el ámbito hogareño está bien definido, los machos son defensores de hembras en celo y de los recursos limitados (Best y Dusi, 2014). La estructura social está conformada por dos grupos; uno de hembras y machos jóvenes, mientras que los machos adultos forman otro grupo aparte; descansan sobre echaderos en lugares con vegetación densa, ya sean herbáceas o arbustivas (Rojas-Rincon, 2003). El venado cola blanca se agrupa en menor número de individuos en donde los hábitats son más cerrados ya que así son menos vulnerables a los depredadores (Ortíz-Martínez *et al.*, 2005).

Se aparea en un rango que va de junio a febrero, comenzando en junio en las regiones tropicales y más tarde (diciembre-enero) en las regiones templadas (Rojas, 2003). La gestación dura en promedio 205 días en promedio (Aranda, 2012) con partos que van de julio a septiembre en las regiones del centro y norte de México, en ocasiones llegan a nacer gemelos, cuando las condiciones del hábitat son favorables (Ramírez-Lozano, 2004).

El venado cola blanca consume las partes que son más digestibles y con mayor aporte de nutrientes, reconociendo la calidad de una especie vegetal utilizando la palatabilidad (Aguilera *et al.*, 2013). Es una especie selectiva en su dieta, ya que consume partes como hojas tiernas, ramas y partes jóvenes de árboles, que son más digestibles (López-Pérez *et al.*, 2012).

La selección de las especies depende de la disponibilidad de acuerdo a las estaciones del año (Benson y Boyd, 2014). En algunas ocasiones tiene acceso a otro tipo de alimentos considerados de alta calidad, que se encuentran disponibles de manera incidental en los cultivos agrícolas, reduciendo así en la dieta plantas silvestres palatables (Crider *et al.*, 2015). La hipótesis de que los venados pueden ser menos selectivos en la época que hay mayor diversidad, se basa en la calidad nutricional del forraje (Arceo *et al.*, 2005).

El venado cola blanca obtiene los nutrientes esenciales del forraje consumido que son necesarios para llevar a cabo sus actividades fisiológicas. Los nutrientes requeridos son agua, energía, proteína, lípidos, vitaminas (liposolubles e hidrosolubles) y minerales (tanto macrominerales como elementos traza) (Ramirez-Lozano, 2004).

El conocimiento de la composición botánica de la dieta (CBD) define algunos factores claves en el sostenimiento de la especie (Olivas *et al.*, 2014), y ayuda a conocer de mejor manera la dinámica dentro de los ecosistemas (Clemente, 1984). En el Cuadro 3 se muestra el porcentaje de los diferentes estratos vegetales dentro de la dieta del venado cola blanca, en las épocas del año, registrada por distintos autores.

Cuadro 3. Composición botánica de la dieta del venado cola blanca en distintos tipos de vegetación y estación del año, reportada por diferentes autores.

	Árboles	Arbustos	Hierbas	Pasto %	Cactus	Encinos	Otros
Pino encino ¹							
Verano	3	45	49	0.5	-	-	2.5
Otoño	10	39	15.5	0.5	-	-	35
Invierno	8	61	20	0	-	.	1
Pino encino ²							
Primavera	38.85	33.84	2.53	-	12.2	6.58	
Otoño	40.86	39.92	6.05	-	7.37	5.8	
Pino encino ³							

Primavera	39	57	1	-	-	3	-
Verano	39.5	55	3.5	1.5	-	0.5	-
Otoño	31	51	11.5	6.5	-	-	-
Otoño	29	43.5	26.5	1.5	-	-	-
Invierno	26	54.5	18.5	1	-	-	-
Matorral xerófilo ⁴							
Anual	30	26	10	-	34	-	-
Matorral tamaulipeco ⁵							
Anual	54.03	31.59	8.08	-	4.04	-	-
Matorral mezquite ⁶							
Anual	94.1	5.3	0.6	-	n/a	-	-

¹Clemente, 1984; ²Kolbekowsky, 2000; ³Gallina *et al.*, 1977; ⁴Villareal, 1995; ⁵Chávez, 2000; ⁶Ramírez *et al.*, 1996, 1997.

Se han realizado estudios en México para determinar la composición botánica en la dieta de los venados cola blanca, en el norte y en el centro del país, mientras que en el sur estos estudios son escasos (Granados-Rivera, 2013) (Cuadro 4). Entre los métodos que se utilizan para obtener datos de los hábitos alimenticios de herbívoros en vida libre está el análisis del contenido ruminal y el de heces, así mismo es utilizado el método por observación directa (Lavelle *et al.*, 2015). En la identificación de la dieta de herbívoros silvestres y domésticos se ha utilizado ampliamente la técnica microhistológica (Castellaro *et al.*, 2007), en el caso de estudio de la dieta del venado, este método es el más utilizado, ya que no interfiere en el comportamiento del venado (Olivas *et al.*, 2014).

Cuadro 4. Estudios sobre la dieta del venado cola blanca en diferentes estados de la República Mexicana.

Estado o región	Sitio	Referencia
Durango	La Michilla	Gallina, 1975
Oaxaca	Costa Chica	Chargoy, 1977
Aguascalientes	Sierra Fría	Clemente, 1984

Nuevo León		Molina, 1994
Coahuila		Zambrano, 1994
Nuevo León	Linares	Moreno-Loo, 1995
Noreste de México		Ramírez <i>et al.</i> , 1996
Noreste de México		Ramírez <i>et al.</i> , 1997
Aguascalientes	Sierra Fría	Kobelkowsky, 2000
Oaxaca	Ixtlán de Juárez	Luna <i>et al.</i> , 2000
Nuevo León	Montemorelos	Chavez, 2000
Jalisco		Arceo, 2003
Nuevo León		Ramírez, 2004
Mixteca Poblana		Villareal <i>et al.</i> , 2007
México	Zoquiapan	Rojas, 2004
Morelos	Pizotlán	Vásquez, 2010

La importancia de la especie en el aspecto social radica en términos culturales y religiosos; desde la época prehispánica se le considera como una deidad a los venados machos, que por las condiciones del tamaño de sus astas y debido a la muda, se le considera un símbolo de crecimiento o renacimiento (Mandujano *et al.*, 2010). Es utilizado como alimento por las comunidades rurales y los excedentes se ponen a la venta; sus pieles y astas son utilizadas en la fabricación de artesanías y artículos para decoración (López-Pérez *et al.*, 2012). Su aprovechamiento genera cuantiosos beneficios económicos, esto ha contribuido a cambiar la actitud de los propietarios de las tierras, lo que ha permitido que su población haya aumentado en los últimos años, y a que se mejore su hábitat (Piña, 2014).

En México, el venado cola blanca se considera la especie de caza más importante, que se aprovecha en UMAs (Yañez *et al.*, 2012). De todas las subespecies existentes en México, sólo *O. v. texanus*, *O. v. couesi* y *O. v. carminis* entran en los libros de récords internacionales de trofeos de caza (Ramírez-Lozano, 2004). Por un cola blanca, se llega a pagar de 2000 a 4000 dólares por un ejemplar (Medina *et al.*, 2008).

El venado cola blanca, como especie adaptable a diferentes ecosistemas, se considera una especie bandera, lo cual influye positivamente en términos de gestión de vida silvestre (Beltrán y Díaz de la Vega, 2010). Este desempeña diversas

funciones ecológicas, siendo un componente de la cadena trófica, ayuda a la dispersión de semillas de las plantas que consume, sirve de presa para las especies carnívoras, entre otras funciones (Mandujano-Rodríguez *et al.*, 2010). En los ecosistemas los venados influyen en el crecimiento, composición y estructura de las comunidades vegetales que lo conforman, contribuyendo de la misma manera en el flujo de nutrientes (Nalleli *et al.*, 2011).

2.2. USO DEL HÁBITAT DEL VENADO COLA BLANCA

El venado cola blanca, depende tanto de las condiciones biológicas de la especie como de los componentes del ecosistema como tipo de vegetación, cantidad y disponibilidad de plantas que son utilizadas como forraje, el agua disponible, la temperatura y la precipitación (Gallina y Bello, 2014). El venado cola blanca requiere de algunos componentes del hábitat para su sobrevivencia, que se ven modificados por factores físicos y antrópicos (Granados-Rivera, 2013).

La especie se adapta a diferentes ecosistemas, habita desde tierras bajas hasta sistemas montañosos a 3000 m de altitud (Ortíz *et al.*, 2005). El uso del hábitat depende del tipo de vegetación, y hay algunos tipos de plantas palatables donde el venado puede ser más abundante que en otros con mayor disponibilidad de biomasa pero menos palatable (Plata *et al.*, 2011). Selecciona hábitats con buena cobertura vegetal, con el propósito de disminuir el riesgo de ser depredado, o de deshidratarse cuando se trata de condiciones de temperatura extrema (Bello *et al.*, 2001).

La subespecie *O. v. couesi* en bosques de pino-encino en Durango usa hábitat poco pronunciados como mesetas. En los límites de la Sierra del Laurel en Aguascalientes, usa principalmente hábitat con pendiente pronunciada, así como matorral subtropical y bosque de encino con vegetación secundaria. En Oaxaca, en un bosque templado, la subespecie *O. v. oaxacensis* usa hábitats con vegetación dominante de *Abies-pinus* y *Quercus-pinus*. En Michoacán *O. v. mexicanus* usa vegetación arbustiva; en la Sierra Fría en Aguascalientes, en los bosques de pino-encino, mientras que en el Pacífico se relaciona con bosque seco tropical y subtropical caducifolio (Mandujano *et al.*, 2014).

El tema de la convivencia del venado cola blanca con el ganado dentro de un hábitat es controversial, ya que se generan ideas diversas y, en ocasiones, algunas erróneas, para poder llegar a una idea más clara se tiene que tomar en cuenta la cantidad de forraje consumido, el tipo de plantas que consumen y la carga animal dentro de un hábitat (Martínez *et al.*, 1997).

En un estudio realizado por Mandujano y Naranjo (2010) se encontró que el bosque seco tropical tiene mayor soporte de ungulados silvestres y ganado que un bosque tropical húmedo; el manejo combinado de ganado y de venado puede ser diferente para los tipos de bosques tropicales. En Chiapas, la región de Montes Azules se ha venido transformando en pastizales inducidos para el pastoreo de ganado bovino, llegando a un sobrepastoreo de la vegetación nativa, y caso contrario en las regiones de bosque húmedo seco se ha mantenido una buena densidad de ganado bovino (Mandujano *et al.*, 2014).

En algunos casos, las poblaciones de venado cola blanca en áreas de pastizal compiten por el alimento con el ganado doméstico (Armstrong y Harmel, 1981). La competencia del venado cola blanca es mayor con el ganado caprino debido a que estas especies son ramoneadoras, la competencia se puede reducir controlando ambas poblaciones y manteniendo una alta disponibilidad de forraje. El ganado bovino puede llegar a competir con el venado cola blanca por las hierbas y arbustos bajo una alta presión de pastoreo (Ramírez-Lozano, 2004).

El traslape de las dietas del venado con la del ganado varía de acuerdo a las condiciones en que se encuentren los pastizales, el manejo adecuado del pastoreo y las densidades de poblaciones de venado y del ganado doméstico, así mismo también depende de las estaciones del año, la precipitación y las especies forrajeras del hábitat (Fulbright y Ortega, 2007).

2.3 CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga (K) se ha descrito de diferentes maneras según la especie y la función en la que se utiliza el término (Plata *et al.*, 2011) y se entiende como el número de individuos que puede sostener un hábitat determinado, sin

causar deterioros a este, lo que significa que K sirve para determinar el número de individuos que pueden sobrevivir en un hábitat durante un año (Plata *et al.*, 2011; Granados *et al.*, 2014). El concepto de K es un valor que cambia de acuerdo a la dinámica poblacional, al número de depredadores, a las estaciones y así mismo a las necesidades humanas (Mandujano, 2007). Se ha relacionado con el concepto de carga animal, que se define como el número de cabezas de ganado que pastorean una superficie en particular, pero sin ser considerados factores como la época del año (Esqueda *et al.*, 2011). De una manera implícita, en la mayoría de los casos se considera a la capacidad de carga como un valor del hábitat (Hobbs y Hanley, 1990). Determinar la capacidad de carga animal adecuada es la decisión de manejo más importante desde el punto de vista del ganado, la fauna y flora silvestre, y de los ingresos económicos (Holechek *et al.*, 2000), sobre todo para lograr resultados exitosos a largo plazo en las UMAs.

La capacidad de carga hace referencia al número de animales que consumen entre el 50 y 60% del forraje disponible de un hábitat en un año, de acuerdo a los requerimientos necesarios de cada especie; por lo tanto esta varía de acuerdo a la disponibilidad del forraje (Rojas-Rincón, 2003). Su determinación de manera adecuada es importante para mantener un equilibrio de las poblaciones de fauna silvestre y de las comunidades vegetales, de tal manera que se pueda evaluar el impacto en el tamaño de las poblaciones (Plata *et al.*, 2013).

El venado cola blanca se puede estudiar de dos maneras, una considerando sólo a la especie y la otra es tomando en cuenta el uso compartido del hábitat con otros herbívoros (Mandujano y Gallina, 2014). Otros parámetros que se utilizan para relacionar las poblaciones de venado cola blanca con la capacidad de carga es a partir de las características de la especie, entre los más usados son las características de las astas y los aspectos de reproducción (Potvin y Hout, 1983). La K se puede estimar mediante procedimientos y técnicas que involucran factores como los son el suministro de nutrientes (Hobbs *et al.*, 1982). Se estima relacionando los requerimientos del venado de materia seca, energía digestible, energía metabolizable y proteína cruda, con los aportes de nutrientes disponibles para la

especie en la biomasa vegetal (Plata *et al.*, 2011). De esta manera, se puede usar el concepto de la capacidad de carga nutricional, que es definida como el máximo número de animales que se pueden alimentar en una comunidad vegetal específica sin que pierdan peso en un tiempo determinado, y manteniendo las condiciones actuales del hábitat (McCall *et al.*, 1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y caracterización del área de estudio

El estudio se realizó en la Unidad de Manejo Para la Conservación y Aprovechamiento de Vida Silvestre “Sombretillo”, la cual se localiza en la localidad de Tlachichila, perteneciente al municipio de Nochistlán de Mejía, al sur en el Estado de Zacatecas, comprendiendo una superficie de 992.5 ha (Figura 2).

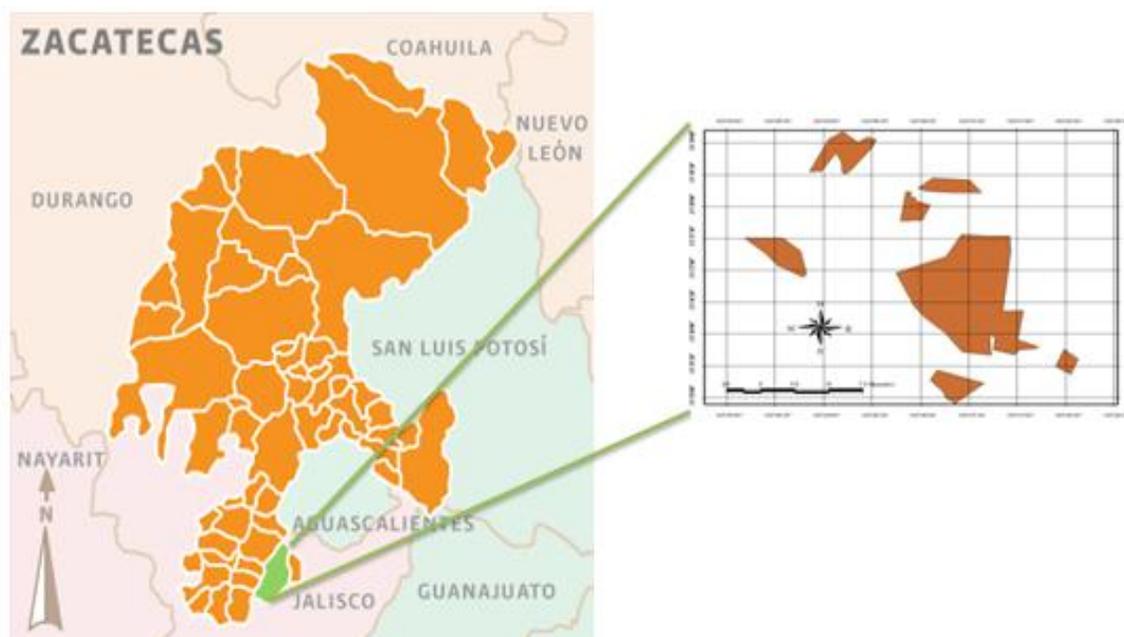


Figura 2. Localización de la Unidad de Manejo Para la Conservación y Aprovechamiento de Vida Silvestre “Sombretillo”, Tlachichila, Nochistlán de Mejía, Zacatecas.

La fisiografía se caracteriza por la presencia de mesetas y barrancos profundos; las partes altas alcanzan altitudes de 2160 hasta 2605 m. El clima es

templado semiseco (Cwb), con temperaturas máximas de 30°C y mínimas de 0°C, y media de 16. 2 °C. La hidrología está compuesta por varios arroyos, al noreste nacen los arroyos Charco Azul y Las Tortugas; en la parte central pasa el arroyo Sombreretillo, y al noreste el arroyo El Panal. Los arroyos tienen agua corriente de junio a noviembre; además el predio cuenta con varios manantiales que permanecen con agua la mayor parte del año y se localizan en las partes bajas de las barrancas; por lo que hay suficiente disponibilidad de agua para la fauna silvestre. Los principales tipos de vegetación son el bosque latifoliado con encino FBL (Q) (54.93%), seguido por el matorral inerme y matorral latifoliado con encino Mi-FBL (Q) (11.93%) (Cuadro 5, Figura 3).

Cuadro 5. Tipos de vegetación en la Unidad de Manejo Para la Conservación y Aprovechamiento de Vida Silvestre Sombreretillo.

Tipos de vegetación	Superficie %
Bosque natural latifoliado con encino FBL(Q)	54.933
Matorral inerme y matorral latifoliado con encino Mi-FBL(Q)	11.933
Pastizal inducido con erosión hídrica fuerte Pi-Ehm	10.241
Agricultura temporal AtpA	10.148
Matorral inerme y pastizal inducido Mi-Pi	4.284
Matorral inerme Mi	4.141
Pastizal inducido y bosque natural latifoliado con encino Pi-FBL(Q)	1.927
Erosión hídrica fuerte con pastizal inducido Ehf-Pi	0.979
Pastizal inducido Pi	0.754
Matorral inerme y pastizal natural Mi-Pn	0.628
Bosque natural latifoliado con encino y matorral inerme FBL(Q)-Mi	0.029

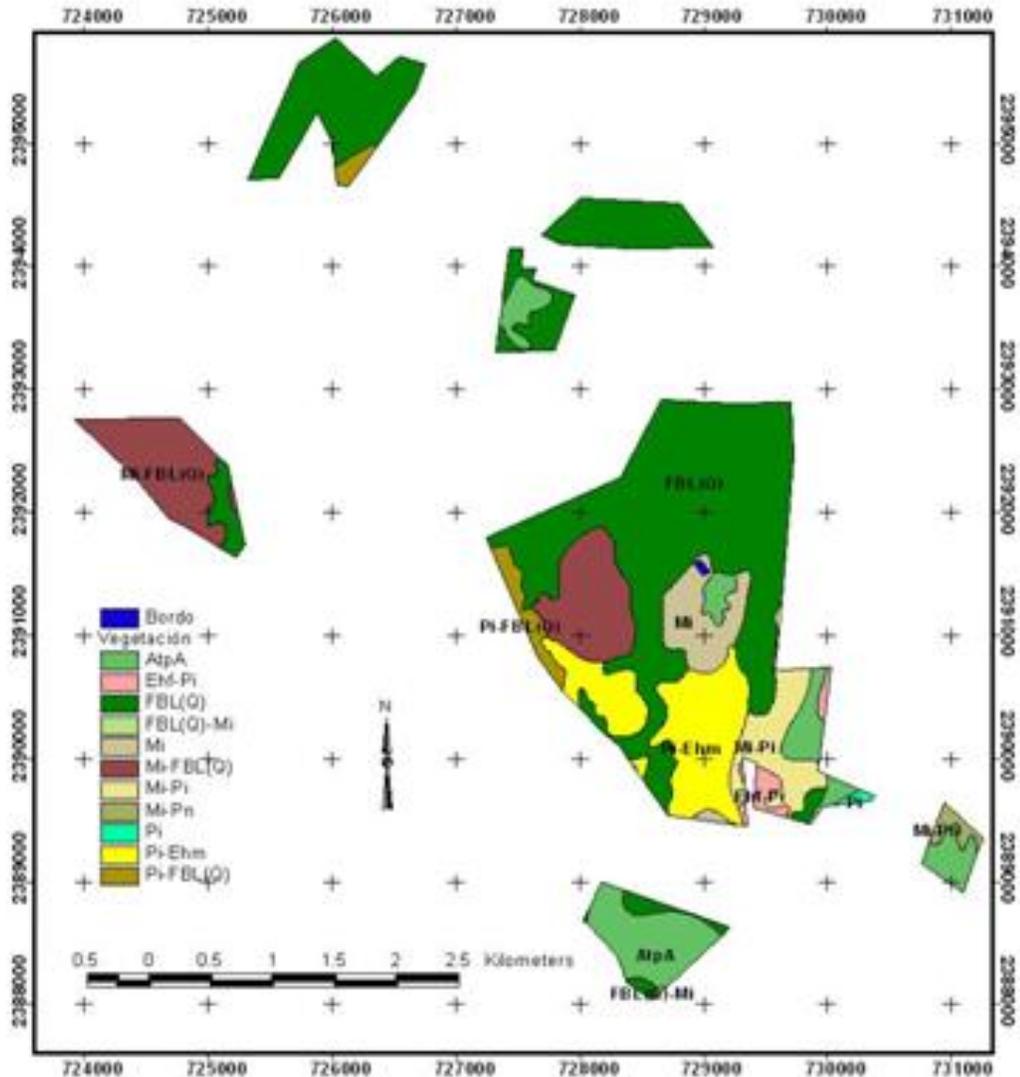


Figura 3. Tipos de vegetación y uso de suelo tomados de la carta F13D27 (INEGI, 1973)

El principal uso de suelo es la ganadería extensiva, en las partes bajas se practica con mayor frecuencia que en las partes altas, ya que cuenta con más especies forrajeras de alto valor nutritivo para el ganado. A la agricultura de temporal se dedican poco más de 100 ha que se localizan en las mesetas y bajíos, sin embargo, hace aproximadamente 30 años existían áreas abiertas a la agricultura en laderas con pendiente pronunciada que actualmente han sido reconvertidas en pastizales naturales. De 2008 a la fecha se ha conservado y aprovechado

cinagéticamente el venado cola blanca (*O. v. couesi*), el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*).

3.2 Disponibilidad de forraje

En el presente estudio, la disponibilidad de forraje para el venado cola blanca se determinó en la época seca (junio 2016) y en la temporada de lluvias (septiembre 2016) dentro de un hábitat fragmentado dedicado a actividades agropecuarias (362.90 ha) (Figura 4). De la misma manera la disponibilidad de forraje se determinó en un hábitat conservado (543.41 ha) (Figura 5). En cada hábitat se seleccionaron 5 sitios al azar (Figura 6) donde se trazaron 5 parcelas de 20x20 m; dentro de estas, se ubicaron dos sub-parcelas de 5x5 m para estimar la biomasa disponible de árboles y arbustos; mientras que la biomasa aportada por pastos y herbáceas se estimó dentro de tres sub-pacerlas de 1x1 m en cada sitio, cortando las plantas al ras del suelo. Las 5 parcelas dentro del hábitat conservado correspondieron a un tipo de vegetación FBL (Q). En el hábitat fragmentado, una de las 5 parcelas se localizó en el tipo de vegetación Pi FBL (Q), mientras que 3 parcelas estuvieron en Pi-Ehm y la otra en Mi-Pi.



Figura 4. Parcela localizada en el hábitat fragmentada



Figura 5. Pacerla localizada en el hábitat conservada

La disponibilidad de la biomasa aportada por arbustos y árboles se estimó con el método de Adelaide propuesto por Reyes (1989). Para lo cual se en tomó una rama a la cual se le nombra unidad de mano, ésta fue representativa en forma y densidad foliar para toda la planta. Posteriormente, con la unidad de mano se estimó el número de unidades de cada ejemplar de cada especie muestreada.

Las muestras de la biomasa de pastos, herbáceas y las unidades de mano de los árboles y arbustivas se colocaron en bolsas de papel, se secaron en estufa a una temperatura máxima de 55 °C hasta peso constante y se pesaron para obtener el peso seco de cada muestra.

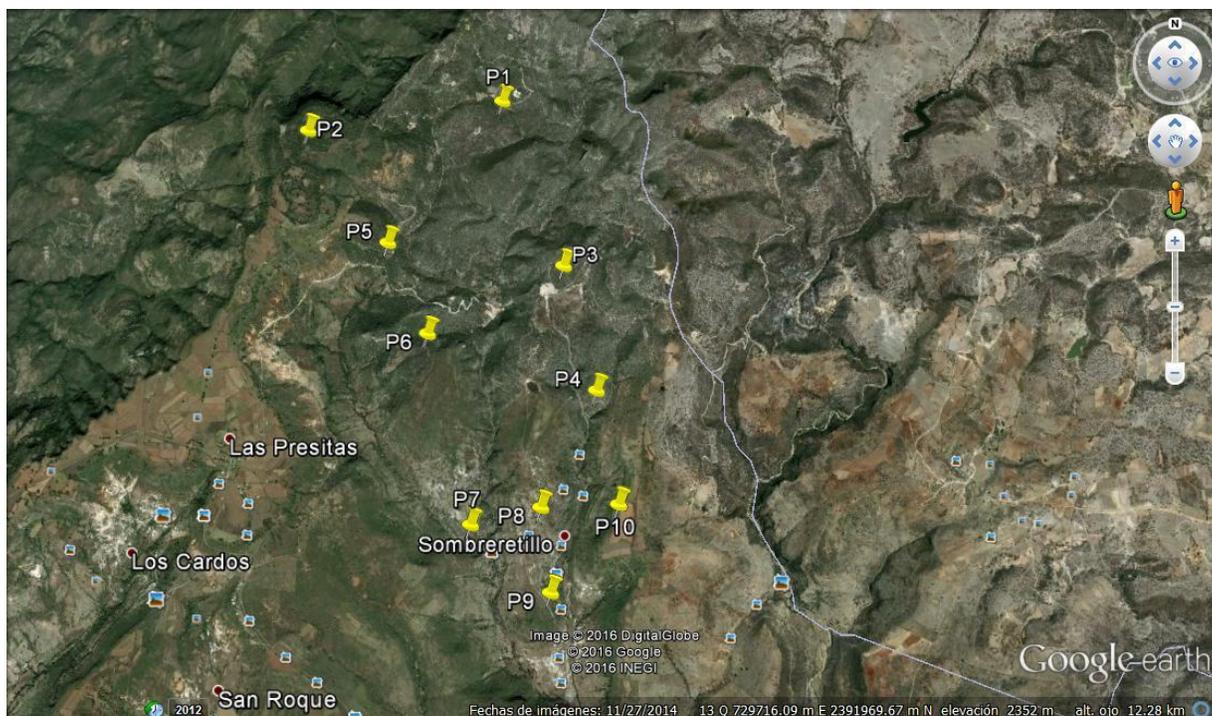


Figura 6. Localización de las parcelas el área conservada (1 a 5) y fragmentada (6 a 10) para estimar biomasa disponible para el venado cola blanca.

3.3 Determinación de la composición botánica de la dieta (CBD) del venado cola blanca

3.3.1 Catálogo de referencia

La colecta de plantas para el catálogo de referencia se hizo para las plantas encontradas en las parcelas de muestreo como representación del área de estudio, así como de las plantas de los cultivos en el hábitat fragmentado. Las especies vegetales se recolectaron de septiembre a noviembre. Las plantas de pastos y herbáceas fueron recolectadas completas, con flor y fruto; de árboles y arbustos se tomaron muestras de hojas, flores y frutos cuando estuvieron presentes. Las muestras se colocaron en prensa botánica y fueron secadas en estufa a 55 °C. Posteriormente a la colecta, las plantas fueron identificadas en el herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, utilizando el libro de Flora Fanerogámica del Valle de México (Rzedowski y Calderon de Rzedowski, 2005) y comparándolas con muestras del herbario (Figura 7).



Figura 7. Identificación de las plantas recolectadas en el área de estudio para conformar el catálogo de referencia.

3.3.2 Colecta de grupos fecales

La composición botánica de la dieta se determinó a partir de grupos fecales recolectados en diciembre de 2016 y febrero de 2017 tanto dentro del hábitat fragmentado como dentro del conservado (Figura 8). Las muestras fecales se colocaron en bolsas de papel, se secaron a 60°C en estufa por 48 horas, se molieron y se tamizaron con malla del número 120 (0.12mm).



Figura 8. Grupo fecal de venado cola blanca en hábitat fragmentado para análisis de CBD.

3.3.3 Laminillas para el catálogo de referencia

Se utilizó la técnica microhistológica, también conocida como microtécnica, diseñada por Baumgartner y Martín (1939) y siguiendo el manual de microhistología descrito por Peña y Habib (1980). Para el montaje de las laminillas primero se elaboró el medio de montaje (solución de Hoyer), que se preparó utilizando 120 g de goma arábica, 100 mL de agua destilada y 40 mL de glicerina. En una licuadora se añadió 100 mL de agua y la glicerina. Posteriormente se agregó la goma arábica lentamente, mientras la temperatura de la licuadora aumentaba, se mantuvo en esa condición durante una hora. La solución Hoyer se dejó reposar durante varios días para ser utilizada posteriormente.

Para el catálogo de referencia microhistológica se elaboraron tres laminillas de cada especie. El material molido de cada una fue despigmentado y aclarado con 60 ml de hipoclorito de sodio en un vaso de precipitado. Cada muestra se dejó hasta tomar un color claro. Posteriormente se enjuagó con agua cada muestra en un tamiz del No. 120. Una porción de la muestra se montó en el portaobjetos mediante la

lámina metálica perforada para uniformizar la porción, agregando la solución Hoyer y colocando el cubreobjetos, para posteriormente ponerse a secar (Figura 9).



Figura 9. Elaboración de laminillas para el catálogo de referencia.

3.3.4 Determinación de la dieta

La composición botánica de la dieta del venado se identificó en 180 campos al azar (10 campos por laminilla) distribuidos en 18 laminillas (9 laminillas del área conservada y 9 de la fragmentada). Las laminillas se prepararon a partir de una alícuota de muestra de grupos fecales tomada en cada una de las áreas de estudio. Este proceso se realizó siguiendo el mismo protocolo que para las del catálogo de referencia. En cada laminilla se observaron las estructuras celulares de los fragmentos de plantas consumidas comparándolas con los dibujos y fotografías de las estructuras celulares de las plantas del catálogo de referencia. La CBD del venado cola blanca se calculó basándose en el cuadro de frecuencias propuesto por Fracker y Brischle (1944). El trabajo se llevó a cabo en laboratorio del Colegio de Postgraduados-Campus San Luis Potosí, en un microscopio digital (LEICA DM 4000B), con ayuda del programa LEICA Application Suite V.3.7.0 (Figura 10).



Figura 10. Ejemplo: estructuras celulares (células epidérmicas y tricomas) de *Quercus resinosa*.

3.4 Determinación de la capacidad de carga

La capacidad de carga para el venado se determinó tomando en cuenta los siguientes aspectos: superficie de la UMA Sombreretillo, la biomasa disponible de árboles, arbustos, herbáceas y pastos, el peso promedio del venado, y la composición botánica de la dieta, aplicando estos datos en la fórmula descrita por Holecheck *et al.* (1995):

$$K = \frac{(D)(0.35)(A)}{(PV)(CMS)(CP)}$$

Donde K corresponde al valor de capacidad de carga, D es la disponibilidad de materia seca total o por estrato vegetal (kg/ha), 0.35 el porcentaje de utilización del forraje, A es el área de estudio, PV el peso vivo del venado de 60 kg reportado en la ecuación de la capacidad de carga por presión de pastoreo, CMS es el consumo de materia seca (% de PV), y CP el ciclo de pastoreo (365 días).

3.5 Estimación de la densidad de población de venado cola blanca

La densidad de población de venado cola blanca se obtuvo en cada una de las dos áreas de estudio, utilizando el método indirecto de conteo de grupos fecales (Gallina

y Ezcurra, 1981). Los grupos fecales se contaron en 20 parcelas de 10x10 m establecidas al azar en septiembre de 2016 en los dos hábitats estudiados. Las parcelas marcadas con números del 1 al 20 se localizaron en el hábitat conservado y las del 21 al 40 se localizaron en el hábitat fragmentado (Figura 11). Los conteos se llevaron a cabo en diciembre 2016, en febrero y octubre de 2017, comprendiendo un periodo de 399 días, desde el establecimiento de las parcelas hasta el último día en que se contaron los grupos fecales.

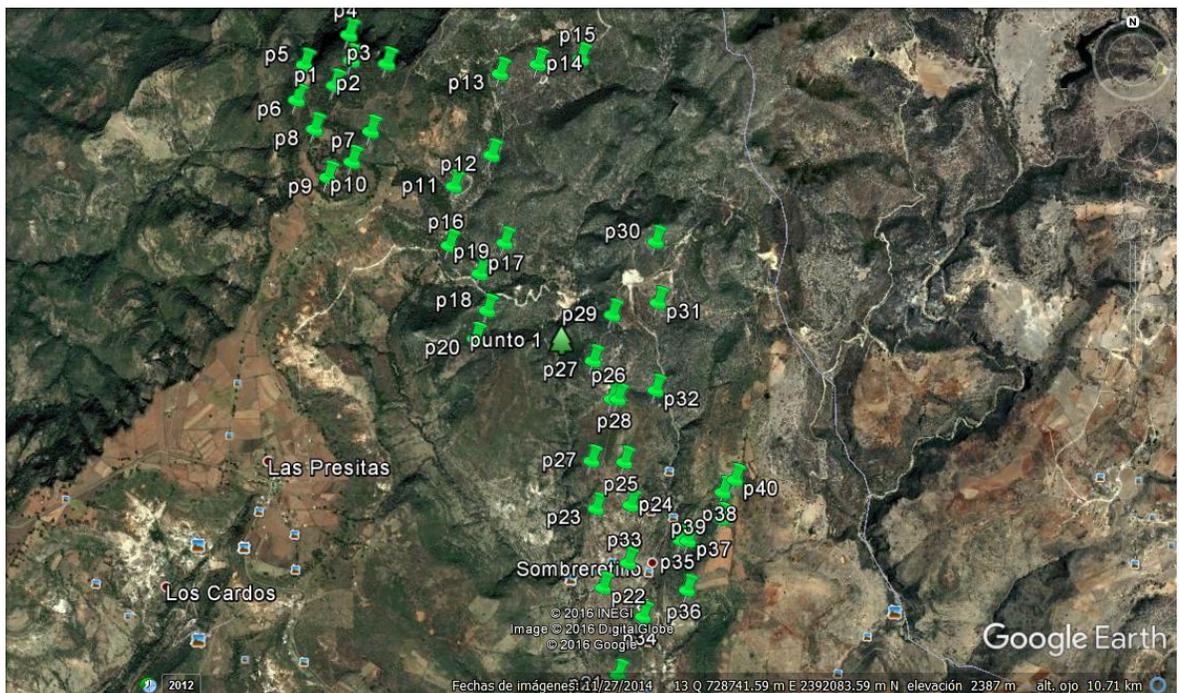


Figura 11. Localización de las parcelas para conteo de grupos fecales en el área de estudio.



Figura 12. Grupo fecal dentro de una de las parcelas establecidas para estimar la densidad de población.

La tasa de defecación del venado cola blanca se obtuvo a partir de los contenidos de fibra detergente neutro (FND) y de fibra detergente ácido (FDA) de los grupos fecales recolectados en los hábitats conservado y fragmentado. Estas determinaciones se realizaron en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Zacatecas, siguiendo las técnicas propuestas por Van Soest *et al.* (1991), y utilizando un analizador de fibra Ankom. La tasa de defecación se obtuvo sustituyendo los valores de FDN y FDA de los grupos fecales en el modelo que estima la tasa de defecación para la estación de invierno propuesto por Vega (2014):

$$TD = 7.82939 - [0.02667(FDN)] + [0.17309(FDA)]$$

Donde; TD es la tasa de defecación, FDN es el porcentaje de la fibra detergente neutro y FDA el porcentaje de fibra detergente ácido obtenido en la

muestra compuesta por una porción de los grupos fecales recolectados en los meses de diciembre del 2016 y febrero del 2017.

La densidad de población del venado cola blanca se estimó utilizando el modelo descrito por Clemente y Tarango (2007), el cual se describe a continuación:

$$D_p = \frac{(\text{Total grupos fecales}) (\text{Área total del rancho})}{(\text{Total de área muestreada}) (\text{Tasa de defecación}) (\text{Total de días de muestreo})}$$

Total del área del rancho

Los valores utilizados en el modelo fueron: el número total de grupos fecales en cada parcela, tanto para el hábitat conservado como para el hábitat fragmentado; un periodo de muestreo de 399 días; una superficie de 543.4 ha para el hábitat conservado y 362.9 ha para el fragmentado.

3.6 Análisis estadístico

Los datos de disponibilidad de biomasa se analizaron mediante el modelo estadístico que a continuación se describe:

$$Y = \mu + E_i + A_j + ES_k + E A_{ij} + E ES_{ik} + A ES_{jk} + E A ES_{ijk} + \text{ERROR}_{m(ijk)}$$

Donde Y representa la variable dependiente, μ la media general, E_i el efecto de época (1 g.l.), A_j el efecto de área (1 g.l.), ES_k el aporte por estrato (3 g.l.), $E A_{ij}$ es la interacción de la época por área (1 g.l.), $E ES_{ik}$ es la interacción de la época por los estratos (3 g.l.), $A ES_{jk}$ es la interacción del área por los estratos (3 g.l.), $E A ES_{ijk}$ es la interacción de la época por área por estrato (3 g.l.) y $\text{ERROR}_{m(ijk)}$ es el error experimental (64 g.l.). Los análisis de varianza se realizaron con la ayuda del paquete estadístico SAS (2017), utilizando el procedimiento PROC GLM y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (Steel & Torrie, 1985).

La diversidad de las especies vegetales en la dieta del venado cola blanca en el área conservada y fragmentada se estimó con el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (1948).

$$H' = - \sum (P_i \times \log P_i)$$

Dónde: H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener y P_i = Frecuencia relativa de cada especie en la dieta.

El grado de similitud de la composición botánica de la dieta entre el área conservada y la fragmentada se obtuvo mediante el índice Krueger (1972) y Kulcynky:

$$IS = a + b + c + \dots + n$$

Donde IS = índice de similitud, $a + b + c + \dots + n$ = suma de los porcentajes de cada componente de la dieta, considerándose el valor más bajo en ambas dietas. Si el valor llega a 100% significa que la dieta es similar.

Los datos de densidad de población de venado cola blanca obtenidos en el hábitat fragmentado y la conservado se analizaron mediante una prueba de T ($p \leq 0.05$), asumiendo varianzas desiguales; el análisis estadístico se realizó en el programa InfoStat V.17/11/2016.

IV. RESULTADOS

4.1 Biomasa disponible

La biomasa disponible de árboles, arbustos, hierbas y pastos para el venado cola blanca en la época seca y de lluvias, dentro de los hábitats fragmentado y conservado, se muestran en el Cuadro 6. Se registró una mayor ($p=0.0075$) disponibilidad de biomasa en promedio en los dos hábitats en la época de lluvias ($1213.2 \text{ Kg ha}^{-1}$) que en la época seca (645.2 Kg ha^{-1}), sin embargo, en el hábitat fragmentado y conservado fue similar ($p>0.05$) en la época seca. Los pastos presentaron una mayor ($p=0.0075$) cantidad de biomasa disponible para el venado que los árboles, arbustos y herbáceas (debido a su altura de ramoneo), y en el aporte de estos últimos estratos no se encontraron diferencias ($p>0.05$).

Cuadro 6. Biomasa disponible para el venado cola blanca de árboles, arbustos, hierbas, pastos y total, en la época seca y de lluvias en un área conservada y una fragmentada de la UMA Sombreretillo.

Época	Disponibilidad de biomasa, kg ha^{-1}				
	Árboles	Arbustivas	Hierbas	Pastos	Total
Seca					
Conservada	1.2 b	43.1 b	36.7 b	612.0 a	693.0 +
Fragmentada	0.9 b	14.8 b	11.0 b	570.0 a	596.7 +
Lluvias					
Conservada	2.3 b	19.3 b	251.3 b	546.7 a	819.6 ‡+
Fragmentada	1.7 b	36.5 b	252.7 b	1316.0 a	1606.9 ‡

‡+ medias en la columna con símbolo distinto son diferentes ($p\leq 0.05$)

^{a b} medias en una misma fila con distinta letra son diferentes ($p\leq 0.05$)

4.2 Diversidad de especies vegetales

Se encontró un total de 99 especies vegetales dentro de los dos hábitats de estudio, correspondientes a 46 familias taxonómicas (Cuadro 7). Las de mayor número de especies fueron Asteraceae (27), Fabaceae (10) y Fagaceae (4) (Figura 13). Se incluyeron el maíz (*Zea mays*) y la avena (*Avena sativa*), que pertenecen a la familia Poaceae, las cuales se encontraron dentro del hábitat fragmentado.

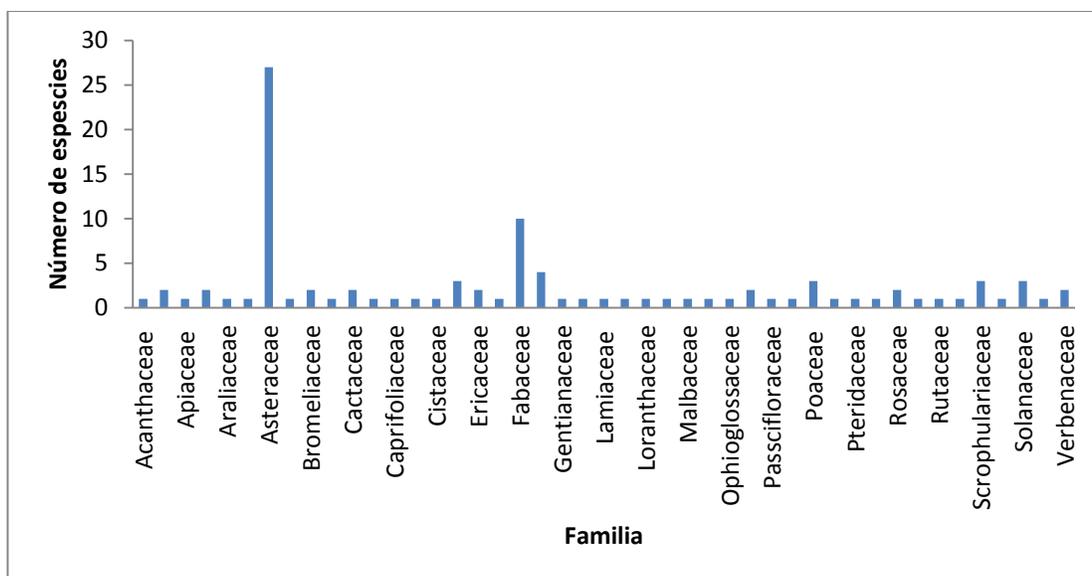


Figura 13. Número de especies vegetales recolectadas e identificadas en la UMA Sombreretillo, Tlachichila, Nochistlán de Mejía, Zacatecas.

Cuadro 7. Listado de las familias, especies y nombres común de las plantas localizadas en la UMA Sombreretillo, en Tlachichila, Nochistlán de Mejía, Zacatecas.

Familia	Especie	Estrato
Acanthaceae	<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	Herbáceo
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Herbáceo
	<i>Amaranthus hybridus</i>	Herbáceo
Apiaceae	<i>Rhodosciadium sp</i>	Herbáceo
Apocynaceae	<i>Asclepia sp</i>	Herbáceo
	<i>Asclepia linaria</i>	Herbáceo
Araliaceae	<i>Aralia humilis</i>	Arbustivo
Asparagaceae	<i>Milla bilfora</i>	Herbáceo
Asteraceae	<i>Piquieria trinervia</i>	Herbáceo
	<i>Tagetes lunalata</i>	Herbáceo
	<i>Laennecia filaginoide</i>	Herbáceo
	<i>Stevia serrata</i>	Herbáceo
	<i>Ageratum corymbosum</i>	Herbáceo
	<i>Odontotrichum sinatum</i>	Herbáceo
	<i>Cosmos sp</i>	Herbáceo
	<i>Sinclairia palmeri</i>	Herbáceo
	<i>Zinnia peruviana</i>	Herbáceo
	<i>Psacalium megaphyllum</i>	Herbáceo

	<i>Conyza sophiifolia</i>	Herbáceo
	<i>Piqueria sp</i>	Herbáceo
	<i>Bacharis heterophylla</i>	Arbustivo
	<i>Cosmos scabiosoides</i>	Herbáceo
	<i>Iostephane heterophylla</i>	Herbáceo
	<i>Cirsium anartiolopis</i>	Herbáceo
	<i>Pericalia sessiflora</i>	Herbáceo
	<i>Bacharis sp</i>	Arbustivo
	<i>Stevia lucida</i>	Herbáceo
	<i>Bacharis sp</i>	Arbustivo
	<i>Stevia viscida</i>	Herbáceo
	<i>Gnaphalium americanum</i>	Herbáceo
	<i>Dahlia coccinia</i>	Herbáceo
	<i>Brickellia sp</i>	Herbáceo
	<i>Pericalia sessiflora</i>	Herbáceo
	<i>Tagetes micrantha</i>	Herbáceo
	<i>Sencio sp</i>	Herbáceo
Begoniaceae	<i>Begonia balmisiana balbis</i>	Herbáceo
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia karwinskyana</i>	Herbáceo
	<i>Tillandsia sp</i>	Herbáceo
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	Arbustivo
Cactaceae	<i>Opuntia jaliciencis</i>	Arbustivo
	<i>Opuntia cabena</i>	Arbustivo
Campanulaceae	<i>Lobelia fenestralis</i>	Herbáceo
Caprifoliaceae	<i>Valeriana sp</i>	Herbáceo
Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i>	Herbáceo
Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Herbáceo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea capillacea</i>	Herbáceo
	<i>Ipomoea stans</i>	Herbáceo
	<i>Ipomoea madrensis</i>	Herbáceo
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Arbustivo
	<i>Arbutus xalapensis</i>	Arbustivo
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Herbáceo
Fabaceae	<i>Erythrina leptorhiza</i>	Arbóreo
	<i>Phaseolus sp.</i>	Herbáceo
	<i>Ramirizella strobilophora</i>	Herbáceo
	<i>Astragalus jalisciense</i>	Herbáceo
	<i>Trifolium amabile</i>	Herbáceo
	<i>Acacia schafferi</i>	Arbóreo
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Arbustivo
	<i>Crotalaria pumila</i>	Herbáceo
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Arbustivo

	<i>Mimosa monansitra</i>	Arbustivo
Fagaceae	<i>Quercus praeco</i>	Arbóreo
	<i>Quercus resinosa</i>	Arbóreo
	<i>Quercus eduardi</i>	Arbóreo
	<i>Quercus chihuahuensis</i>	Arbóreo
Gentianaceae	<i>Gentianella sp</i>	Herbáceo
	<i>Geranium mexicanum</i>	Herbáceo
Lamiaceae	<i>Salvia prunelloides</i>	Herbáceo
Loganiaceae	<i>Buddleia sesiliflora</i>	Arbustivo
Loranthaceae	<i>Phoradendron sp</i>	Herbáceo
Lythraceae	<i>Cuphea jorullensis</i>	Herbáceo
Malbaceae	<i>Sida sp</i>	Herbáceo
Oleaceae	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Arbustivo
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum sp</i>	Herbáceo
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>	Herbáceo
	<i>Oxalis corniculata</i>	Herbáceo
Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>	Herbáceo
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca sp</i>	Herbáceo
Poaceae	<i>Avena sativa</i>	Gramínea
	<i>Zea mays</i>	Gramínea
	<i>Bromus sp</i>	Gramínea
Polygalaceae	<i>Monnina xalapensis</i>	Herbáceo
Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Herbáceo
Ranunculaceae	<i>Thalictrum sp</i>	Herbáceo
Rosaceae	<i>Lachemilla sibbaldifolia</i>	Herbáceo
	<i>Prunus capulí</i>	Arbóreo
Rubiaceae	<i>Crusea wrightii</i>	Herbáceo
Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i>	Herbáceo
Sapindaceae	<i>Dodonea viscosa</i>	Arbustivo
Scrophulariaceae	<i>Buddleia parviflora</i>	Arbustivo
	<i>Penstemon barbatus</i>	Herbáceo
	<i>Buddleia cordata</i>	Arbustivo
Selaginellaceae	<i>Selaginella sp</i>	Herbáceo
Solanaceae	<i>Physalis pubescens</i>	Herbáceo
	<i>Solanum nigrescens</i>	Herbáceo
	<i>Cestrum sp</i>	Herbáceo
Umbelliferae	<i>Eryngium heterophyllum</i>	Herbáceo
Verbenaceae	<i>Verbena elegans</i>	Herbáceo
	<i>Verbena sp</i>	Herbáceo

4.2.1 Referencia microhistológica

En el catálogo de referencia se consideraron 66 especies que fueron las más representativas dentro del área de estudio, pertenecientes a 36 familias taxonómicas (Cuadro 8) mismas que fueron la base para la identificación de especies en la dieta del venado.

Cuadro 8. Familias y especies que conformaron el catálogo de referencia para la identificación de la dieta del venado cola blanca en la UMA Sombreretillo.

Familia	Especie	Estrato
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Herbáceo
	<i>Gomphrena serrata</i>	Herbáceo
Apiaceae	<i>Rhodosciadium</i> sp.	Herbáceo
Apocynaceae	<i>Asclepia linaria</i>	Herbáceo
	<i>Asclepia</i> sp.	Herbáceo
Araliaceae	<i>Aralia humilis</i>	Arbustivo
Asparagaceae	<i>Milla bilfora</i>	Herbáceo
Asteraceae	<i>Ageratum corymbosum</i>	Herbáceo
	<i>Bacharis heterophylla</i>	Arbustivo
	<i>Bacharis</i> sp.	Arbustivo
	<i>Conyza sophiifolia</i>	Herbáceo
	<i>Cosmos scabiosoides</i>	Herbáceo
	<i>Cosmos</i> sp.	Herbáceo
	<i>Dahlia coccinia</i>	Herbáceo
	<i>Gnaphalium americanum</i>	Herbáceo
	<i>Lostephane heterophylla</i>	Herbáceo
	<i>Laennecia filaginoide</i>	Herbáceo
	<i>Odontotrichum sinatum</i>	Herbáceo
	<i>Pericalia sessiflora</i>	Herbáceo
	<i>Piqueria</i> sp.	Herbáceo
	<i>Psacalium megaphyllum</i>	Herbáceo
	<i>Sinclairia palmeri</i>	Arbustivo
	<i>Stevia lucida</i>	Herbáceo
<i>Tagetes lunalata</i>	Herbáceo	
<i>Tagetes micrantha</i>	Herbáceo	
Begoniaceae	<i>Begonia balmisiana balbis</i>	Herbáceo
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia karwinskyana</i>	Herbáceo
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	Arbustivo
Campanulaceae	<i>Lobelia fenestralis</i>	Herbáceo
Caprifoliaceae	<i>Valeriana</i> sp.	Herbáceo

Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i>	Herbáceo
Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Herbáceo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea madrensis</i>	Herbáceo
	<i>Ipomoea stans</i>	Herbáceo
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Arbustivo
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea jacq</i>	Herbáceo
Fabaceae	<i>Acacia schafferi</i>	Arbóreo
	<i>Astragalus jalisciense</i>	Herbáceo
	<i>Phaseolus sp.</i>	Herbáceo
	<i>Ramirizella strobilophora</i>	Herbáceo
	<i>Trifolium amabile</i>	Herbáceo
Fagaceae	<i>Quercus eduardi</i>	Arbóreo
	<i>Quercus praeco</i>	Arbóreo
	<i>Quercus resinosa</i>	Arbóreo
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	Herbáceo
Geraniaceae	<i>Geranium mexicanum</i>	Herbáceo
Lamiaceae	<i>Salvia prunelloides</i>	Herbáceo
Loranthaceae	<i>Phoradendron sp.</i>	Herbáceo
Lythraceae	<i>Cuphea jorullensis</i>	Herbáceo
Malbaceae	<i>Sida sp.</i>	Herbáceo
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	Herbáceo
Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>	Herbáceo
Poaceae	<i>Avena sativa</i>	Gramínea
	<i>Zea mays</i>	Gramínea
Polygalaceae	<i>Monnina xalapensis</i>	Herbáceo
Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Herbáceo
Rosaceae	<i>Lachemilla sibbaldifolia</i>	Herbáceo
Rubiaceae	<i>Crusea wrightii</i>	Herbáceo
Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i>	Arbustivo
Sapindaceae	<i>Dodonea viscosa</i>	Arbustivo
Scrophulariaceae	<i>Buddleia parviflora</i>	Arbustivo
	<i>Penstemon barbatus</i>	Herbáceo
Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	Herbáceo
	<i>Physalis pubescens</i>	Herbáceo
	<i>Solanum nigrescens</i>	Herbáceo
Verbenaceae	<i>Verbena elegans</i>	Herbáceo

4.2.2 Composición botánica de la dieta (CBD).

La CBD del venado consistió de 25 especies pertenecientes a 17 familias. Las de mayor aparición en la dieta fueron Asteraceae (7) y Fabaceae (3). En el hábitat fragmentado el estrato herbáceo representó el mayor porcentaje (70.8%), arbustivas (12.5%), árboles (8.3%) y gramíneas (8.3%). En el hábitat conservado, la dieta también estuvo compuesta por un mayor porcentaje de herbácea (80%), seguido de arbustos (10%) y en menor proporción, árboles (5%) y gramíneas (5%).

En el hábitat fragmentado, las especies con mayor porcentaje de aparición fueron *Avena sativa* con 21.23%, *Euphorbia graminea* 18.49% y *Arctostaphylos pungens* 12.16%; mientras que en el hábitat conservado, se encontraron las mismas especies en porcentajes de *E. graminea* con 20.17%, *A. sativa* con 17.99% y *A. pungens* 14.09 % (Cuadro 9).

La diversidad de la dieta fue mayor en el hábitat fragmentado ($H' = 0.30$) que en el hábitat conservado ($H' = 0.26$). Las dietas de los hábitats fragmentado y conservado fueron similares en un 83.3% (IS).

Cuadro 9. Especies vegetales que conformaron la dieta (%) del venado cola blanca en un área fragmentada y una conservada en la UMA Sombreretillo.

Estrato vegetal	Familia	Especie	Porcentajes en CBD	
			Hábitat fragmentado %	Hábitat conservado %
Herbáceo	Apocynaceae	<i>Asclepias linaria</i>	7.17	3.11
Herbáceo	Asparagaceae	<i>Milla bilfora</i>	0.24	0.54
Arbustivo	Asteraceae	<i>Bacharis heterophylla</i>	0.97	0.00
Arbustivo		<i>Bacharis sp.</i>	1.73	1.94
Herbáceo		<i>Tagetes micrantha</i>	2.51	1.94
Herbáceo		<i>Conyza sophiifolia</i>	0.00	0.81
Herbáceo		<i>Gnaphalium americanum</i>	1.22	0.27
Herbáceo		<i>Stevia lucida</i>	0.24	0.00
Herbáceo		<i>Lostephane heterophylla</i>	0.73	0.00
Herbáceo	Bromeliaceae	<i>Pitcairnia karwinskyana</i>	3.04	0.81
Herbáceo	Campanulaceae	<i>Lobelia fenestralis</i>	5.61	5.96
Herbáceo	Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i>	0.73	1.08
Herbáceo	Convolvulaceae	<i>Ipomoea stans</i>	6.56	5.30

Arbustivo	Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	12.16	14.09
Herbáceo	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	18.49	20.17
Herbáceo	Fabaceae	<i>Phaseolus</i> sp.	6.85	4.98
Herbáceo		<i>Ramirizella strobilophora</i>	0.24	0.27
Arbóreo	Fagaceae	<i>Quercus resinosa</i>	0.97	6.64
Herbáceo	Lythraceae	<i>Cuphea jorullensis</i>	0.73	1.65
Gramínea	Poaceae	<i>Avena sativa</i>	21.23	17.99
Gramínea		<i>Zea mays</i>	0.97	0.00
Herbáceo	Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	0.73	2.82
Herbáceo	Rubiaceae	<i>Crusea wrightii</i>	0.48	1.94
Herbáceo	Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.	5.92	7.69
Arbóreo	Fabaceae	<i>Acacia schafferieri</i>	0.48	0.00
Total			100.00	100.00

4.3 Capacidad de carga

Considerando los porcentajes de forraje en la dieta del venado cola blanca y la biomasa disponible para el venado, la capacidad de carga en el hábitat conservado durante la época seca fue de 34.67 ha por venado (15.96 venados en 543.41ha), y de 38.40 ha por venado (9.45 venados en 362.9 ha) para el hábitat fragmentado. Para el caso de la época de lluvias en el hábitat conservado, la capacidad de carga fue de 9.50 ha por venado (57.17 venados en 543.41 ha), y de 7.47 ha por venado (48.53 venados en 362.9 ha) en el fragmentado (Cuadro 10).

Cuadro 10. Capacidad de carga en los dos hábitats en la época seca y de lluvias, considerando la biomasa total (kg/ha) y la ponderada por los porcentajes que representaron en la dieta los diferentes estratos (árboles, arbustos, herbáceas y pastos) en la UMA Sombrereteillo.

	Capacidad de carga, ha v ⁻¹	
	Considerando biomasa total	Considerando biomasa ponderada (CBD)*
Seca		
Conservada, 543.4 ha	171.96	15.96 (34.67 ha v ⁻¹)
Fragmentada, 362.9 ha	98.88	9.45 (38.40 ha v ⁻¹)
Lluvias		
Conservada, 543.4 ha	203.37	57.17 (9.50 ha v ⁻¹)
Fragmentada, 362.9 ha	266.28	48.53 (7.47 ha v ⁻¹)

*Biomasa (Kg) ponderada por los porcentajes que representaron árboles, arbustos, herbáceas y pastos en la dieta del venado en el hábitat fragmentado y conservado.

4.4 Densidad de población

4.4.1 Colecta de grupos fecales

Se obtuvo un total de 104 grupos fecales durante los tres meses de muestreo; 54 en el hábitat conservado, y 50 en el hábitat fragmentado. En el hábitat conservado el mayor número de grupos fecales se registró en el mes de diciembre de 2016 (21) y febrero de 2017 y el más bajo en octubre de 2017 (14); De manera similar, en el hábitat fragmentado el mayor número de grupos fecales se registró en diciembre de 2016 (19) y febrero de 2017 (18) y el más bajo en octubre de 2017 (13) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Grupos fecales totales y promedios registrados en diciembre de 2016, febrero de 2017 y octubre 2017 en el hábitat fragmentado y conservado de la UMA Sombrerete.

Mes y Año de muestro	Grupos fecales en área Conservada	Promedio por parcela	Grupos fecales en área Fragmentada	Promedio por parcela	Total de grupos fecales por mes de muestro
Diciembre de 2016	21	1.05	19	0.95	40
Febrero de 2017	19	0.95	18	0.90	37
Octubre de 2017	14	0.70	13	0.65	27
Total	54	2.7	50	2.5	104

En el hábitat conservado la parcela en la que se encontró mayor número de grupos fecales fue la número tres en los diferentes meses muestreados, mientras que en el hábitat fragmentado se presentó un mayor número en la parcela número 32 (figura 14).

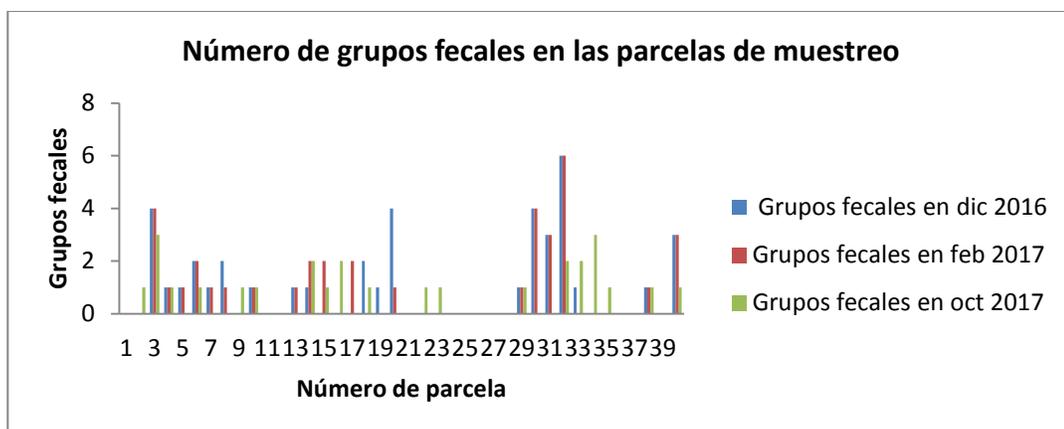


Figura 14. Número total de grupos fecales en 40 parcelas de muestreo en los meses de diciembre 2016, febrero 2017 y octubre 2017, en la UMA Sombreretillo.

4.4.2 Tasa de defecación

Los resultados en porcentajes de los análisis de fibras en las heces fueron en promedio de 69.7% de FDN, y 57.9% de FDA (Cuadro 12). Con los porcentajes de fibras aplicados al modelo para la estimación de la tasa de defecación en las áreas de muestreo del presente estudio, la tasa de defecación fue de 16 grupos fecales por venado por día, la cual fue aplicada tanto para el hábitat conservado como para el fragmentado.

Cuadro 12. Porcentajes de FDN y FAD

No. Muestra	FDN, %	FAD, %
1	65.0	54.7
2	72.7	60.3
3	71.4	58.8
Promedio	69.7	57.9

4.4.3 Densidad poblacional del venado cola blanca

Las densidades de población fueron similares ($p > 0.05$) en el hábitat conservado (0.0423 v ha^{-1}) y en el fragmentado (0.0392 v ha^{-1}), lo que nos da una estimación de

la población de 22 venados en el hábitat conservado, y 14 venados en el hábitat fragmentado, población (36 venados) que hace uso de ambas áreas.

V. DISCUSIÓN

La mayor disponibilidad de biomasa en la época de lluvias ($1213.2 \text{ Kg ha}^{-1}$) comparada con la época seca (645.2 Kg ha^{-1}) se debió a que en la época de lluvias existen mejores condiciones de humedad y temperatura que favorece el crecimiento de las plantas (Fulbright y Ortega, 2007). Aunque González (2014) encontró mayor disponibilidad en primavera en el matorral espinoso tamaulipeco. Los resultados de biomasa del presente trabajo fueron menores a los reportados para ambas épocas en ecosistemas similares (Clemente, 1984; Kobelkowsky *et al.*, 2000). En los bosques templados con un grado de fragmentación, el estrato vegetal representado por los pastos fue muy abundante (INEGI, 1973), esto se constató en el área de estudio, donde los pastos aportaron la mayor cantidad de biomasa en todos los casos. Esto fue especialmente evidente en el hábitat fragmentado en época de lluvias, donde se obtuvo un valor (1316 kg ha^{-1}) de más del doble que en la conservada (547 kg ha^{-1}). Sin embargo, en época seca se encontró un valor mayor (612 kg ha^{-1}) en el hábitat conservado que el fragmentado (570 kg ha^{-1}). En diferentes tipos de bosque, la producción de forraje fue diferente, siendo mayor el aportado por herbáceas en comparación con los arbustos tanto en época seca como durante las lluvias (Rojas, 2004).

La fragmentación de un ecosistema, eliminando árboles y arbustos grandes, favorece el crecimiento de pastos (Allison y Bender, 2017). Estos resultados se debieron a que en el hábitat conservado no hay presencia de ganado bovino, el cual es un conocido pastoreador a diferencia del venado que es ramoneador (Ramírez-Lozano, 2004; Fulbright y Ortega, 2007). Cabe mencionar que la biomasa de árboles y arbustos fue considerada sólo hasta la altura de 1.5 m a partir del suelo, que es la disponible para el venado (Clemente, 1984), aunque se observó que la biomasa por encima de ese límite fue mayor. En Sierra Fría, Aguascalientes, se encontraron resultados similares a los de este trabajo (Clemente, 1984). En trópico seco, Plata *et*

al. (2013) encontraron que las gramíneas también aportaron la mayor cantidad de biomasa, pero junto con las herbáceas (572 kg ha^{-1}); los árboles y arbustos aportaron menor cantidad ($140,29 \text{ kg ha}^{-1}$).

La diversidad de especies vegetales en el área de estudio estuvo conformada por 99 especies pertenecientes a 46 familias taxonómicas; las familias más diversas fueron la Asteraceae, Fabaceae y Fagaceae, cabe destacar que en este listado se incluyeron dos especies cultivadas (*Avena sativa* y *Zea maiz*). Estos resultados fueron mayores a los encontrados en Sierra Fría, Aguascalientes con 31 especies incluidas en 17 familias reportadas por Clemente (1984), pero menor a las reportadas para la misma sierra (169 especies) por Kobelkowsky (2000), quien no especifica las familias taxonómicas.

El venado cola blanca es una especie ramoneadora y selectiva, de manera tal que la composición botánica de su dieta es diversa (Gallina *et al.*, 1993; Ramírez, 2004; Arceo *et al.*, 2005; López *et al.*, 2012; Aguilera *et al.*, 2013; Vázquez, 2014). De las 99 especies vegetales identificadas en el área del presente estudio, se consideraron las 66 más representativas para el catálogo de referencias microhistológicas (Peña y Habib, 1980). En la UMA Sombreretillo, 25 especies (25.3 %) conformaron la dieta del venado cola blanca. Si bien, el número de especies fue mayor al reportado por Clemente (1984), que fue de 19, el porcentaje consumido reportado por este autor (61 %) fue mayor. Por su parte, Kobelkowsky (2000) reportó 169 especies, de las cuales 97 (57.3 %) fueron consumidas; tanto el número de especies como el porcentaje consumido fueron mayores.

El pastoreo moderado puede modificar la estructura de las comunidades vegetales, incrementa la producción de las plantas consumidas, mejora su valor nutritivo e incrementa la diversidad del hábitat (Vavra, 2005). En este trabajo, la dieta más diversa (24 especies) se registró en el área fragmentada, con índice de Shannon $H' = 0.30$, contra 20 especies ($H' = 0.26$) en el área conservada. Sin embargo, el índice de similitud (IS) mostró que fueron similares en 83%. Con base en la información anterior de Vavra (2005) es de esperar una mayor diversidad en el área fragmentada, sin embargo, para esta diversidad en la dieta del venado influyó

el consumo de avena y maíz presentes en cultivos en el área fragmentada. Al respecto, los venados pueden dejar su dieta habitual para consumir especies disponibles en la agricultura, que contienen alto valor nutricional (Dostaler, 2011; Crider, 2015). Cabe destacar, que la avena representó el 21 % y 18 % en el hábitat fragmentado y en el conservado, respectivamente. El maíz (0.97 %) sólo apareció en la dieta del venado en el área fragmentada.

En diversos estudios se ha demostrado que los venados cola blanca prefieren las plantas de los estratos herbáceo y arbustivo (Kie *et al.*, 1980; Vangilder *et al.*, 1982; Quintanilla, 1989; Gallina, 1993; Clemente, 1984; Kobelkowsky, 2000; Plata, 2011; Aguilera 2012; López *et al.*, 2012). Esto se corroboró para la UMA Sombreretillo, donde las herbáceas fueron el estrato vegetal más consumido en el hábitat fragmentado (70.8 %) y conservado (80.0 %), seguidos de los arbustos y los árboles, mientras que las gramíneas fueron poco consumidas. El venado cola blanca prefiere especies vegetales con alto contenido de proteína, menor cantidad de fibra y evitan las de baja digestibilidad; algunos estudios demuestran que aunque exista buena cantidad de pastos, estos son consumidos en baja proporción (Hanley, 1982; Clemente, 1984; Henke *et al.*, 1988).

Los resultados de esta investigación fueron similares en los porcentajes de la dieta reportados por Granados (2014), donde se consume mayormente las herbáceas y arbustivas. Sin embargo, son diferentes a los encontrados por Plata (2009), donde el estrato arbóreo fue el más consumido, seguido del herbáceo y arbustivo; y las gramíneas las de menor consumo. Martínez (1997) reportó que el mayor consumo dentro de la dieta del venado son las herbáceas, seguidas por arbustos y, por último los pastos, en un ecosistema de chaparral en el noreste de México. Gallina (1993) encontró en la Michilía, Durango, que la dieta del venado está compuesta principalmente por arbustos en 55 %, seguido por árboles y hierbas y, por último los pastos; dentro de la especies de árboles de mayor importancia encontró *Quercus* spp. y para el caso de arbustos *Artostaphylus* spp. Esto coincide con los resultados de la presente investigación, donde *Quercus resinosa* ocupó un porcentaje de 6.64 % en el hábitat conservado, sin embargo, en el fragmentada sólo

representó el 0.97 % de la dieta. Por el contrario, *Arctostaphylos pungens* en ambos hábitats tuvo aparición del 12.2 % y 14.1 % en el hábitat fragmentado y conservado, respectivamente. Otra de las especies importantes en la dieta fue *Euphorbia graminea*, coincidiendo con lo reportado por Aguilera (2013) en un estudio en el Parque Natural Sierra Nanchintitla en bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña. Vásquez (2014) también encontró consumo de especies de la familia de Euphorbiaceae en la región de La Cañada en Oaxaca. Clemente (1984) reportó algunas especies en la dieta del venado que aparecen en esta investigación, como lo son *A. pungens* y una especie de *Quercus* sp. Kobelkowsky (2000) también coincide con *A. pungens*, *Bacharis heterophylla* y *Quercus* spp.; esta autora también menciona el consumo de *Avena sativa*.

La densidad de población de venado cola blanca se ha estimado a partir de la tasa de defecación por similitud de hábitat, lo que conlleva un sesgo que generalmente produce una sobre estimación de la población de venado cola blanca (Bennett *et al.*, 1940; Neff, 1966; Mandujano y Gallina, 1995; Clemente y Tarango, 2007). En este trabajo se encontraron fluctuaciones respecto a la presencia de grupos fecales en ambos hábitats y meses de muestreo; estas fluctuaciones se deben a que los venados seleccionan ciertos sitios específicos para la defecación, que son las zonas para descanso (Piña, 2014). La fluctuación de estas tasas a través de las estaciones del año se debe a las variaciones en los contenidos de fibra de la dieta que consume el venado (Mautz, 1971; Rogers, 1987; Portillo *et al.*, Vega, 2014).

En la mayoría de los estudios de densidad para el venado cola blanca que se realizan mediante el método de conteo de grupos fecales se utiliza la ecuación descrita por Eberhardt & Van Etten (1956), la cual establece una tasa de defecación de 12.7 grupos fecales por individuo por día. Sin embargo, utilizar esta tasa puede crear sesgos en los resultados de la densidad; autores como Pérez (2004) y Clemente (2005) sugieren que para cada estudio se establezca una tasa de defecación obtenida en el área de estudio, ya que esta varía por diferentes por factores biológicos de la especie, de las condiciones del hábitat, de la disponibilidad

de alimento y de las variaciones climáticas. De esta manera, Pérez (2004) encontró una tasa de defecación de 17 grupos fecales por individuo y por día en venado cola blanca en Puebla. Por su parte, Vega (2014) encontró que la tasa de defecación cambia en función de los contenidos de FDN y FDA en las heces del venado cola blanca, y establecieron una tasa de alrededor de 13 grupos fecales por individuo en venados en cautiverio en San Luis Potosí.

En la UMA Sombrerete, usando la técnica de conteo de grupos fecales, se encontró una densidad promedio de 0.0423 v ha^{-1} para el hábitat conservado y para el fragmentado de 0.0392 v ha^{-1} . Estos resultados son superiores a los reportados para Sierra Fría, Ags. usando métodos de transectos, con una densidad de 0.018 venados/ha (Kobelkowsky, 2000). Muchos estudios realizados para estimar densidad de población de venados se han realizado en diferentes tipos de bosques, principalmente de pino-encino. Este estudio se llevó a cabo en dos tipos de vegetación, bosque natural latifoliado con encino FBL(Q) presente en el hábitat conservado, mientras que en el hábitat fragmentado se encuentra el matorral inerme y pastizal inducido. La densidad en el hábitat conservado fue ligeramente inferior a la que obtuvo Priego (2008) en diferentes tipos de bosque en Jalisco, con 0.052 v ha^{-1} en un bosque de encino; pero también encontró 0.042 v ha^{-1} en bosque encino y vegetación secundaria, valor similar al del hábitat conservado. López (2007) reporta densidad de 0.032 a 0.034 v ha^{-1} en un ecosistema de bosque tropical seco, más baja a la de este estudio. Mandujano y Gallina (1993) en bosque tropical caducifolio reportaron 0.055 v ha^{-1} . Sin embargo, Ugarte (2011) reportó de 0.010 a 0.015 v ha^{-1} en Parras, Coahuila, en predios con vegetación de matorral desértico, siendo esta densidad más baja que las encontradas en la presente investigación.

Determinar la capacidad de carga adecuada es la decisión de manejo más importante en cualquier predio que es ó será utilizado con el propósito de manejar una ganadería diversificada, es decir para el aprovechamiento de ganado y aprovechamiento de la fauna silvestre (Holechek, 2000), y su medición debe ser clara en función del recurso que usa la especie de interés (Dhondt, 1988). La capacidad de carga se define como la estimación de la tolerancia de un ecosistema

al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico (SEMARNAT, 2016). Uno de los objetivos más importantes de estimar la composición de la dieta de una especie de interés, es que se conoce más a profundidad el uso puntual que hace de su hábitat (Lacca y Demment, 1996; Pelliza Sbriller *et al.*, 1997; Gonzáles y Améndola, 2010). En este sentido, se realizó un segundo análisis de la capacidad de carga del venado cola blanca considerando exclusivamente la disponibilidad de biomasa ponderada por el porcentaje de aparición de las especies vegetales que consumió en la UMA Sombreretillo. Los valores ponderados fueron de 16 y 10 venados para los hábitats conservado y fragmentado, respectivamente, en la época seca; valores que se incrementan a 57 y 49 venados en las mismas áreas para la época de lluvias. La población de venados, en función de la densidad estimada a partir de los grupos fecales, fue de 22.8 venados en las 543.4 ha del hábitat conservado, y 14.2 venados en 362.9 ha del hábitat fragmentado. Esta población está por debajo (alrededor de 50%) de la capacidad de carga considerando la biomasa ponderada estimada para la época de lluvias, y mayor considerando la época seca. En este sentido, la disponibilidad de biomasa en la época seca fue estimada a principios del mes de junio, al final de esta época, cuando la mayor parte de la biomasa remanente ya había sido consumida. Es posible que la baja disponibilidad de biomasa en la época seca esté limitando que se llegue a la máxima capacidad de carga estimada para la época de lluvias.

En general, la UMA Sombreretillo presentó una buena cubierta vegetal, lo cual se reflejó en una buena población de venado cola blanca. Sin embargo, se recomienda hacer prácticas de mejoramiento de hábitat promoviendo el desarrollo tanto del estrato herbáceo como del arbustivo, lo cual se logra con un buen manejo de la carga de ganado doméstico. Es de destacar que los cultivos agrícolas formaron parte importante de la dieta del venado, sin embargo, su disponibilidad fue durante un periodo de tiempo muy corto, ya que fueron cosechados en febrero 2017. Por

consiguiente, se recomienda establecer áreas con estos cultivos y que permanezcan disponibles para el venado al menos durante la época seca.

VI. CONCLUSIONES

La mayor biomasa vegetal disponible para el venado cola blanca en la UMA Sombreretillo se presentó en el área fragmentada en la época de lluvias; en la época seca fue mayor en la conservada. Sin embargo, la mayor disponibilidad fue aportada por los pastos que fueron poco consumidos por el venado.

La dieta del venado cola blanca fue similar en ambos hábitats, y estuvo compuesta en primer lugar por herbáceas seguida de arbustivas, y arbóreas y pastos fueron los menos consumidos. Las especies más consumidas fueron *Avena sativa*, *Euphorbia gramínea* y *Arctostaphylos pungens*.

La densidad de venado no fue afectada por la fragmentación del hábitat ya que su densidad fue similar en el hábitat conservado y fragmentado; esta densidad se consideró adecuada.

La capacidad de carga del hábitat, considerando la biomasa ponderada disponible en la época de lluvias fue mayor que la población estimada a partir de la tasa de defecación, aunque en la época seca fue menor y se considera como restrictiva para alcanzar una plena capacidad de carga en esta hábitat.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera-Reyes, U., Sánchez-Cordero, V., Ramírez-Pulido, J., Monroy-Vilchis, O., García-López, G. I., & Janczur, M. (2013). Hábitos alimentarios del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en el Parque Natural Sierra Nanchititla, Estado de México. *Biología Tropical*, 61(1), 243-253.
- Allison, C. D., & Bender, L. C. (2017). Grazing and Biodiversity. College of Agricultural, New Mexico Ctiy, *Consumer and Environmental Sciences*, p 12.
- Ambriz-Morales, P. (2012). Secuenciación y Análisis del Genoma Mitocondrial de Subespecies de Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*). Tesis de maestría. Ciudad Reynosa, Tamaulipas: Instituto Politecnico Nacional Centro de Biotecnología Genómica.
- Aranda-Sánchez, J. M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México* (pp 178-181). Tlalpan, México: CONABIO.
- Arceo, G., Mandujano, S., Gallina, S., & Pérez Jimenez, L. A. (2005). Diet diversity of white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia*, 69(2), 159-168.
- Armstrong, W. E., & Harmel, D. E. (1981). Exotic mammals competing with the natives. *Wildlife Biologist, Hunts*. Reproduced from PWD LF.
- Bello, J., Gallina, S., & Equihua, M. (2001). El venado cola blanca: uso de hábitat en zonas semiáridas y con alta disponibilidad de agua en el Noreste de México. Xalapa Veracruz: Instituto de Ecología. 67-76.
- Beltran Vera, C. Y., & Díaz de la Vega Martínez, A. D. (2010). Estimación de la densidad poblacional del venadocola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*), introducido en la UMA "Ejido de Amanalco" Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, 17(2), 154-158.
- Bennett, L. J., English, P. F., & McCain, R. (1940). A study of deer populations by use of pallet group counts. *The Journal of Wildlife management*, 4(4), 398-403.
- Benson, A. R., & Boyd, J. N. (2014). Individual-and population-level effects of *Odocoileus virginianus* herbivory on the rare forest herb *Scutellaria montana*. *Global Ecology and Conservation*, (1), 80-92.

- Best, T. L., & Dusi, J. L. (2014). Gosse Natuare Guides: Mammals of Alabama. Tucaloosa Alabama USA: Pro Quest ebrary. pp 391-396
- Castellaro G., G., Squella N, F., Ullrich R, T., Leó C, F., & Raggi S, A. (2007). Algunas técnicas microhistológicas utilizadas en la determinación de la composición botánica de dietas de herbívoros. *Agricultura Técnica*, 67(1), 86-93.
- Clemente-Sánchez, F. (1984). Utilización de la vegetación nativa en la alimentación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Hays) en el estado de Aguascalientes. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.
- CONABIO. (2012). Proyecto de Evaluación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (1997-2008). Resultados de la Fase I: Gestión y Administración. Mexico.
- Coronel-Arellano, H., López-González, C. A., & Moreno-Arzate, C. N. (2009). ¿Pueden las variables de paisaje predecir la abundancia de venado cola blanca? El caso del noroeste de México. *Tropical Conservation Science*, 2 (2), 229-236.
- Crider, B. L., Fulbrigh, T. E., Hewitt, D. G., Deyoung, C. A., Priesmeyer, W. J., Echols, K. N., & Draeger, D. (2015). Influence of white-tailed deer population density on vegetation standing crop in a semiarid environment. *The Journal of Wildlife Management*, 79(3), 413-424.
- Dhondt, A. A. (1988). Carryng capacity: a confusing concept. *Acta Oecologica*, 9(4) 337-346.
- Dostaler, S., Ouellet, J.-P., Therrien, J.-F., & Coté, S. D. (2011). Are feeding preferences of white-tailed deer related to plant constituents? *The Journal of Wildlife Management*, 75(4), 913-918.
- Eberhardt, L., & Van Etten, R. C. (1956). Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *The Journal of Wildlofe Management*, 20(1), 70-74.
- Esqueda-Coronado, M. H., Sosa-Rubio, E. E., Chávez-Silva, A. H., Villanueva-Ávalos, F., Lara del Río, M. d., Royo-Márquez, M. H., Beltrán-López, S. (2011). Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo: manual de capacitación. Cuajimalpa D.F, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

- Ezcurra, E., & Gallina, S. (1981). Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. Veracruz, México: P.F. Ffolliott, S. Gallina (Eds.). Deer biology, habitat requirements, and management in Western North America. Instituto de Ecología, México. pp. 78-108.
- Federación, D. O. (2007). Ley General de Vida Silvestre. Cámara de Diputados del H. México D.F.
- Fulbright, T. E., & Ortega-S, J. A. (2007). Ecología y Manejo de Venado Cola Blanca. Texas: A&M University Press. College Station.
- Gallina, S. (1993). White-tailed deer and cattle diets at La Michilia Durango, México. *Journal of Range Management*, 46, 487-492.
- Gallina, S., & Bello Gutierrez, J. (2014). Patrones de actividad del venado cola blanca en el Noreste de México. *Theyra*, 5(2), 423-436.
- Gallina-Tessaro, S. (2011). Tecnicas para conocer la dieta. En S. Gallina-Tessaro, & C. López-González (Eds.), Fauna silvestre de México: uso, manejo y legislación (p. 215). Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- González-Embarcadero, A., & Améndola-Massiotti, R. D. (2010). Técnica microhistológica para la determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros. Estado de México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- González-Romero, A. (2011). Fauna silvestre de México: Uso, Manejo y Legislacion. En S. Gallina-Tessaro, & C. A. López-González (Eds.), Manual de Técnica para el manejo de fauna silvestre (pp 1-3). Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- González-Saldívar, F., Uvalle-Sauceda, J., Cantú-Ayala, C., Reséndiz-Dávila, L., González-Uribe, D., & Olguín-Hernández, C. (2014). Efecto de la precipitación sobre la productividad del matorral espinoso tamaulipeco disponible para *Odocoileus virginianus*. *Agro Productividad*, 7(5), 3-8.
- Granados, D., Tarango, L., Olmos, G., Palacio, J., Fernando, C., & Mendoza, G. (2014). Dieta y disponibilidad de forraje del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus thomasi*) (Artiodactyla: Cervidae) en un campo experimental de Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 699-714.
- Hanley, T. A. (1982). The nutritonal basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management*, 35(2), 146-151.

- Henke, S. E., Demarais, S., & Pfister, J. A. (1988). Digestive capacity and diets of white-tailed deer and exotic ruminants . *The Journal of Wildlife Management*, 54(4), 595-598.
- Hernández-Llamas, A. R. (2014). Venado cola blanca en México. En: R. V. y. J. A. Ortega, ed. Ecología y manejo de fauna silvestre en México Venado cola blanca en México. En: R. V. y. J. A. Ortega, ed. Ecología y manejo de fauna silvestre en México Venado cola blanca en México. En: R. V. Montecillo, Texcoco, Estado de México: Colegio de Postgraduados.
- Hobbs, N. T., & Hanley, T. A. (1990). Habitat evaluation: do use/availability data reflect carrying capacity? *The Journal of Wildlife Management*, 54(4), 515-522.
- Hobbs, N., Baker, D. L., Ellis, J. E., Swift, D., & Green, R. A. (1982). Energy and nitrogen based estimates of elk winter range carrying capacity. *The Journal of Wildlife Management*, 46(1), 12-21.
- Holechek, J. L., Cole, R. A., Fisher, J. T., & Valdez, R. (2000). Natural Resources. Prentice Halle, Upper Sadddle River, NJ. p.335.
- Holechek, J., Pieper, R., & Herbel, C. (1995). Range management principles and practices. Englewood: Pretince Hall, Upper Sadddle River, NJ.
- Jordan, J. S. (1967). Deer browsing in northern hard-woods after clearcutting. U.S Forest Service Research. pp 1-15.
- Kie, J. G., Lynn Drawe, D., & Scott, G. (1980). Changes in diet and nutrition withIncreased herd size in Texas white-tailed deer. *Society for Range Management*, 33(1), 28-34.
- Kobelkowsky Sosa, R. (2000). Evaluación de hábitat y estructura de la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región central de la Sierra Fría, Aguascalientes. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México.
- Kobelkowsky-Sosa, R., Palacio-Núñez, J., Clemente-Sánchez, F., Mendoza-Martínez, G., Herrera-Haro, J. G., & Gallegos-Sánchez, J. (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.
- Kruger, W. (1972). Evaluating animal forage preference. *Journal of Range Management*, 25(6), 471-475.

- Lacca, E., & Demment, W. (1996). Foraging strategies of grazing animals. En J. Hodgson, & A. W. Illius, *The ecology and management of grazing systems* (pp 137-155). Wallingford: CAB International.
- Lara-Díaz, N. E., Coronel-Arellano, H., González-Bernal, A., Gutiérrez-González, C., & 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.
- Lavelle, M. J., Blass, C. R., Fischer, J. W., Hygnstrom, S. E., Hewitt, D. G., & VerCauteren, K. C. (2015). Food habits of adult male white-tailed deer determined by camera collars. *Wildlife Society Bulletin*, 39(3), 651-657.
- López-Pérez, E., Serrano-Aspeitia, N., Aguilar-Valdés, B. C., & Herrera-Corredor, A. (2012). Composición nutricional de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus ssp. mexicanus*) en Pitzotlán, Morelos. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(2), 219-229.
- López-Tellez, E. A. (2007). Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. Puebla, México: *Acta Zoologica Mexicana*, 23(3), 1-16.
- Mandujano-Rodríguez, S., Pérez-Pérez, T., Escobedo-Morales, L. A., Yáñez-Arenas, C., González-Zamora, A., Pérez-Solano, L. A., Ramos Robles, M. I. (2010). Venados: animales de los dioses. Xalapa, Veracruz: Instituto de Ecología .
- 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. (1993). Densidad de venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana*, 56, 1-37.
- Mandujano, S., & Gallina, S. (2014). Concepto y cálculo de la capacidad de carga de venados. En S. A. Gallina Tessaro, M. Rodríguez, & O. A. Villareal Espino-Barros (Eds.), *Monitoreo y manejo del venado cola blanca: conceptos y métodos* (pp 111-119). Xapala Veracruz: Instituto de Ecología.
- Mandujano, S., & Yánes, G. (2007). Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zoologica Mexicana*, 23(3).

- Mandujano, S., Gallina, S., & Ortega S, J. (2014). Venado cola blanca en México. En R. Valdez, & J. A. Ortega S (Eds.), *Ecología y Manejo de Fauna Silvestre en México* (pp. 413-434). Motecillo, Texcoco, Estado de México: Biblioteca Básica de Agricultura.
- Mandujano, S., Pérez Mejía, S., & Martínez Romero, L. E. (2004). Tasa de defecación del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus mexicanus*, en cautividad en Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(3), 167-170.
- Mandujano-Rodriguez, S. (2011). Conceptos generales de ecología poblacional para el manejo fauna silvestre. En S. Gallina-Tesaro, & C. A. López-González (Eds.), *Manual de técnicas para el estudio de fauna silvestres* (pág. 37). Querétaro, Querétaro, México: Universidad Autonoma de Queretaro.
- Martínez, A., Molina, V., González, F., Marroquín, J., & Navar, J. (1997). Observation of white-tailed deer and cattle diets in Mexico. *Journal of Range Management*, 50(3), 253-257.
- Mautz, W. W. (1971). Confinement Effects on dry-matter digestibility coefficients displayed by deer. *Journal of Wildlife Management*, 35(2), 366-368.
- McCall, T. C., Brown, R. D., & Bender, L. C. (1997). Comparison of techniques for determining the nutritional capacity for white-tailed deer. *Journal of Range Management*, 50(1), 33-38.
- Medina-Torres, S. M., García-Moya, E., Márquez-Olivas, M., Romero-Manzanares, A., & Martínez-Menes, M. (2008). Factores que influyen en el uso de hábitat por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel, Aguascaliente México. Xalapa, México: *Acta Zoologica Mexicana*, 24(3), 191-212.
- Milchunas, D., Lauenroth, W., & Burk, I. (1998). Livestock grazing: animal and plant biodiversity of shortgrass steppe and the relationship to ecosystem function. *Oikos*, 83(1), 65-74.
- Nalleli E., L. D., Helí, C. A., Alejandro, G. B., Carmina, G. G., & Carlos Alberto, L. G. (2011). Abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus coues*) en Sierra de San Luis, Sonora, México. *THERYA*, 2(2), 125-137.
- Neff, D. J. (1966). A determination of defecation rate of elk. *Journal of Wildlife Management*, 29(2), 406-407.

- Olivas S., M., Vital G., C., & Flores M., J. (2014). Métodos para determinar la composición de la dieta en venados: comparación de su efectividad y factibilidad. *Revista Bio Ciencias*, 2(4), 252-260.
- Ortiz-Martínez, T., Gallina, S., Briones-Salas, M., & Gonzáles, G. (2005). Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la sierra norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 21(3), 65-78.
- Pelliza-Sbriller, A., Willems P, N. V., Manero, V., & Somlo, R. (1997). Atlas dietario de herbívoros patagónicos. Bariloche, Argentina: INTA-GTZ EEA.
- Peña-Neira, J. M., & Habib de Peña, R. (1980). La técnica microhistológica: Un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. *Serie Tecno-Científica*, 1(6), 5-9.
- Pérez-Mejía, S., Mandujano, S., & Martínez-Romero, L. E. (2004). Tasa de defecación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en cautividad en Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(3), 167-170.
- Piña, E., & Trejo, I. (2014). Densidad poblacional y caracterización de hábitat del venado cola blanca en un bosque templado en Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(1), 114-134.
- Plata, F., Ebergeny, S., Resendiz, J., Villareal, O., Bárcena, R., Viccon, J., & Mendoza, G. (2009). Palatabilidad y composición química de alimentos consumidos en cautiverio por el venado cola blanca de Yucatán (*Odocoileus virginianus yucatanensis*). *Archivos de Medicina veterinaria*, 41(2), 123-129.
- Plata, F., Mendoza, G., Viccon, J., Bárcena, R., & Clemente, F. (2011). Comparación de métodos basados en los requerimientos nutricionales y disponibilidad de biomasa para estimar la capacidad de carga para venado cola blanca. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 43(1) 41-50.
- Plata, F., Mendoza, G., Viccon, J., Bárcena, R., Sánchez, F., & Villareal, O. (2011). Adecuación y análisis de sensibilidad de un modelo para la estimación de la capacidad de carga del hábitat de venado cola blanca. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 43(3), 267-275.
- Plata, F., Mendoza, J., Hernández, P., Bárcena, R., & Villareal, O. (2013). Incorporación de la cobertura de escape en un modelo de capacidad de carga para venado de cola blanca. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 45(1), 91-97.

- Portillo R., H. O., Hernández, J., Elvitt, F., Leiva, F., & Matínez, I. (2010). Estimación de la tasa de defecación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautividad en Honduras. *Revista Mesomaericana*, 14(1), 55-57.
- Potvin, F., & Hout, J. (1983). Estimating carrying capacity of a white-tailed deer wintering area in Québec. *The Journal of Wildlife Management*, 47(2), 463-475.
- Priego-Loredo, R. A., Martín-Muzlera, A., Martínez-Ibarra, J., & Hernández-García, R. D. (2008). Estimación de la densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la microcuenca Lagunillas, Sierra de Tapalpa. Zapopan Jalisco. Avances de la investigación en la CUCBA.
- Quintanilla-González, J. B. (1989). Determinación de la composición botánica de la dieta seleccionada por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el norte del estado de Nuevo León. Tesis de maestría, Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Ramirez-Lozano, R. G. (2004). Ecología y generalidades del venado cola blanca. En Nutrición del venado cola blanca (p.13). Monterrey, Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Rogers, L. L. (1987). Seasonal changes in defecation rates of free-ranging white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management*, 51(2), 330-333.
- Rojas-Rincón, S. (2003). Capacidad de carga para venado cola blanca (*odocoileus virginianus ssp. mexicanus* Gmelin, 1788) en la estación forestal experimental Zoquiapan, Estado de México. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales.
- Rzedowski, J., & Calderon de Rzedowski, G. (2005). Flora fanerogámica del Valle de México 2da edicion. Pátzcuaro, Michuacan: Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad .
- Sánchez-Rojas, G., Gallina, S., & Mandujano, S. (1997). Área de actividad y uso del hábitat de dos venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de la costa de Jalisco, México. *Acta Zoologica Mexicana*(72), 39-54.
- Santos, T., & Tellería, J. (2012). Pérdida y fragmetación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 3-12.
- Sarukhán, J. (2009). Capital Natural de México. CONABIO. México

- SEMARNAT. (2007). Plan de manejo tipo de venado cola blanca en climas áridos y semiáridos del norte de México. México, D.F: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (2007). Plan de manejo tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México. México, D.F: SEMARNAT.
- Serra-Ortíz, M. A., González-Saldivar, F. N., Cantú-Ayala, C., Guevara-González, J., & Picoón-Rubio, F. (2008). Evaluación del hábitat disponible para dos especies de cérvidos en el noroeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 12(1), 43-58.
- Shannon, C. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Ugarte-Vargas, Z. (2011). Estimación poblacional de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus miquihuanensis*) en dos condiciones de vegetación del predio Presas de San Antonio, municipio de Parras de la Fuente, Coahuila. Tesis de maestría. Saltillo, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
- Van Soest, P., Robertson, J., & Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10), 3583-97.
- Vangilder, L. D., Torgerson, O., & Porath, W. R. (1982). Factors influencing diet selection by white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management*, 46(3), 711-718.
- Vásquez Flores, Y. (2014). Composición de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región de La Cañada, Oaxaca. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Vavra, M. (2005). Livestock grazing and wildlife: developing compatibilities . *Rangeland Ecology Manage*, 58 (2), 128-134.
- Vega Hernández, D. M. (2014). Tasa de defecación en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) a partir de del contenido de fibra en heces. Tesis de maestría. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Colegio de Postgraduados.
- Villareal Espino-Barrios, O., Campos Armendia, L., Castillo Martínez, T., Cortes Mena, I., & Plata Pérez, F. (2008). Composición botánica de la dieta del venado temazate rojo (*Mazama temama*) en la Sierra Nororiental del estado de Puebla. *Universidad y Ciencia: Trópico Húmedo*, 24(3), 183-188.

Villarreal, O. (2002). El grand-slam de venado cola blanca mexicano, una alternativa sostenible. *Archivos de Zootecnia*, 51(194), 188-193.