



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL NUTRICIONAL DE UN
ECOSISTEMA DE PINO Y ENCINO PARA EL VENADO COLA
BLANCA (*Odocoileus virginianus*), EN EL NORPONIENTE DEL
ESTADO DE MORELOS Y SUR DEL DISTRITO FEDERAL”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN
CIENCIAS

P R E S E N T A:

TERESITA DE JESÚS AMEZCUA JAEGER

TUTOR: Dra. LEONOR SANGINÉS GARCÍA

COMITÉ TUTORAL: Dr. CARLOS GONZÁLEZ-REBELES ISLAS
Dra. ANGÉLICA MARÍA TERRAZAS GARCÍA

MEXICO, D. F.

20



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Al Planeta

AGRADECIMIENTOS

A mi familia: Carlos, Ana Clara, Carlos Ernesto y Sebastián por su paciencia y apoyo durante mis estudios y realización de la tesis. A mi Papá por su apoyo y su cariño.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM y al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y de la Nutrición Salvador Zubirán.

A Leonor Sanginés por siempre tener fe en mí y apoyarme de una manera muy amorosa en todas las fases de mi trabajo.

A mis tutores por su guía y apoyo: Carlos González-Rebeles Islas y Angélica Ma. Terrazas García.

Al equipo del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM en Morelos: Raúl García Barrios, Fernando Jaramillo, Víctor Manuel Gómez, Víctor Flores y Feliciano García.

Al apoyo recibido por CONACYT.

Al Bachillerato Técnico Agropecuario de Huitzilac (CEBETA 54) que apoyó con estudiantes de servicio social para el trabajo de campo.

Agradezco especialmente al personal del Herbario Nacional de México (MEXU) por su apoyo en la identificación de las especies vegetales.

A Jesús A. Valentino y Maru Gómez por su apoyo en el laboratorio.

A los y las estudiantes de servicio social que apoyaron de igual manera en el laboratorio: Ana, Magali, Alejandra, Diana, Brenda, Miguel, Maru, Bety y Jose Manuel.

A todas las personas que desinteresadamente me ayudaron en el trabajo de campo: Celsa, Ely, Alejandra, Luis, Eloísa, Carolina, Jesús, Maru, Carlos, Ana Clara, Carlos Ernesto, Sebastián, Manuel y Amelia.

RESUMEN

Con las condiciones adecuadas, el venado cola blanca presenta un gran potencial para promover la restauración y conservación de los ecosistemas de los que forma parte. En el Centro de México, persisten algunas zonas con las características ecológicas adecuadas para el aprovechamiento y fomento de esta especie animal, como son los bosques de Morelos y Distrito Federal. El objetivo de este trabajo fue conocer la cantidad de biomasa vegetal disponible, así como evaluar las características nutricionales de ésta y de cada una de las especies vegetales, mediante el análisis químico, energía y digestibilidad indirecta *in vivo*. El trabajo se realizó en un área de 400 Ha de un ecosistema de pino y encino. Se hizo un muestreo en época de lluvias y otro en secas. La familias encontradas fueron principalmente: Asteraceae (29%), Lamiaceae y Poaceae (7.3%), Ericaceae, Onagraceae, Scrophulariaceae 5.5% cada una y en menor proporción Crassulaceae, Rubiaceae y Solanaceae. La materia seca de las especies vegetales recolectadas, fue de 12.7% a 52.3% con un promedio de 28.8%; 13.4% proteína cruda (PC), con un rango de 6.6% a 28.6%; las 8.6% de cenizas (C) (3.4% a 20.9%), 3.8% de extracto etéreo (EE) (1.7% a 11.6%); 41.5% de fibra detergente neutro (FDN) (20.8% a 70.5%). En época de lluvias se encontró una producción en base seca de 1,830 kg/ha, mientras que en secas fue de 1,262 kg/ha. El análisis químico de las 42 muestras de biomasa disponible en época de lluvias reveló un 34% de materia seca, 10% PC, 9.0% C, 2.5% EE, 64% de FDN y 3kcal/g de energía bruta (EB). En época de secas los valores encontrados de materia seca fueron de 46%, 6.6% PC, 9.5% C, 2.5% EE, 72% FDN y 2.8kcal/g EB. Los índices de digestibilidad indirecta por nitrógeno fecal, fue en promedio de 66.2% para materia seca, 70.2% en materia orgánica y 62.6% para PC. Se concluye que la zona estudiada es un lugar adecuado como hábitat para los venados, ya que el 68.4% de las especies vegetales presentan el potencial para cubrir las necesidades de mantenimiento del venado cola blanca en cuanto a proteína cruda, mientras que 51.6% cubre las necesidades de gestación, crecimiento y producción de astas, con un índice de digestibilidad mayor a 62%.

Palabras clave: sistemas silvopastoriles, conservación, restauración de ecosistemas, fauna silvestre, desarrollo sustentable, ungulados.

ABSTRACT

With the appropriate conditions, the White-tailed deer has a great potential as an agent to promote ecosystem conservation and restoration. In Central Mexico, there are still some areas in which the ecological characteristics are optimal for deer. This is the case of the forests located in the border between the State of Morelos and the Distrito Federal. The goal of this work is to know the quantity of available vegetable biomass and to evaluate the nutritional characteristics of each plant species found, via chemical analysis, energy, fiber and *in vivo* digestibility. The area of study was 400 ha, in a pine-oak ecosystem. Samples were taken during the two seasons of the year: dry and rainy. The main plant families found were: Asteraceae (29%), Lamiaceae and Poaceae (7.3%), Ericaceae, Onagraceae, Scrophulariaceae 5.5% each, and Crassulaceae, Rubiaceae and Solanaceae in a smaller proportion. The dry matter of the collected species had an interval of 12.7% to 52.3% with an average of 28.8%. Crude protein (CP) was 13.4% with an interval of 6.6% to 28.6%. Ash (A) content had an average of 8.6%, with the lowest value 3.4% and the highest 20.9%. Lipids (L) showed an average of 3.8% and an interval of 1.7% to 11.6%. In fiber neutral detergent (FND) there was an interval of 20.8% to 70.5% and an average of 41.5%. In the rainy season the available vegetable biomass quantity was estimated (dry matter) at 1,830 kg/ha while in the dry season it was 1,262 kg/ha. The biomass chemical analysis of the 42 samples in rainy season showed a dry matter average of 34%, CP 10%, A 9%, L 2.5%, FND 64% and gross energy (GE) was 3 kcal/g of dry matter. In dry season, the biomass analysis showed an average of 46% dry matter, 6.6% CP, 9.5% A, 2.5% L, 72% FND and 2.8 kcal/g of dry matter GE. In the indirect digestibility indexes via fecal nitrogen, dry matter had an average of 66.2%, organic matter 70.2% and crude protein 62.6%. The conclusion is that the study area is indeed an appropriate habitat for white-tailed deer, 68.4% of the plant species have enough CP to cover the maintenance needs of a standard population of this specie, while 51.6% of the plant species have enough CP to cover the protein needs of the growth, pregnancy and antler production stages with a digestibility indicator greater than 62%.

Key words: silvopastoral systems, conservation, ecosystem restoration, wild ungulates, sustainable development.

CONTENIDO

Resumen	5
Abstract	6
Índice de cuadros	8
Índice de figuras	9
Introducción	10
Justificación	12
Objetivos	13
Hipótesis	13
Revisión de Literatura	14
El venado cola blanca	14
Nutrición del venado cola blanca	22
Digestibilidad	25
Situación del venado cola blanca en México y el área de estudio	28
Bosque de pino y encino	33
Materiales y métodos	38
Resultados y discusión	45
1. Identificación taxonómica de las especies	45
2. Análisis químico de las diferentes especies vegetales	57
3. Análisis de la biomasa vegetal disponible	69
4. Digestibilidad indirecta por índice de nitrógeno fecal	78
Conclusiones	84
Literatura citada	85
Anexo	100

CUADROS

Cuadro 1. Ecuaciones de regresión según los componentes para el índice de digestibilidad in vivo a partir de nitrógeno fecal	26
Cuadro 1.1 Clasificación de las especies de la familia Asteraceae encontradas en la ladera del volcán las palomas	50
Cuadro 1.2. Clasificación de las especies de las familias Lamiaceae y Poaceae encontradas en la ladera del volcán las palomas	51
Cuadro 1.3. Clasificación de las especies de las familias Ericaceae, Scrophulariaceae, Crassulaceae, Rubiaceae y Solanaceae encontradas en la ladera del volcán las palomas	52
Cuadro 1.4. Clasificación de las especies del resto de las familias encontradas en la ladera del volcán las palomas	53
Cuadro 1.5. Cantidad de especies vegetales recolectadas por transecto en las dos épocas del año	54
Cuadro 1.6. Cantidad de especies vegetales recolectadas por época	55
Cuadro 2.1.. Análisis químico de las plantas arbóreas recolectadas en el volcán las palomas	62
Cuadro 2.2 Análisis químico de las plantas arbustivas recolectadas en el volcán las palomas	62
Cuadro 2.3 . Análisis químico de las plantas herbáceas recolectadas en el volcán las palomas	63
Cuadro 2.4. Análisis químico de las gramíneas recolectadas en el volcán las palomas	64
Cuadro 2.5. Clasificación de las especies en cuanto a contenido de proteína cruda según las categorías de forrajes.....	65
Cuadro 3.1 Cantidad de biomasa disponible por hectárea en cada transecto	68
Cuadro 3.2 Resultados de la composición química (gr/100 gr ms) de la biomasa disponible en dos épocas del año	74
Cuadro 4.1 Requerimientos estimados de energía digestible (ED) que son equivalentes a la digestibilidad de la materia seca (MS) del venado cola blanca	78

FIGURAS

Figura 1. Venado Cola Blanca Macho	13
Figura 2. Distribución del Venado Cola Blanca en el Continente Americano	13
Figura 3. Distribución de las especies de venado cola blanca en México	14
Figura 4. Corredor Biológico del Chichinautzin	37
Figura 5. Distribución y numeración de los transectos en la ladera poniente del volcan huescalapa	40
Figura 6. Esquema representativo de un transecto para muestreo de vegetación y biomasa	40
Figura 7. Esquema representativo de los puntos de muestreo para biomasa	41
Figura 1.1 Distribución de familias vegetales encontradas en la ladera del volcán las palomas	45
Figura 1.2. Distribución de las categorías de las especies recolectadas en el volcán las palomas.....	48
Figura 1.3. Cantidad de especies recolectadas por transecto	55
Figura 2.1 Porcentaje de los diferentes componentes nutricionales por tipo de crecimiento en las especies vegetales del volcán las palomas ..	64
Figura 2.2 Proporción de especies por porcentaje de proteína según la clasificación de forrajes	66
Figura 2.3 Proporción de especies vegetales según los requerimientos de proteína del venado por etapa fisiológica	66
Figura 4.1 Porcentaje de digestibilidad por índice de nitrógeno fecal en materia seca encontrado en heces de venado cola blanca recolectadas en el volcán las palomas	77
Figura 4.2 Porcentaje de digestibilidad por índice de nitrógeno fecal en materia orgánica encontrado en heces de venado cola blanca recolectadas en el volcán las palomas	78
Figura 4.3 Porcentaje de digestibilidad por índice de nitrógeno fecal en proteína encontrado en heces de venado cola blanca recolectadas en el volcán las palomas	79

INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca, se encuentra distribuido en todo el territorio de nuestro país con excepción de la península de Baja California, circunstancia que ha hecho de esta especie un recurso muy importante para las comunidades (Leopold, 1959; Ortiz *et al.*, 2005). El venado es fuente de proteína, símbolo cultural de muchas etnias, objeto de las actividades cinegéticas y elemento buscado por los turistas que aprecian la naturaleza (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Álvarez-Romero y Medellín, 2005).

En las últimas décadas, el cambio en el uso de suelo en nuestro país se ha acelerado considerablemente, dando lugar a que los ecosistemas originales sean transformados en campos para la agricultura, ganadería o establecimientos urbanos, ocasionando con esto la pérdida de recursos naturales como la biodiversidad y sus servicios ambientales; la generación de contaminación de agua, tierra y aire y el consecuente cambio climático (Toledo, 1989; CONABIO, 2006).

Debido a la pérdida de ecosistemas alrededor del mundo por necesidad económica, las sociedades buscan encontrar un equilibrio entre el uso de los recursos naturales y la conservación de éstos mediante el desarrollo sustentable, que en general, se refiere al desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades, desde una dimensión ambiental, política, social, económica, educativa y espiritual (Bá, 1999).

Los bosques templados del noroeste de Morelos enfrentan un grave deterioro ocasionado principalmente por la tala del bosque, la extracción

de tierra de monte, la expansión de la frontera agropecuaria y el crecimiento de los núcleos urbanos, dentro de este fenómeno, el venado cola blanca ha sufrido de la pérdida de grandes áreas de su hábitat. El fraccionamiento de sus áreas de distribución junto con la cacería furtiva han diezmando la población y posiblemente lleven a la desaparición de esta especie en la región con sus respectivas consecuencias (Argüelles, 2008).

Para detener y revertir el deterioro de los ecosistemas en México, es necesario modificar los sistemas de producción y buscar esquemas compatibles con un desarrollo sustentable al tiempo que se restauren los ecosistemas deteriorados.

La restauración ecológica busca restablecer funcionalmente un ecosistema de manera que contenga los elementos suficientes para continuar con sus procesos naturales y evolucione en respuesta a las condiciones ambientales (SEMARNAT, 2007; Argüelles, 2008).

Con las condiciones adecuadas, el venado cola blanca cuenta con un gran potencial para promover la restauración y conservación de los ecosistemas de los que forma parte. Dado que esta especie es de gran importancia ecológica, económica y cultural en nuestro país, existe la posibilidad de aprovecharla cinegéticamente para el beneficio de la región. Cuando se añade valor económico a los recursos naturales, esto genera incentivos para el cuidado de los mismos (Muñoz *et al.*, 2008). De esta manera el aprovechamiento cinegético del venado puede ser una alternativa sustentable para las comunidades de la zona que ofrece beneficios económicos y que a su vez detiene o modifica las prácticas inadecuadas de los recursos naturales que se utilizan actualmente. Esto se puede llevar a cabo a través de un esquema creado por el gobierno mediante la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales

(SEMARNAT), el cual son las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA), que promueven alternativas de producción que a su vez generan beneficios económicos al conservar las especies de interés y su hábitat. Las UMAs fomentan el uso racional y planificado de los recursos para así poder contribuir a la conservación y detener el deterioro ambiental (Arguelles, 2008). Aún a pesar del profundo impacto humano, persisten algunas zonas con las características ecológicas adecuadas para su aprovechamiento y fomento, como son los bosques situados en la frontera entre el estado de Morelos y el Distrito Federal. Para garantizar que una nueva propuesta ambientalmente sustentable de uso de suelo genere la conservación a largo plazo e incluso la restauración ecológica exitosa del sistema es de suma importancia conocer el uso del hábitat y la dinámica poblacional de cualquier especie que se intente conservar o reintroducir en el mismo. El análisis de los compuestos nutricionales de los forrajes preferidos por la especie en cuestión forma parte esencial de este conocimiento

Lo que se busca en este trabajo, es analizar el potencial forrajero del bosque de pino y encino de la zona, lo cual forma parte de un esfuerzo conjunto de instituciones e investigadores para la restauración y mantenimiento del ecosistema del norponiente de Morelos, al repoblar estas áreas con venado cola blanca mediante la aplicación de sistemas silvopastoriles adecuados, y lograr de esta manera no solo un beneficio para la zona afectada sino para todas las comunidades de la zona por igual.

JUSTIFICACIÓN

El conocer las características forrajeras para el venado cola blanca en el bosque de pino y encino será de ayuda para poder establecer los sistemas silvopastoriles adecuados para repoblar dicho ecosistema con esta especie animal, siendo esto, uno de los pasos para la restauración de estos bosques.

OBJETIVOS

Objetivo General

Conocer las características nutricionales del forraje en el bosque de pino encino en la ladera poniente del volcán Las Palomas en dos épocas del año

Objetivos Específicos

- Identificar taxonómicamente las especies con potencial forrajero presentes en el bosque de pino y encino, así como la estimación de biomasa disponible en el área de estudio.
- Conocer la composición nutricional de la biomasa disponible para los venados en dos épocas del año; así como del forraje presente en la época de lluvias, mediante análisis químicos y de energía bruta.
- Estimar de manera indirecta (a través de nitrógeno fecal) la digestibilidad *in vivo*, de la materia seca.

HIPÓTESIS

Las especies forrajeras en este bosque son capaces de cubrir los requerimientos nutricionales de una población de venado cola blanca en ambas épocas del año.

REVISIÓN DE LITERATURA

El venado cola blanca

El venado cola blanca, *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780), familia Cervidae, orden Artiodactyla (Smith, 1991), es un rumiante silvestre de tamaño mediano, y gran agilidad (figura 1).



Figura 1. VENADO COLA BLANCA MACHO (Foto: Villarreal, J.)

En el Continente Americano, se distribuye desde el sur de Canadá (60° latitud norte) hasta Bolivia, (15° latitud sur) (Halls, 1984; Smith, 1991), ver figura 2.



Figura 2. DISTRIBUCIÓN DEL VENADO COLA BLANCA EN EL CONTINENTE AMERICANO (Álvarez y Medellín, 2005)

En México existen 14 subespecies de este cérvido, distribuidas en toda la República Mexicana con excepción de la Península de Baja California. Habita casi todos los tipos de vegetación (figura 3), desde los bosques templados, hasta matorrales xerófilos, abarcando las tierras bajas hasta sistemas montañosos con altitudes de hasta 3000 msnm (Leopold, 1959; Ortiz *et al.* 2005), este mamífero presenta una gran adaptabilidad en diferentes hábitats y climas. Es una de las especies más importantes desde el punto de vista de la actividad cinegética en México (Leopold, 1959; Villarreal-Espino, 2002; Fulbright y Ortega, 2007).

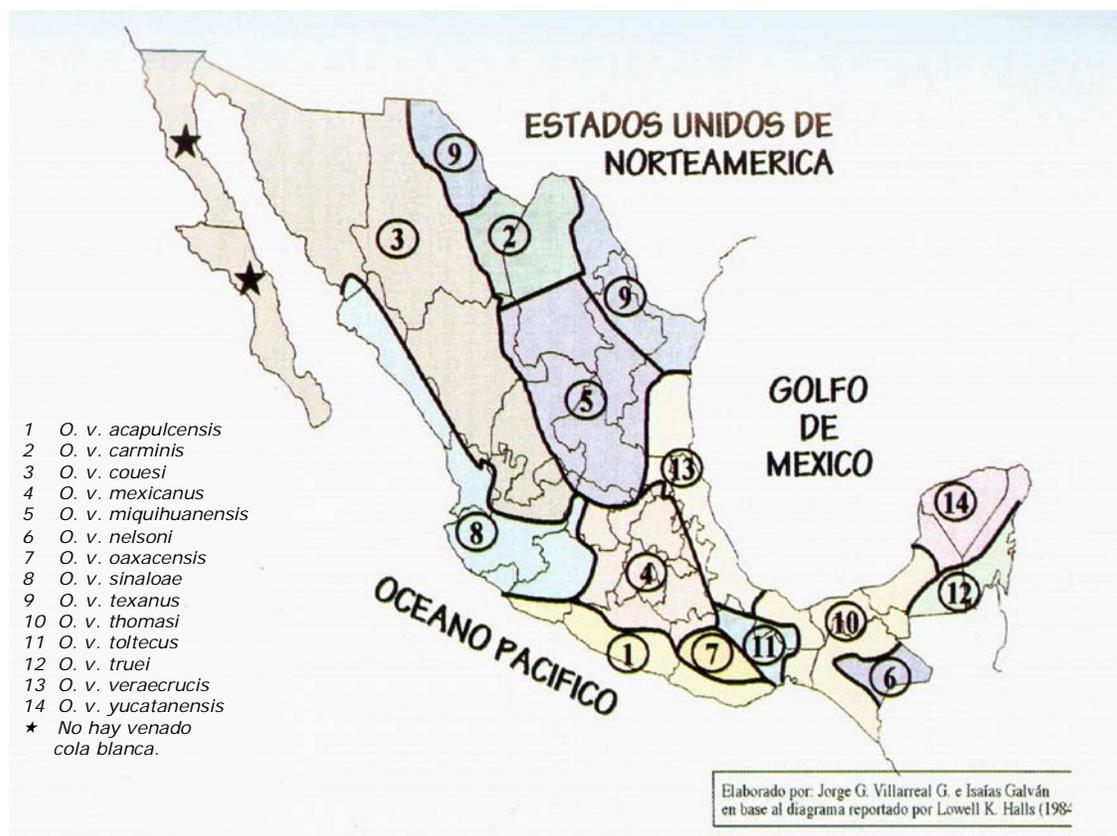


Figura 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE VENADO COLA BLANCA EN MÉXICO (Tomado de Villarreal, 2006)

La subespecie de interés para este estudio, por su ubicación, es *O. v. mexicanus*, la cual, según Villarreal (2006) a pesar de que representa el 10% de las subespecies en México, presenta, junto con otras, una situación muy mala y con muy bajas posibilidades de éxito para su sobrevivencia. Esto se da por un conjunto de factores que van desde el poco interés cinegético hacia esta subespecie, hasta los programas de conservación del hábitat y el escaso capital social en las comunidades cercanas en donde habita.

El venado cola blanca es de color pardo o gris claro (figura 1), se caracteriza principalmente por presentar una banda blanca que se dibuja a través de la nariz, pelos blancos en sus orejas y un notorio anillo blanco alrededor del ojo, la barba es blanca con una marca negra a cada lado junto de la boca, tienen una mancha blanca en la garganta que baja unos centímetros hacia el pecho, las partes bajas del cuerpo, incluyendo las partes de adentro de las patas son blancas. Lo más notorio en la coloración de este animal es el mechón de pelos blancos que presentan en la base de la cola, la cual se levanta cuando el animal está en estado de alerta como si fuera una bandera (Reid, 1997; Galindo-Leal y Weber, 1998). Los cervatillos, hasta los tres meses de edad, tienen un pelaje rojizo moteado que les ayuda a confundirse entre la maleza cuando se mantienen inmóviles (Hiller, 1996). Tiene un cuello largo, la cabeza elongada y patas delgadas. Sólo el macho presenta astas. Es el miembro más rápido de la familia de los cérvidos, su cuerpo está diseñado evolutivamente con fines de rapidez y agilidad, alcanzando los 64km por hora, pudiendo dar brincos de 4 a 6 m de largo (Halls, 1984; Hiller, 1996).

Presentan visión monocular hacia los lados y binocular hacia el frente, cubriendo de este modo entre 300 y 310 grados alrededor de ellos. No pudiendo mirar únicamente lo que se encuentra directamente atrás de

ellos (Halls, 1984). Sus ojos están adaptados a ver en la luz y la semioscuridad, su visión está adecuada a captar movimiento, y aunque al parecer no pueden ver colores, son capaces de distinguir manchones que no concuerdan con el paisaje (Hiller, 1996). Tiene buen sentido del oído, con orejas de gran tamaño, capaces de rotar hacia diferentes lados cada una. Su sentido del olfato es el más desarrollado, y lo utilizan principalmente para encontrar comida, reconocer a sus críos y localizar a otros venados en época de apareamiento. La boca, los bigotes y la lengua funcionan como órganos de tacto, con el que se acicalan y reconocen unos a otros (Hiller, 1996).

El venado cola blanca aun cuando no presenta una conducta específicamente gregaria, se le puede encontrar formando dos tipos de agrupaciones, uno es el que forma la hembra con sus crías, incluso hijas de varias generaciones; otro es el que forman los machos, los cuales tienden a ser más sociables que la hembras entre ellos (Halls, 1984), el cual consta generalmente de un grupo constante de dos a cuatro machos y de varios machos "flotantes" que les acompañan de una manera pacífica por un tiempo y que cambian de grupo en grupo hasta formar el propio (Hiller, 1996), esta agrupación se da cuando no es época reproductiva, ya que en ésta se les encuentra siempre solos o en compañía de una hembra. Al cumplir el año la madre echa al crío macho de la familia, el cual por un tiempo, se convierte en un macho "flotante" que recorre a veces grandes distancias para encontrar un grupo de machos donde quedarse y que generalmente, al contrario de las hijas no vuelve al núcleo familiar (Halls, 1984; Galindo-Leal y Weber, 1998). Este tipo de conducta ayuda a reducir la consanguinidad (Hiller, 1996).

En cuanto al orden jerárquico cuando se encuentran en grupo, los machos más grandes, fuertes y agresivos dominan a los demás con los que se asocian estableciendo una jerarquía social. La actividad para el

establecimiento de este orden sólo sucede en la época de reproducción y como generalmente los rangos sociales ya se encuentran establecidos dentro de los grupos, la dominancia sólo se ejerce con venados extraños. Otro momento en el cual se establece dominancia ocasionalmente, es a la hora de la comida, y esta ocurre por parte de los dos sexos, en el que el animal más dominante tiende a ocupar el mejor lugar de ramoneo, también existe evidencia de que las hembras más dominantes se aparean más temprano que las subordinadas. Este orden se establece tanto entre las familias, cuando comparten un mismo espacio para alimentarse, como dentro de una familia, siendo la madre la más dominante (Halls, 1984; Hiller, 1996).

Los venados poseen glándulas tarsales, metatarsales, interdigitales, prepuciales y preorbitales que les son sumamente útiles para la comunicación (Marchinton y Hirth, 1994), por otro lado, cuentan con diferentes tipos de vocalizaciones o llamadas con los que son capaces de llevar a cabo una combinación de lenguaje corporal, claves y sonidos para el mismo fin (Hiller, 1996). Las crías establecen una firma acústica tempranamente que les permite ser reconocidas por sus madres (Espmark, 1971, 1975). Por otro lado, las vocalizaciones de los machos también inducen la actividad sexual en las hembras. (McComb, 1987).

A la distancia que recorre un venado en el día para realizar sus actividades, se le conoce como ámbito hogareño, y éste depende de factores como la cobertura, alimento, disponibilidad de agua, edad, sexo, época del año y clima, entre otros, siendo la cobertura, el alimento y el agua los factores más importantes (Fulbright y Ortega, 2007). En climas templados, donde el venado no tiene que viajar grandes distancias para encontrar comida o condiciones más favorables para él, éste lleva a cabo sus actividades en un área relativamente pequeña durante todo el año. El ámbito hogareño de un macho llega a ser de aproximadamente 174

ha, mientras que el de la hembra llega a 60 ha. Generalmente no llegan a viajar más de 1.65 km. (Ezcurra y Gallina, 1981; Halls, 1984). En las áreas con mayor cubierta vegetal es donde pasan las horas de inactividad y se conocen como echaderos, que generalmente se encuentran en lo más denso de la vegetación (Marchinton y Hirth, 1984). Normalmente se quedan en los echaderos no más de 2 horas a la vez y la mayor parte de este tiempo lo ocupan en la rumia o acicalándose (Halls, 1984).

Los venados tienden a ser más activos al amanecer y unas horas antes del atardecer (Reid, 1997; Gallina *et al.*, 2002). Aunque presentan una gran flexibilidad en sus actividades diarias, las cuales dependen de factores que van desde variaciones en el ambiente, preferencias individuales, hasta la presencia de actividades humanas (Halls, 1984). Una explicación para la actividad en el amanecer, en lugares donde no hay una fuente de agua como lagos o riachuelos, puede ser la acumulación de rocío que se da a esas horas o a que existan plantas que absorban más agua durante la noche y de esta manera, al consumirlas, podrían llegar a cubrir de una mejor manera sus requerimientos (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Mandujano y Gallina, 1995; Sánchez *et al.*, 1997).

El venado cola blanca es una especie poligámica (Halls, 1984). Su época reproductiva depende de la latitud en donde se encuentre, presentando características de una especie poliéstrica estacional en cuanto más alejado está del Ecuador. Esta estacionalidad se encuentra determinada por la cantidad de horas de luz al día, presentando la época de celo durante el otoño e invierno, y los nacimientos en primavera y verano, con variaciones aún dentro de una misma subespecie, según la localidad geográfica que habite (Verme y Ullrey, 1994). En los países ecuatoriales, en América del Sur, tiende a reproducirse todo el año, comportándose

como una especie poliéstrica continua, aunque dependiendo de las características del hábitat, al igual que en zonas templadas, las mayores frecuencias se dan en épocas determinadas, con una mayor presencia de celos en la temporada de secas y más nacimientos en la de lluvias (Hiller, 1996; Galindo-Leal y Weber, 1998; Guzmán, 2005).

Los machos alcanzan la pubertad alrededor de los 8 meses de edad, aunque es poco probable que se lleguen a reproducir a esa edad ya que tienen poca oportunidad de cortejar a las hembras ante los machos mayores (Galindo-Leal y Weber, 1998). Cuando llega la época reproductiva, presentan cambios hormonales y morfológicos como son el engrosamiento del cuello, la acumulación de grasa, conducta agresiva hacia otros machos y acoso a las hembras. Estos cambios se dan principalmente por la secreción de testosterona y hormona luteinizante que empiezan a elevarse por factores externos como la cantidad de horas de luz al día y factores cíclicos internos (Galindo-Leal y Weber, 1998). El macho generalmente está listo para la reproducción antes que la hembra, en este tiempo dedica la mayor parte de su tiempo puliendo sus astas para quitarles el terciopelo, marca el área con su olor, no tanto para marcar su territorio sino para que la hembra reconozca su presencia (Hiller, 1996). En caso de que encuentre a una hembra lista para recibirlo, la sigue para montarla, si lo logra y ésta ya no se muestra receptiva, se marcha en busca de otra. El macho sabe cuando una hembra está lista para reproducirse por el olor y/o su conducta hacia él o hacia otros machos. (Hiller, 1996). La duración del ciclo de astas varía según la región, al igual que el ciclo de la reproducción (Guzmán, 2005; Leopold, 1959). El venado tira sus astas aproximadamente cada año y alrededor de una semana después empiezan a crecer las astas nuevas (Galindo-Leal y Weber, 1998).

Las hembras alcanzan la pubertad al año o un poco antes, pero normalmente alcanzan la época reproductiva cuando ya tienen de 16 a 18 meses, que es cuando se aparean por primera vez. El venado cola blanca puede presentar hasta 7 ciclos estrales en una estación reproductiva antes de entrar en anestro estacional, siendo lo común de 2 a 3 ciclos (Galindo-Leal y Weber, 1998). El intervalo entre estros es de aproximadamente 26 días. La hembra entra en celo por la combinación de varios factores exógenos y endógenos, como son niveles hormonales, estado de salud, temperatura y horas de luz al día. Aún cuando no presenta un cambio de conducta tan marcado como el macho, ésta empieza a orinar más frecuentemente y debido a la presencia de feromonas en su orina, deja su marca de olor para facilitar al macho localizarla (Hiller, 1996).

El periodo de gestación dura de 196 a 205 días. El parto generalmente se realiza en lugares aislados y bien protegidos y se lleva a cabo sencilla y rápidamente. Las venadas primíparas por lo general suelen tener una cría, los siguientes partos producen de dos a tres crías dependiendo de la calidad del ecosistema y la cantidad de recursos que tengan (Guzmán, 2005). Después de unos minutos de nacido, el cervatillo se levanta y empieza a mamar. El destete se presenta aproximadamente a los 60 días de nacido. Al nacer presentan una coloración rojiza con manchas blancas (Hiller, 1996). La reproducción de la hembra empieza a declinar cuando tiene seis o siete años. Se ha observado que en ungulados silvestres, cuando las condiciones ambientales no son favorables, nacen una mayor cantidad de venados machos, mientras que cuando éstas son óptimas, tienden a nacer más hembras (Hiller, 1996; Luna, 2006).

La longevidad del venado cola blanca puede llegar a ser de 15 a 20 años de edad, pero en condiciones naturales, generalmente solo viven hasta los siete u ocho años de edad, esto se debe principalmente al desgaste de

la dentadura por el consumo de forrajes naturales (Álvarez-Romero y Medellín, 2005). Otros factores que afectan la mortalidad del venado son las enfermedades, las principales patologías identificadas en el venado cola blanca en vida libre en México, han sido: Rabia, brucelosis, estomatitis vesicular, tuberculosis, leptospirosis, salmonelosis y antrax entre otras (Rojo *et al.* 2007). También sufren de enfermedades parasitarias tanto externas como internas, y enfermedades comunes al ganado doméstico (Hiller 1996; Galindo-Leal y Weber, 1998). Los depredadores juegan un papel importante en la mortalidad del venado, entre estos se encuentran, el gato montés, el puma, el coyote, el águila, los perros ferales y el humano (Ramírez, 2004; Galindo-Leal y Weber, 1998). La cacería ya sea organizada o no y las actividades humanas como la expansión de la frontera agrícola y urbana que disminuyen y alteran el hábitat de esta especie han sido factores históricos en la mortalidad del venado en México (Leopold, 1959). Otro factor que puede llegar a ser importante en ciertas áreas es la desnutrición causada porque el ecosistema no tiene la capacidad para mantener a una población de venado, como sucede en zonas donde el venado se reproduce con tanto éxito que llega a sobrepoblar el ecosistema (Halls, 1984).

Nutrición del Venado Cola Blanca

El venado vive en diversos ecosistemas, los cuales incluyen los bosques templados, zonas áridas y bosque tropical entre otros. Las poblaciones más numerosas se encuentran en bosques con una cubierta arbustiva muy densa, ya que ésta, además de proporcionar alimento, tiene la ventaja de protegerlo contra los depredadores (Galindo-Leal *et al.*, 1994). Los elementos más importantes para la selección de su hábitat son el alimento, la cobertura y la disponibilidad de agua (Fulbright y Ortega,

2007). El venado tiende a encontrarse con más frecuencia en el bosque joven, dado que en éste encuentra más alimento y protección. Para su alimentación, si está disponible, prefiere la vegetación secundaria de un bosque degradado pues muchas de las especies que se regeneran después de la roza y quema son abundantes, fácilmente accesibles y de buen sabor (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Mandujano y Gallina, 1993).

Una de las principales necesidades de este mamífero es el consumo de agua. Esta la obtienen en arroyos, ríos, charcos o estanques, en caso de encontrarse accesibles, de lo contrario, se cree que su principal fuente de líquido es el rocío de la mañana y/o el agua contenida en las flores y los frutos de los árboles. La disponibilidad de este recurso varía dependiendo de la época del año, la distribución y los requerimientos de la especie, los cuales además varían según la etapa fisiológica del animal (Mandujano *et al.*, 1994; Mandujano y Gallina, 1995; Mandujano y Martínez, 1997; Villarreal y Fuentes, 2005). El consumo diario es aproximadamente de uno a cuatro litros de agua (Mandujano y Gallina, 1995).

El venado cola blanca es un rumiante verdadero que entra en la categoría de "seleccionador concentrado", estos son aquellos animales que evolucionaron antes de que aparecieran las gramíneas, adaptando su sistema digestivo a arbustos y hierbas con menos fibra y mayor calidad nutricional que los pastos (Hofmann, 1988); por lo mismo, seleccionan plantas que son altamente nutritivas, especialmente en contenido de proteína y energía, y por su bajo contenido de fibra, más fáciles de digerir para ellos, pues presentan una capacidad limitada para digerir las paredes celulares (Verme y Ullrey, 1984; Hofmann, 1988). El tracto digestivo de esta especie se adapta a su dieta con el retículo y abomaso de mayor tamaño en proporción al rumen y el omaso, y con glándulas salivales más desarrolladas y adaptadas para el consumo de forrajes ricos en azúcares disueltos, taninos y otros compuestos

presentes en las plantas leñosas (Hofmann, 1988). Las crías toman únicamente leche (empezando con calostro) al nacimiento, durante las primeras dos semanas de vida. Transcurrido este tiempo, van incorporando poco a poco alimento sólido a su dieta. El destete se realiza desde los 3 hasta los 6 meses de edad (Halls, 1984).

Su dieta varía considerablemente según la temporada o estación del año y de una región a otra, siendo esto uno de los factores en su gran capacidad de adaptación (Leopold, 1959). Se alimenta de hojas, renuevos y frutos, así como de material leñoso proveniente de una gran variedad de árboles y arbustos. Gallina *et al.* (1978), encontraron en un estudio sobre hábitos alimentarios del venado cola blanca, realizado en la Reserva de la Biosfera La Michilía, que el venado prefirió en su dieta los arbustos en un 51%, árboles (32%), hierbas (15%) y pastos en un 2%. Selecciona sus alimentos en base a la palatabilidad o aporte energético y proteico de éstos y no tienen problema para modificar su dieta constantemente (Verme y Ullrey, 1984; Berteaux *et al.* 1998). En cuanto a la elección de la dieta por sus componentes, Campbell y Hewitt (2005) mencionan que entre la energía y la proteína cruda, la primera es más determinante, dado que tiene un papel esencial para el crecimiento corporal y de las astas, y para el mantenimiento de la gestación y la lactancia, y al contrario de lo que se ha reportado en varias ocasiones, la proteína cruda, aunque importante, no llega a afectar en gran medida estos procesos. Un venado consume alrededor del 3% de su peso vivo en materia seca al día. Para poder cubrir sus necesidades fisiológicas, necesita de ciertos elementos como son agua, fibra, energía, nitrógeno, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas (A, D y E principalmente). Así mismo, requieren de una poca cantidad de fibra indigerible en su dieta para ayudar al proceso normal de digestión (Verme y Ullrey, 1984).

La energía es uno de los elementos más importantes en la dieta del venado cola blanca, se requiere que esté presente en cantidades de aproximadamente 89 kcal/kg de peso vivo^{0.75} o entre 1100 a 1900 kcal para una hembra de 55 kg por día, dependiendo de su actividad (Gallina, 2003; Fulbright y Ortega, 2007). Los requerimientos de proteína varían igualmente según la etapa en que se encuentre, y son de 7-10% para mantenimiento básico en venados machos y hembras mayores de un año, hasta 14-18% para crecimiento de astas, gestación, lactancia y cervatillos menores de un año (Hiller, 1996; Berteaux, *et al.* 1998; Shimada, 2003; NRC, 2007).

Algunos elementos de la dieta como el sodio, cobalto, yodo y selenio suelen ser escasos en especies arbustivas o arbóreas dada la composición del suelo en algunas regiones, por eso es que los venados se sienten atraídos a rocas minerales cuando estas están presentes (Verme y Ullrey, 1984) y se cree que es una de las razones por las que en ocasiones les gusta comer tierra (Kennedy *et al.*, 1995). Los requerimientos de calcio y fósforo son del 0.45% Ca y 0.28% F, o 2.7 g/día Ca y 2.2 g/día F, en una relación aproximada de 2:1 (Verme y Ullrey, 1984; Hiller, 1996; NRC, 2007).

Digestibilidad

La evaluación de la digestibilidad implica la determinación de la cantidad de nutrimento o forraje (según sea el caso) que desaparece a través del tracto gastrointestinal del animal o dicho de otra manera, la cantidad de material que no ha sido absorbido ni degradado (Shimada, 2003). La digestibilidad es otra forma de medir la calidad del alimento además de la cantidad de sus nutrientes. La digestión en un animal depende de varios factores como son, en primer lugar, las enzimas presentes y el

ambiente fisiológico en el que actúan, las propiedades de los alimentos ingeridos, incluyendo su respuesta a las enzimas y a agentes inhibidores que los mismos alimentos puedan contener y la capacidad total del tracto digestivo del animal, lo cual tiene que ver con la especie y la edad del animal entre otros factores. Por eso mismo dos alimentos que presenten la misma composición química y el mismo grado de digestibilidad, pueden actuar de diferente manera según las circunstancias (Shneider y Flatt 1975; Shimada, 2003).

Existen diferentes métodos para determinar la digestibilidad de un alimento. Entre ellos se encuentran los que consisten en dar cierta cantidad de un alimento específico con una composición conocida a un animal y posteriormente medir y analizar las heces. Otros métodos consisten en exponer los alimentos a la acción de enzimas digestivas e incubar las muestras en ciertas condiciones y temperaturas por un periodo de tiempo (Shimada, 2003).

Digestibilidad indirecta por índice de nitrógeno fecal

Dado que los animales en vida libre presentan un rango muy amplio de selección no solo de plantas para consumir, sino también de que partes de la planta van a ingerir, se vuelve muy difícil determinar el valor de digestibilidad de los alimentos que forman su dieta. Es por esta razón que se han hecho amplios estudios sobre métodos indirectos para determinar la digestibilidad de los alimentos en ungulados silvestres (Shneider *et al.* 1953; Holloway *et al.* 1981; Leslie y Starkey, 1985; Wehausen, 1995).

Dentro de los diferentes métodos para determinar la digestibilidad de los forrajes consumidos por los animales, se encuentra el análisis del

nitrógeno fecal (NF). Los índices fecales se usan comúnmente para medir la calidad de la dieta en ungulados silvestres (Page y Underwood, 2006).

En diferentes estudios comparativos de métodos indirectos para determinar digestibilidad, se ha encontrado que el índice de NF es uno de los más exactos. Existen similitudes muy cercanas entre los resultados de digestibilidad del índice fecal y otros ensayos indirectos para esta determinación (Holecheck *et al.* 1982). Aún cuando ha existido cierta controversia en cuanto al uso de estos índices, se ha encontrado a través de los años y de múltiples estudios que este índice si proporciona un cálculo aceptable para calcular la digestibilidad de los alimentos (Leslie *et al.* 2008).

Para establecer este método se han hecho ensayos basados en la recolección de forraje en los que se han realizado pruebas convencionales de digestibilidad. Se estableció una regresión entre la digestibilidad y el porcentaje de nitrógeno en las heces. Se tomaron muestras de heces de los animales que consumieron los forrajes analizados y se les determinó el porcentaje de nitrógeno presente en ellas, el resultado de nitrógeno se agregó a una ecuación que se ha establecido a partir de la prueba convencional de digestibilidad. El método indirecto no requiere que se tomen muestras del forraje consumido y sirve para obtener una estimación de la digestibilidad para grupos de animales en vez de individuos (Wallace y Van Dine 1970, Wehausen, 1995, Holloway, *et al.* 1981).

La ecuación para determinar la digestibilidad por nitrógeno fecal es la siguiente:

$$Y = bX + a$$

Donde:

Y es el coeficiente de digestibilidad

X es el porcentaje de nitrógeno fecal

b y a son valores determinados después de realizar cierto número de pruebas para cada uno de los componentes como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Ecuaciones de regresión según los componentes para el índice de digestibilidad in vivo a partir de nitrógeno fecal (Tomado de Wallace y Van Dyne, 1970)

Componente	Ecuación de regresión	Coefficiente de correlación
Materia seca	$Y = 19X + 31$	0.95
Materia orgánica	$Y = 19X + 35$	0.94
Fibra	$Y = 15X + 36$	0.90
Energía bruta	$Y = 21X + 27$	0.94
Proteína	$Y = 36X - 4$	0.91

n para cada ecuación fue 12. $P < 0.01$.

Situación de los venados cola blanca en México y el área de estudio

El venado cola blanca es la especie de cérvido más adaptable y tolerante de las actividades humanas, estando presente aún en áreas altamente perturbadas, zonas agrícolas y ganaderas e incluso en los alrededores de

poblados y ciudades de tamaño moderado, siempre y cuando existan reductos de hábitat que ofrezcan alimento, agua y cobertura en cantidad y calidad suficientes (Leopold, 1959; Galindo-Leal y Weber, 1998). A pesar de esto, el venado cola blanca, se encuentra dentro de las especies mexicanas de mamíferos consideradas como frágiles (Ceballos y Navarro, 1991).

Este cérvido es una especie de gran importancia en el mundo y nuestro País ya que tiene un valor como especie cinegética para las personas que gustan de este deporte, lo cual proporciona incentivos económicos para su conservación y consecuentemente la conservación del ecosistema donde habita (Leopold, 1959; Mandujano y Rico-Gray, 1991; Villarreal-Espino, 2002; Fulbright y Ortega, 2007). El venado es el mamífero de caza más popular en México (Leopold, 1959; Fulbright y Ortega, 2007). Por otro lado, este rumiante es una importante fuente de proteína derivada de la carne para algunas comunidades. Así mismo, por su amplia distribución, tiene un valor cultural muy importante en diferentes etnias de nuestro país (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Galindo-Leal y Weber, 1998).

Existen diferentes factores que afectan la fauna silvestre. Es importante destacar que no es fácil entender y prevenir los efectos, tanto en su cantidad como en su calidad, que ejercen las presiones humanas en la fauna, ya que en ocasiones, estos son resultado de interacciones complejas entre diversos componentes de los ecosistemas. (Landa *et al.*, 1997).

Entre los factores que más han afectado las poblaciones de venado en nuestro país se encuentran aquellos que alteran los ecosistemas como son la agricultura, la ganadería, la explotación forestal, la urbanización y la introducción de especies exóticas (Murphy y Lugo, 1995; SEMARNAT,

2000), además de la cacería descontrolada (Leopold 1959). Todos estos son consecuencia de un crecimiento desmedido de la población humana y la desigualdad social, lo que lleva a una explotación irracional de los recursos naturales (Challenger, 1998; Ceballos *et al.*, 2002).

Las poblaciones de venado en nuestro país han sufrido las consecuencias de la expansión de la agricultura y la ganadería sobre su hábitat. Miranda y Muñoz (2007) estimaron que se han transformado 2.8 millones de hectáreas de bosques, selvas, matorrales y pastizales convertidas a otros usos en un lapso de 9 años (1993-2002). En todos los casos se cambia la composición de especies disponibles para alimentación del venado, así como la estructura de vegetación que le sirve de refugio, además de los microclimas (Toledo, 1989).

Con el cambio de uso de suelo a agricultura, aunque la especie transformada sea comestible por los venados, la presencia humana genera una presión de estrés o da oportunidades de caza oportunista. La especie que originalmente habitaba el lugar se convierte en una "plaga". Por otro lado, la ganadería altera el hábitat al hacerlo más favorable a los herbívoros domesticados. El sobre pastoreo lleva a la degradación del suelo al compactarlo e impedir el drenaje modificando así la vegetación. El pastoreo excesivo dentro del bosque daña las plántulas de los árboles causando daño en el largo plazo a la vez que reduce su capacidad de regeneración.

Al eliminar a los depredadores naturales, se alteran los balances ambientales. Con la deforestación, se genera menos bosque y generalmente se cambia de uso de suelo. Cuando la explotación forestal no se realiza adecuadamente incrementa el riesgo de incendios y otros desastres naturales. Por ejemplo, en la zona estudiada se practica el *ocoteo* y el *resinamiento* en árboles de pino, lo que debilita a los árboles

haciéndolos más susceptibles a las infecciones y al fuego. La degradación del hábitat también se da por alteraciones vía la contaminación o el permitir la introducción de especies exóticas (Murphy y Lugo, 1995; SEMARNAT, 2000).

Un tercer tipo de presión es la cacería furtiva, no regulada. La presencia humana, la cercanía de poblaciones o caminos. Inclusive, el aprovechamiento sustentable de los bosques, si hay construcción de caminos les da acceso a los cazadores, los cuales ejercen mayor presión (Halls, 1984). La construcción de carreteras influye directamente en las poblaciones de mamíferos al incrementar la tasa de mortandad e inhibir sus movimientos en ocasiones aislando a las poblaciones limitando así las oportunidades para un intercambio genético con otros grupos y favoreciendo la consanguinidad (Ceballos y Galindo-Leal, 1984) Los caminos transitados también representan un riesgo para el cruce de animales, y los terrenos agropecuarios inducidos por su acceso, pueden llegar a fragmentar hábitats y erosionar genéticamente a las poblaciones (CONABIO, 2006).

El crecimiento de la población urbana y sus niveles de ingreso, con sus necesidades de alimento, induce un crecimiento de la zona agropecuaria y por lo tanto una reducción del hábitat del venado. De manera directa el efecto en términos de superficie es menor, aunque el efecto se percibe mayor pues las áreas naturales cercanas a los centros urbanos son las más visitadas por sus habitantes, quienes resienten más su pérdida.

Cuando las especies exóticas introducidas, sobreviven exitosamente en su nuevo hábitat, éstas provocan el decremento en la diversidad de los ecosistemas ya que tienen una profunda influencia en la estructura del ecosistema invadido. Las consecuencias de esto pueden ser, introducción de organismos patógenos, extinción de especies vegetales y competencia

con otras especies, lo cual puede llegar hasta erradicación o el desplazamiento de las especies nativas, entre otros (Villarreal, 2006). La introducción de especies no solo incluye formas silvestres, sino también animales como perros o gatos los cuales, al volverse ferales, acechan y matan a los venados. (Ceballos *et al.* 2002; CONABIO, 2006)

Una de las principales razones de la disminución de venados alrededor de muchas comunidades es la cacería furtiva para efectos deportivos, comerciales y de autoconsumo sin un manejo adecuado del hábitat y de las poblaciones de este mamífero (Mandujano y Rico-Gray, 1991; SEMARNAT, 2000). Para la caza del venado se han utilizado a través de los años varios métodos como son las arreadas, el uso de lámparas para encontrar a los animales y desconcertarlos o la cacería fortuita, la cual ha sido un evento muy común que se lleva a cabo cotidianamente en el que el campesino, al salir a sus labores, lleva consigo un rifle y dispara a un venado siempre que lo ve, sin fijarse, en el sexo, la edad o época del año. Es importante mencionar que estos métodos de cacería han sido social y éticamente aceptados en México pues no ha existido una conciencia de preservación o responsabilidad para conservar los venados o limitar la cacería (Leopold, 1959). Aún cuando ya existen regulaciones sobre la cacería de subsistencia (Ley general de vida silvestre, capítulo II, artículo 92), ésta se sigue llevando a cabo en muchas comunidades sin que exista ningún plan de manejo u orientación sobre la misma. Un macho adulto puede proporcionar hasta 35 kg de carne sin hueso, mientras que un animal joven o una hembra adulta proporcionan alrededor de 25 kg de carne. Una de las motivaciones para la cacería de venado es la falta de dinero para comprar carne de otros animales como pueden ser el cerdo o la res (Mandujano y Rico-Gray, 1991, Galindo-Leal y Weber, 1998).

Morelos es uno de los estados en nuestro país que conservan menos del 35% de su vegetación natural, junto con el Distrito Federal, Estado de México, Michoacán, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz (SEMARNAT, 2005).

El Corredor Biológico Chichinautzin, donde se encuentra la zona de estudio, sufre una gran presión debido al crecimiento poblacional y al desarrollo urbano de las zonas norte de Cuernavaca, Tepoztlán y sur del Distrito Federal. Por otro lado, existen programas del gobierno federal contrapuestos a los objetivos de la reserva que incentivan la conversión del terreno en tierras de cultivo y de ganadería ocasionando la tala del bosque. La extracción de tierra de monte es muy común en los bordes de las carreteras y se realiza en grandes cantidades por lo que extensas superficies quedan descubiertas y expuestas a la erosión lo que lleva a la destrucción del estrato herbáceo y la imposibilidad de su regeneración. Adicionalmente, la región es muy vulnerable a incendios forestales debido al turismo que hace fogatas y a las prácticas agrícolas que usa la quema antes de la siembra. En la mayoría de los casos las amenazas a la integridad del corredor biológico se deben a la falta de cumplimiento de las restricciones de uso de los recursos naturales. Lo que sucede por la falta de conocimiento por parte de los propietarios de la tierra; la poca valoración de los bienes y servicios que produce el ecosistema; la falta de alternativas productivas y sustentables; la poca vigilancia ocasionada por personal insuficiente o poco capacitado; la falta de procuración de justicia; administraciones con presupuesto y personal insuficientes e incertidumbre en la tenencia de la tierra, entre otros (Argüelles, 2008).

El venado cola blanca es una especie fundamental para la conservación de los ecosistemas que habita, ya que dada su popularidad para el deporte cinegético actúa como un instrumento para la conservación. Cuando las actividades cinegéticas son llevadas a cabo de una manera organizada, éstas constituyen una herramienta fundamental para lograr

el manejo adecuado y conservación de las poblaciones de fauna silvestre y su hábitat natural (Villarreal, 2006). En México existen más de 8 mil UMAs extensivas, de éstas, un poco más del 75% tienen al venado cola blanca registrado para algún tipo de aprovechamiento (cacería, investigación, conservación, exhibición, colección, entre otros; Argüelles, 2008). La UMA es la única opción legal para el aprovechamiento del venado cola blanca. En el Plan de Manejo Tipo para el venado cola blanca, de la SEMARNAT se contempla la restauración ecológica como una parte integral del manejo de esta especie. Uno de los objetivos particulares busca la recuperación del hábitat natural del venado así como de las especies asociadas. Además se establecen metas a mediano plazo en las cuales se espera lograr la restauración ecológica del hábitat natural del venado y como uno de los indicadores, se espera el incremento de la cobertura vegetal natural y el hábitat de la especie (SEMARNAT, 2007; Argüelles, 2008). Es importante mencionar que además de los beneficios al ecosistema, las UMAs de aprovechamiento cinegético llevan riqueza a las zonas rurales de nuestro país, ya que la prestación de estos servicios conlleva la generación de empleos, el incremento del precio de la tierra y la recepción de divisas extranjeras y nacionales, entre otros, resultando en un flujo económico y de otros recursos con la consecuente mejora de la calidad de vida en el medio rural (Villarreal, 2006).

Bosque de Pino y Encino

Los pinos y los encinos comparten necesidades muy similares en cuanto a su nicho ecológico, por lo que generalmente se encuentran en comunidades mixtas conocidas como bosques de pino y encino (Rzedowski, 1978). Dentro de las diferentes zonas ecológicas en las que se divide el país, los bosques de pino y encino se encuentran en la zona

templada subhúmeda, la cual cubre una gran porción de las áreas montañosas de México y constituye la mayor parte de la cubierta vegetal de esta zona, ocupando el segundo lugar en cuanto a la cantidad de superficie, entre todas las zonas ecológicas del país (Toledo 1993; Challenger, 1998). Toledo (1993) menciona que esta zona ecológica constituye un hábitat de enorme importancia biológica y geográfica siendo especialmente notable por su alta riqueza en especies y endemismos de plantas con floración, coníferas, y vertebrados terrestres. Estos bosques albergan un conjunto de especies muy diverso con más de 7000 especies, de las cuales el 70% son endémicas (Rzedowski 1993).

El bosque de pino y encino se desarrolla en un clima estacional con inviernos fríos y secos, y con veranos cálidos y húmedos, se localiza en altitudes que van de 2350 a 4000 msnm, con una precipitación anual de entre 600 y 1200 mm, la cual se distribuye a lo largo de una época de lluvias que dura de seis a siete meses interrumpida por una temporada de secas que dura de cinco a seis meses. La temperatura en la que crecen estos bosques se encuentra entre los 10 y 20°C. Aún cuando estos parámetros se aplican a la mayoría de este tipo de bosque, es posible encontrar este ecosistema en otras áreas con variaciones mayores de precipitación y temperatura. Los suelos en los que crecen son en general de textura limosa a arenosa y moderadamente ácidos con un pH entre 5.5 y 7 teniendo la capacidad de crecer en pedregal volcánico (Rzedowski, 1978; Challenger, 1998). A nivel de estrato arbustivo y herbáceo se encuentran los géneros: *Baccharis*, *Brickellia*, *Castilleja*, *Dalia*, *Eupatorium* (*Ageratina*), *Galium*, *Geranium*, *Muhlenbergia*, *Penstemon*, *Salvia*, *Senecio* y *Stevia* entre otros (Calderón y Rzedowski, 2001).

Dentro de las principales áreas de distribución del bosque de pino y encino se encuentra la Cordillera Noeovolcánica, que comienza en el

oeste de Colima, y continúa en una franja que termina en el centro de Veracruz hacia el este. Ésta es una zona en la que se alinean los volcanes más grandes de México junto con miles de volcanes pequeños que a su vez, forman parte de muchas cuencas cerradas como es el Valle de México (Toledo, 1993; Challenger, 1998). Este eje posee una de las mayores concentraciones de diversidad en especies y endemismos conocidos hasta la fecha, principalmente de mamíferos pequeños (Challenger, 1998).

Los bosques de pino y encino tienen una gran capacidad de regeneración, por lo que se les ha considerado que son resistentes a la intervención humana siempre y cuando esta no sea lo suficientemente intensa o prolongada como para que desaparezca la posibilidad de recuperación (Challenger, 1998). Ya que el clima es templado, durante siglos estos bosques han sido lugares preferidos por los humanos para la habitación y la agricultura (Leopold, 1959). Algunos de los factores que más han afectado a los bosques de pino y encino han sido la desmedida explotación forestal, la expansión de la frontera agrícola y la introducción de la ganadería extensiva, lo cual ha causado la alteración y la erradicación de esos ecosistemas en superficies extensas (Leopold, 1959; Toledo *et al.* 1989; Challenger, 1998,).

Toledo *et al.* (1989) comentan que para el año 1988 ya se habían desmontado más de 4 millones de ha de bosque de pino y encino, las cuales fueron destinados a la agricultura, lo que equivale a 20% en total de las tierras de cultivo de México. Se calcula que la producción ganadera ha alterado o destruido otros 6 millones de hectáreas (Challenger, 1998).

Existen diversas causas por las cuales se forman claros en el bosque, no todas causadas por la intervención humana, estas pueden ser vientos

fuertes que tiran conjuntos de árboles, incendios espontáneos o plagas que infectan árboles que cubren diversas áreas del bosque y que al morir caen y dejan espacios donde la vegetación empieza a desarrollarse. En la sucesión secundaria, que es la repoblación del bosque después de alguno de los eventos mencionados, en una primera fase, los claros son invadidos por diferentes especies de pino de rápido crecimiento, después de unos 2 a 5 años, en una segunda fase, empiezan a surgir especies de encino y otros árboles como el Madroño (*Arbutus xalapensis*) o el Aile (*Alnus jorullensis*). Especies de herbáceas y arboladas también surgen al principio por la alta cantidad de luz que reciben. Esta segunda fase se caracteriza por una gran diversidad de plantas y de especies animales que se asocian a ellas como es el caso del venado cola blanca, que como fue mencionado anteriormente, prefiere este tipo de hábitat. Esta fase puede durar de 5 a 20 años. La tercera fase, es la fase de exclusión. En ella dejan de surgir nuevos individuos, la cantidad de luz que llega al sotobosque es menor reduciendo drásticamente la presencia de especies herbáceas y arbustivas. Esta fase presenta una marcada reducción de la biodiversidad de las plantas y animales en el ecosistema y dura aproximadamente 50 años. Hay una cuarta fase o "fase de reinicio", en ella, la muerte de algunos pinos del dosel, permiten el crecimiento de encinos y la consecuente co-dominancia de estos con los pinos, o dependiendo de cual fuera la estructura del bosque original, los encinos forman un subdosel arbóreo. Esta etapa dura de 50 a 100 años. La quinta fase, o "fase madura" ocurre después de unos 100 años del proceso, dependiendo del hábitat original, en esta crecen especies tolerantes a bajas cantidades de luz en los pequeños claros que se abren al caer ramas o un árbol viejo, en general son encinos, oyameles y en algunas zonas es el Aile (*Alnus jorullensis*) la especie más frecuente en estas situaciones (Challenger, 1998).

Cabe mencionar que estas etapas en su totalidad suceden siempre y cuando los procesos no sean interrumpidos una y otra vez por razones antropogénicas, como suele suceder en muchas áreas boscosas de nuestro País. Muchos de los bosques de pino y encino en México son en realidad bosques secundarios (Challenger, 1998). Las sucesiones secundarias causadas por alteraciones humanas pueden presentar más diversidad que el bosque primario, además de ser más complejas, tanto por su estructura como por la composición de las especies (Rzedowski, 1978). No obstante, hay que tomar en cuenta que esta mayor diversidad no está relacionada con la integridad del ecosistema, ya que involucra especies no nativas e invasoras, que compiten con las endémicas lo que lleva a un cambio gradual del ecosistema, afectando a otras especies tanto vegetales como animales propias de dicho hábitat.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en el bosque de pino y encino ubicado en el norte del municipio de Huitzilac y el sur de la delegación Tlalpan. Huitzilac se localiza en el ángulo nor-occidental del Estado de Morelos, gráficamente entre el paralelo 19° 00' y 19°07' de latitud norte y entre 99°10' y 99°20' de longitud oeste del meridiano de Greenwich; mientras que la delegación Tlalpan se localiza al Suroeste del Distrito Federal colindando al sur con el municipio de Huitzilac, Morelos, entre las coordenadas que se mencionan a continuación: 19°19' latitud norte, 19°05' latitud Sur, 99°06' longitud Oeste, y 99°19' longitud Oeste. El área específica de estudio se localiza en la ladera poniente del volcán "Las Palomas", que abarca tanto al Municipio de Huitzilac como a la Delegación de Tlalpan en el D.F. Esta región incluye una porción de la zona de amortiguamiento dentro del Corredor Biológico Chichinautzin en el eje Transversal Neovolcánico (figura 4).

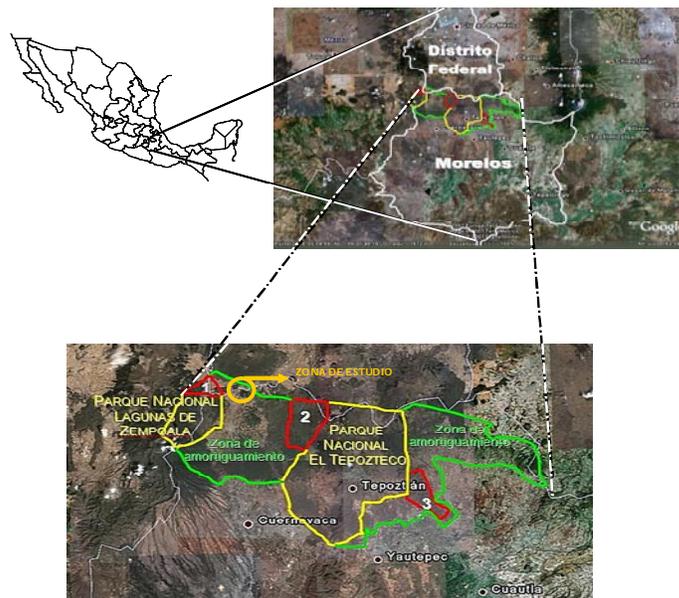


Figura 4. CORREDOR BIOLÓGICO DEL CHICHINAUTZIN. 1: ZONA NÚCLEO CHALCHIHUITES; 2: ZONA NÚCLEO CHICHINAUTZIN QUIAHUISTEPEC; 3: ZONA NÚCLEO LAS MARIPOSAS. (MODIFICADO DE ARGÜELLES, 2008).

El principal uso de suelo de la zona es agricultura de temporal, siendo el cultivo principal la avena forrajera.

La colecta de especies vegetales, biomasa disponible y vegetación potencialmente comestible se realizó en dos épocas del año, siendo éstas la época de lluvias (octubre de 2006 y octubre de 2007) y la época de secas (abril 2007).

Identificación taxonómica de las especies con potencial forrajero para el venado cola blanca.

Para la clasificación taxonómica, se colectaron dos muestras de cada una de las herbáceas, arbustivas y arbóreas encontradas, de acuerdo con la técnica referida por Harrington y Durell (1957), mismas que fueron colocadas en una prensa, tomando datos por individuo en una bitácora de campo, cubiertas por papel periódico para su protección y almacenamiento; posteriormente se llevaron al Herbario Nacional de México (MEXU) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México para su clasificación, la cual se llevó a cabo por diferentes especialistas. Para complementar la identificación taxonómica en el herbario, se hicieron visitas a la zona acompañadas de un biólogo especialista en las especies vegetales de la zona.

Evaluación de las especies vegetales con potencial forrajero para el venado cola blanca.

Antes de comenzar el estudio, se realizaron una serie de salidas de campo preliminares para determinar los lugares a estudiar en los que hubiera presencia de venado, misma que se determinó al encontrar huellas, rastros de forrajeo y excretas de esta especie. Los lugares explorados abarcaron los Parques Nacionales Lagunas de Zempoala y El Tepozteco; y la zona de amortiguamiento que se encuentra entre estos dos, formando lo que se conoce como el Corredor Biológico del Chichinautzin (figura 4). Para la toma de muestras se utilizó una combinación del método de pares al azar y el método de los cuadrantes, en los cuales se trazó una línea en el área de estudio con límites en ambos lados (transectos en franja) (Bautista *et al.*, 2004). La metodología de muestreo fue una modificación de un diseño utilizado en estudios del venado cola blanca por Gallina y Ezcurra (1981) y Galindo y Weber (1998). Se trazaron seis transectos con una longitud de 300 m de largo por 10 m de ancho, dirigidos hacía el sur (Coajomulco), o hacía el norte (Topilejo), según correspondiera, separados entre ellos por una distancia de 100 m, quedando al final tres transectos en cada uno de los lados con diferente orientación al este y al oeste, mismos que empezaron a delimitarse 25 m a partir de la orilla de la vereda central en la ladera poniente del volcán con el fin de evitar posibles efectos de borde (Mandujano *et al.*, 2004) (figura 5).

Para recolectar la biomasa vegetal posiblemente comestible, a lo largo de los transectos se localizaron siete puntos de muestreo a intervalos fijos, cada 50 m (figura 6), en donde se realizaron, en cada uno, cinco muestreos sistemáticos, a partir de un primer lanzamiento de un cuadro de 25 por 25 cm. (figura 7), delimitándose un área de 0.625 m² y 1.8 m de altura, lo cual representa la altura máxima que un venado podría alcanzar (Mandujano *et al.*, 2004), posicionando estas áreas a una distancia de un metro entre una y otra siguiendo una línea en zig-zag

(Bautista *et al.*, 2004). Solo se cortaron las porciones que pudieran ser comestibles para el venado como hojas, pecíolos y ramas no mayores de 4mm de ancho, así como vegetación fresca caída en el suelo. Las muestras se pesaron inmediatamente después de ser colectadas; posteriormente, se sometieron a secado en una estufa de aire forzado a 60°C por 24 horas. Se registró el nuevo peso y se obtuvo el valor de materia seca del material vegetativo. Una vez secas las muestras, fueron molidas en un molino de cuchillas utilizando una malla del No. 10 y se procedió a realizar los análisis químicos correspondientes.

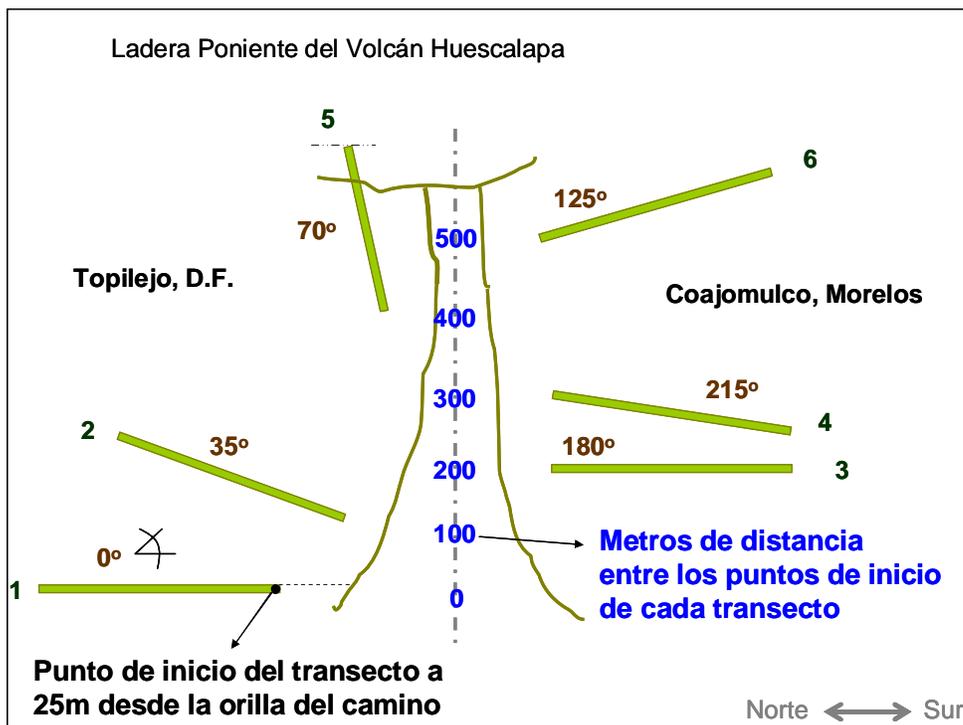


Figura 5. DISTRIBUCIÓN Y NUMERACIÓN DE LOS TRANSECTOS EN LA LADERA PONIENTE DEL VOLCAN HUESCALAPA

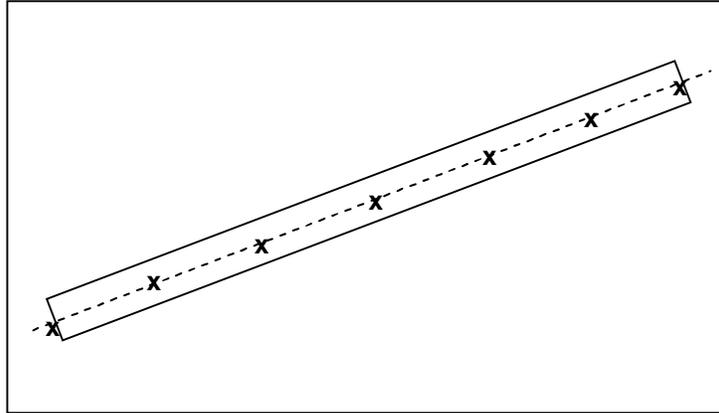


Figura 6. ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UN TRANSECTO PARA MUESTREO DE VEGETACIÓN Y BIOMASA.

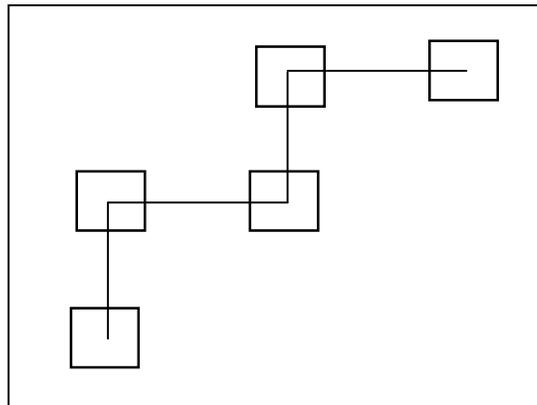


Figura 7. ESQUEMA REPRESENTATIVO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA BIOMASA

Para la recolección de forrajes o especies vegetales potencialmente comestibles, se colectaron muestras representativas que tuvieran un tallo con un diámetro menor o igual a 4 mm., en ambas épocas, a lo largo y ancho de cada transecto, hasta obtener un total de 2 kg en base húmeda de cada espécimen; se guardaron en bolsas de plástico y se llevaron al laboratorio. Las muestras que no se analizaron inmediatamente fueron congeladas a -4°C hasta su análisis.

Posteriormente fueron secadas y molidas de manera similar a la biomasa, y se procedió a realizar los análisis químicos correspondientes.

Las excretas de venado fueron recolectadas a lo largo y ancho de la ladera del volcán, tanto al momento en que se tomaron las muestras vegetales, como en los viajes que se realizaron a la zona de estudio cada tres semanas en el transcurso de un año (octubre 2006 – octubre 2007) con el propósito específico de su recolección. Las heces fueron reconocidas e identificadas por su aspecto, el cual generalmente es de forma oblonga y redondeada, de color café oscuro a verde olivo. El tamaño es variable aunque no llegan a pasar de 1.5 cm de largo, se encuentran sueltas o compactadas formando grupos en ambos casos y se ubican en senderos o sitios de alimentación pero nunca en caminos transitados por el humano (Aranda 2000). Después de su colección se almacenaron en congelación a -4 oC. Para el análisis fueron previamente secadas y molidas de igual manera a la biomasa.

Composición química y nutricional del follaje.

Para el análisis de biomasa, se utilizaron las muestras tomadas en ambas épocas (n=40 en lluvias, n= 41 en secas); en tanto que para la vegetación posiblemente comestible, se analizaron únicamente las muestras correspondientes a época de lluvias, en virtud del número tan grande de especies colectadas y el tiempo límite para entregar los resultados de la tesis, quedando dichos análisis. Pendientes. Los análisis correspondientes se llevaron a cabo en los laboratorios del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán". Las determinaciones del análisis químico

se realizaron de acuerdo con los métodos establecidos por la A.O.A.C.¹ (1990), que incluyen el contenido de humedad (método 930.04), proteína cruda por el método de Kjeldahl (Nx6.25)(método 955.04), cenizas (por calcinación a 550°C) (método 930.05), extracto etéreo (método 962.09) y fibra detergente neutro (método de Van Soest, 1967). La energía bruta (EB) se determinó por medio de bomba calorimétrica.

Determinación indirecta de digestibilidad *in vivo*.

Para el análisis de las excretas se realizó un análisis de nitrógeno por el método de Kjeldahl (método 955.04) establecido por la A.O.A.C. (1990). Y se realizó la determinación de digestibilidad indirecta a partir de los análisis de nitrógeno en éstas mediante las fórmulas sugeridas por Wallace y Van Dyne (1970).

Análisis estadístico.

Para la identificación taxonómica de especies se hizo un análisis de frecuencia (estadística descriptiva básica).

Para el análisis químico de las especies vegetales se utilizó un análisis de estadística básica descriptiva, teniendo como variables: materia seca, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo y fibra detergente neutro.

Para biomasa vegetal disponible se utilizó un diseño de análisis de varianza con diferente número de repeticiones, considerando como variables de respuesta: materia seca, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, fibra detergente neutro y energía bruta, ($P < 0.05$). La diferencia

¹ *Asociación Oficial de Químicos Agrícolas por sus siglas en Inglés, Conocida desde 1992 como AOAC Internacional.*

entre medias se realizó mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

Para la determinación del coeficiente de digestibilidad indirecta por nitrógeno fecal, se realizó un análisis de estadística básica descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Identificación taxonómica de las especies

De acuerdo con las características biológicas del ecosistema de pino y encino, se observaron diferentes especies que se desarrollan cuando éste se encuentra perturbado, como es el caso del tepozán (*Buddleia* sp), la escoba (*Baccharis conferta*) y la hierba blanca (*Ageratina glabratum*). Cabe mencionar que en cuanto a la vegetación, se ha encontrado que el venado en ocasiones prefiere un hábitat perturbado sobre uno intacto, en virtud de que contiene mayor diversidad de especies de su preferencia en abundancia y en etapas fisiológicas jóvenes (Mandujano y Rico-Gray, 1991). Se ha observado que en el Eje Neovolcánico Transversal, el Aile (*Alnus jorullensis*) es una de las especies de árboles que inicia la colonización secundaria de los claros del dosel, seguido por el Encino (*Quercus* sp) y por el Pino (*Pinus* sp.) (Challenger, 1998).

A nivel de estrato arbustivo y herbáceo se encontraron los géneros: *Baccharis*, *Brickellia*, *Castilleja*, *Dalia*, *Ageratina* (*Eupatorium*), *Galium*, *Geranium*, *Muhlenbergia*, *Penstemon*, *Salvia*, *Senecio* y *Stevia* lo cual concuerda con lo mencionado tanto por Calderón y Rzedowski (2001) como por Sánchez-González y López-Mata, (2003). En cuanto al estrato arbóreo los géneros que estuvieron presentes fueron: *Alnus*, *Arbutus*, *Quercus* y *Pinus*, siendo todos ellos reportados en la literatura como representativos de este ecosistema (Challenger, 1998). *Alnus*, *Baccharis*, *Lupinus*, *Senecio*, *Verbesina* y *Stipa* entre otros, se encuentran dentro de algunos de los géneros mencionados por Challenger (1998) y Cornejo *et al.* (2003) como miembros del matorral que sustituye al bosque primario en la sucesión secundaria, lo cual indica que este bosque en particular, se encuentra en un lugar que ha sido perturbado, es decir, que se encuentra intervenido ya sea por el ser humano, o bien por otro tipo de causas; y por lo tanto, está en un proceso de regeneración, el cual

podría durar hasta 50 años y 100 para alcanzar la quinta fase o “fase madura” (Challenger, 1998).

La distribución de las diferentes familias vegetales encontradas en la ladera del Volcán Las Palomas, se presenta en la figura 1.1, La familia Asteraceae fue la que presentó mayor número de especies (29%), seguida de la Lamiaceae y Poaceae (7.3% en ambas); teniendo aproximadamente la misma proporción se ubican las familias Ericaceae, Onagraceae y Scrophulariaceae con un 5.5% respectivamente, seguidas por las familias Crassulaceae, Rubiaceae y Solanaceae con un 3.6 % cada una. Así mismo se encontraron otras familias en menor proporción; lo cual ocupa el 29% del total. Estos resultados son similares a los encontrados por Cornejo *et al.* (2003) en un ecosistema de bosque templado en la franja transvolcánica.

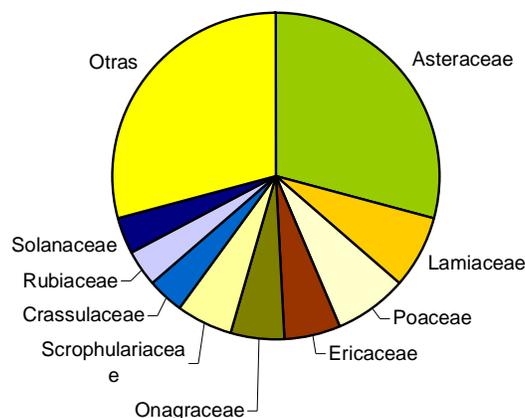


Figura 1.1. DISTRIBUCIÓN DE FAMILIAS VEGETALES ENCONTRADAS EN LA LADERA DEL VOLCÁN LAS PALOMAS

En los cuadros 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4 se presentan las familias encontradas en la zona de estudio, con su género y especie; así como su forma biológica, lo cual se hizo con la finalidad de tener una comprensión más clara de la vegetación existente en el bosque. Dado que la literatura

hace una distinción entre la forma biológica o forma de crecimiento de las plantas que llegan a consumir los venados (Johnson *et al.* 1995; Aguilera, 1998; Aguirre, 2000; Arceo *et al.*, 2005; Smith *et al.*, 2007); en este trabajo las especies también fueron agrupadas de la misma manera, es decir en: arbóreas, arbustivas, herbáceas y gramíneas; mismas que se definen a continuación, tomando en cuenta que esta clasificación puede ser más amplia y variada dependiendo del criterio de cada autor (Lindorf, 1991; Strasburger, 1994; Sanchis, 1997):

1. Arbórea: Planta leñosa o lignificada de 5 o más metros de altura, que se diferencia en un tronco o fuste y una copa.
2. Arbustiva: Planta leñosa o lignificada de menos de 5 metros de altura sin un tronco predominante, ya que se ramifica cerca de la base. Tanto los arbustos como los árboles pertenecen a la clasificación fanerófita en cuanto a su forma vital.
3. Herbácea: Planta poco leñosa, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos, tanto subterráneos como epigeos; generalmente de poca estatura, aunque hay hierbas de varios metros. Las hierbas suelen ser anuales o vivaces y solo raramente perennes. Pertenecen a la clasificación terófita en cuanto a su forma vital.
4. Gramínea: Planta monocotiledónea de tallos cilíndricos, huecos con nudos llenos de hojas alternas y largas con flores en espiga y granos secos, también se les llama poaceas o cespitosas refiriéndose a cuando varias plantas o varios órganos de una planta crecen en un mismo punto. En general se les considera herbáceas aunque pueden ser leñosas como los bambúes tropicales.

De acuerdo a la definición anterior, las especies quedaron agrupadas como se señala a continuación:

Arbóreas: *Alnus jorullensis*, *Arbutus xalapensis*, *Pinus sp.* y *Quercus laurina*.

Arbustivas: *Ageratina glabratum*, *Baccharis conferta*, *Buddleia parviflora*, *Comarostaphylis discolor*, *Helianthemum glomeratum*, *Pernettya prostrata*, *Ribes ciliatum* y *Senecio cinerarioides*.

Herbáceas: *Ageratina sp.*, *Alchemilla procumbens*, *Conyza sp.*, *Dahlia merckii*, *Eryngium sp.*, *Fuchsia microphylla*, *Lithospermum distichum*, *Lopezia racemosa*, *Oenothera purpusii*, *Pascalium sp.*, *Penstemon roseus*, *Physalis coztomatli*, *Pseudognaphalium oxyphyllum*, *Roldana lineolata*, *Salvia elegans*, *Salvia helianthemifolia*, *Sedum bourgaei*, *Senecio barbajohanis*, *Solanum sp.* *Stevia sp.* *Castilleja tenuiflora*, *Lupinus sp.*, *Salvia polystachya* y *Fourcraea parmentieri*.

Pastos: *Muhlenbergia macroura* y *Stipa ichu*.

Como se puede observar en la figura 1.2, las especies en la categoría de herbáceas ocupan la mayor parte de las plantas colectadas representando el 63% del total, seguida por las arbustivas las cuales se encontraron en un 21%, las arbóreas con un porcentaje de 10.5% y finalmente las gramíneas con un 5%. En un estudio realizado por Cornejo-Tenorio *et al.* (2003) en un ecosistema de bosque templado en la franja transvolcánica, encontraron una proporción de 77.1% de herbáceas, 12.1% de arbustivas y 7.8% de arbóreas, lo cual es muy similar a lo observado en este trabajo. Otro estudio realizado por Villaseñor (2004) sobre los géneros de las plantas vasculares de México, en todos los ecosistemas del país, reportó que las herbáceas ocupaban el 41% del total de formas de crecimiento, mientras que las arbustivas llegaban al 26% y las arbóreas el 17%. Como se puede ver en los

resultados de todos los estudios, la forma biológica predominante es la herbácea, seguida por la arbustiva y finalmente la arbórea. Esto nos indica que el bosque de la ladera poniente del Volcán Las Palomas, al igual que muchos de los bosques en nuestro País, se encuentra en las primeras fases de la sucesión secundaria (Challenger, 1998), como se mencionó anteriormente, y por lo mismo, es en apariencia un ecosistema óptimo para la supervivencia del venado dado sus preferencias alimenticias en este tipo de hábitat (Mandujano y Rico-Gray, 1991)

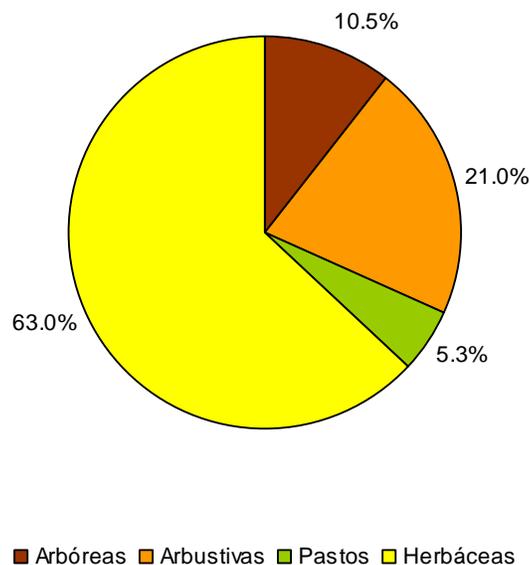


Figura 1.2. DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LAS ESPECIES RECOLECTADAS EN EL VOLCÁN LAS PALOMAS

Las especies que se encuentran marcadas con asterisco en los cuadros 2.1 a 2.4, se consideran comestibles por el venado u otros rumiantes de la zona, ya que la literatura menciona a *Quercus sp.*, *Ageratina glabratum*, *Muhlenberghia sp.*, *Arbutus xalapensis*, *Pinus sp.*, *Buddleia parviflora*, *Buddleia sp.* y *Lupinus sp.* (Nahed *et al.* 1997; Swihart and Picone, 1998; Camacho *et al.* 1999; Russel *et al.*, 2001; Rodriguez-Macías *et al.* 2005; Pineda, 2007; Sanginés *et al.*, 2007); esto, usando principalmente la técnica microhistológica así como las observaciones

de los productores de las regiones estudiadas. Por otro lado, los pobladores de la zona aledaña al volcán refirieron en entrevista, que han observado que los venados o rumiantes consumen *Quercus sp.*, *Arbutus xalapensis*, *Alnus jorullensis*, *Pinus sp.*, *Baccharis conferta*, *Buddleia parviflora*, *Ribes ciliatum*, *Senecio cinerarioides*, *Salvia polystachya*, *Fuchsia microphylla*, *Lupinus sp.*, *Physalis costomatl*, *Stipa ichu* y *Muhlenbergia macroura*. Por otra parte, *Dahlia merckii*, *Buddleia parviflora*, *Physalis costomatl*, *Fucshia microphylla*, *Ribes ciliatum*, *Fourcraea parmentieri*, *Eryngium sp.*, *Stipa ichu* y *Muhlenbergia macroura* se observaron ramoneadas durante los recorridos de campo.

Los datos anteriores es importante confirmarlos mediante la determinación de alcanos en las heces de venados. Dichos análisis corresponderán a otro trabajo, el cual ya se encuentra en proceso.

En los siguientes cuatro cuadros, se presenta la clasificación por familias de las plantas encontradas en la zona de estudio, con su respectivo nombre común (Martínez, 1979) y forma biológica.

Cuadro 1.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA ASTERACEAE ENCONTRADAS EN LA LADERA DEL VOLCÁN LAS PALOMAS

Familia	Género y especie	Nombre común	Forma biológica
Asteraceae	<i>Ageratina glabratum</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob	Hierba blanca	Arbustiva
Asteraceae	<i>Ageratina</i> sp.		Herbácea
Asteraceae	<i>Archibaccharis</i> sp.		Arbustiva
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Escoba, Escobilla	Arbustiva
Asteraceae	<i>Brickellia</i> sp.		Herbácea
Asteraceae	<i>Conyza</i> sp.		Herbácea
Asteraceae	<i>Dahlia merckii</i> Lehm	Dalia	Herbácea
Asteraceae	<i>Pascalium</i> sp.		Herbácea
Asteraceae	<i>Perymenium berlandieri</i> DC		Herbácea
Asteraceae	<i>Pseudognaphalium oxyphyllum</i> (DC.) Kirp		Herbácea
Asteraceae	<i>Roldana lineolata</i> (DC.) H. Robert et Brettell		Herbácea
Asteraceae	<i>Senecio barbajohanis</i>	Barba de San Juan de Dios	Herbácea
Asteraceae	<i>Senecio cinerarioides</i> Kunth	Jarilla	Arbustiva
Asteraceae	<i>Senecio mulgediifolius</i> Scahuer		Herbácea
Asteraceae	<i>Stevia</i> sp.		Herbácea
Asteraceae	<i>Verbesina oncophora</i> Rob. et Greenm.	Apapatlaco	Arbustiva

Cuadro 1.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE LAS FAMILIAS LAMIACEAE Y POACEAE ENCONTRADAS EN LA LADERA DEL VOLCÁN LAS PALOMAS

Familia	Género y especie	Nombre común	Forma biológica
Lamiaceae	<i>Salvia elegans</i> Vahl	Salvia roja	Herbácea
Lamiaceae	<i>Salvia helianthemifolia</i> Benth.		Herbácea
Lamiaceae	<i>Salvia polystachya</i> Cav.	Achichía, Chía, Hisopo, Romerillo	Herbácea
Lamiaceae	<i>Stachys coccinea</i> Ortega	Mirto	Herbácea
Poaceae	<i>Agrostis toluensis</i> Kunth	Zacate	Gramínea
Poaceae	<i>Mulenbergia macroura</i>	Zacatón, Zacate Malinali	Gramínea
Poaceae	<i>Stipa ichu</i>	Ichú	Gramínea
Poaceae	<i>Trisetum virletii</i> E. Fourn.	Pelillo	Gramínea

Cuadro 1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE LAS FAMILIAS ERICACEA, SCROPHULARIACEAE, CRASSULACEAE, RUBIACEAE Y SOLANACEAE ENCONTRADAS EN LA LADERA DEL VOLCÁN LAS PALOMAS

Familia	Género y especie	Nombre común	Forma biológica
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	Arbórea
Ericaceae	<i>Comarostaphylis discolor</i> (Hook.) Diggs	Huejote, Madroño borracho	Arbustiva
Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	Trueno	Arbustiva
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Calzón de indio, Hierba del cáncer	Herbácea
Scrophulariaceae	<i>Penstemon gentianoides</i> (Kunth) Poir	Jarrito, Tarrito	Herbácea
Scrophulariaceae	<i>Penstemon roseus</i> (Sweet) G. Don		Herbácea
Crassulaceae	<i>Sedum bourgaei</i> Hemsl	Texiatl, Texiotl	Herbácea
Crassulaceae	<i>Sedum sp.</i>		Herbácea
Rubiaceae	<i>Didymaea floribunda</i> Rzed.		Herbácea
Rubiaceae	<i>Galium aeschenbornii</i> S. Schauer	Cuajaleche, Pegarropa	Herbácea
Solanaceae	<i>Physalis coztomatl</i> Sessé & Mox ex Dunal	Tomate, Coztomate	Herbácea
Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	Huele	Herbácea

Cuadro 1.4. CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DEL RESTO DE LAS FAMILIAS ENCONTRADAS EN LA LADERA DEL VOLCÁN LAS PALOMAS

Familia	Género y especie	Nombre común	Forma biológica
Agavaceae	<i>Furcraea parmentieri</i>	Palmita, Yuca	Herbácea
Aspleniaceae	<i>Asplenium castaneum</i> Schlttdl. & Cham.	Helecho	Herbácea
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i> Kunth	Aile	Arbórea
Boraginaceae	<i>Lithospermum distichum</i> Ort.		Herbácea
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpos microphyllus</i> Kunth	Baya de nieve, Perlita	Herbácea
Caryophyllaceae	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.		Herbácea
Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i> Lag	Janajuana, cenicilla	Arbustiva
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i> Humb. & Bonpl.	Encino laurelillo	Arbórea
Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>		Herbácea
Leguminisae	<i>Lupinus sp.</i>	Frijolillo	Herbácea
Linaceae	<i>Linum australe</i> Heller		Herbácea
Loganiaceae	<i>Buddleia parviflora</i> Kunth	Tepozán de cerro	Arbustiva
Pinaceae	<i>Pinus sp.</i>	Ocote	Arbórea
Pteridaceae	<i>Cheilantes marginata</i> Kunth	Helecho	Herbácea
Rosaceae	<i>Alchemilla procumbens</i> Rose	Pata de león	Herbácea
Saxifragraceae	<i>Ribes ciliatum</i> Humb. & Bonpl.	Capulincillo, Ciruelillo, Saracuacho	Arbustiva
Umbelliferae	<i>Eryngium sp.</i>	Hierba del sapo	Herbácea

En el cuadro 1.5 se presenta la cantidad de especies vegetales recolectadas por transecto, tanto en la época de lluvias como en la de secas. Se puede observar que el número de especies fue mayor en la primera; lo cual indica que hay muchas de ellas que no resistieron la sequía, pero quizás quedaron latentes, de tal manera que pudieron regenerarse con la presencia de agua, como es el caso de la mayoría de las plantas con forma biológica herbácea.

Cuadro 1.5. CANTIDAD DE ESPECIES VEGETALES RECOLECTADAS POR TRANSECTO EN LAS DOS ÉPOCAS DEL AÑO

Época	Media	Desv. Est.
Lluvias	27.17	±4.17
Secas	22.17	±2.4

En trabajos anteriores se ha encontrado el mismo fenómeno en diferentes épocas, Arceo y col. (2005) mencionaron que hubo mayor cantidad de especies colectadas en época de lluvias que en secas, al igual que Silva-Villalobos *et al.*, (1999).

En la figura 1.3, se puede observar la diferencia de especies en cada transecto, siendo los cuatro primeros en los que se presentó mayor diferencia, lo cual tiene que ver con la localización del mismo; ya que éstos se ubicaban en la parte baja de la falda del volcán, mientras que el 5 y 6 en la parte alta, con mayor cantidad de árboles en relación a los otros, por lo que el espacio libre de dosel era menor y en consecuencia, también la cantidad de luz, como lo describe Challenger (1998), cuando habla de la sucesión secundaria durante la repoblación del bosque, en donde durante la primera fase los claros son invadidos por diferentes especies de pino de rápido crecimiento. Mientras que en una segunda fase, empiezan a surgir especies de encino y otros árboles como el Madroño (*Arbutus xalapensis*) y/o el Aile (*Alnus jorullensis*). Especies de

herbáceas y arboladas también surgen al principio por la alta cantidad de luz que reciben. Esta segunda fase se caracteriza por una gran diversidad de plantas y de especies animales que se asocian a ellas como es el caso del venado cola blanca, al encontrar las condiciones propicias para su desarrollo. La tercera fase o de exclusión, se caracteriza porque en ella dejan de surgir nuevos individuos, la cantidad de luz que llega al sotobosque es menor, reduciendo drásticamente la presencia de especies herbáceas y arbustivas.

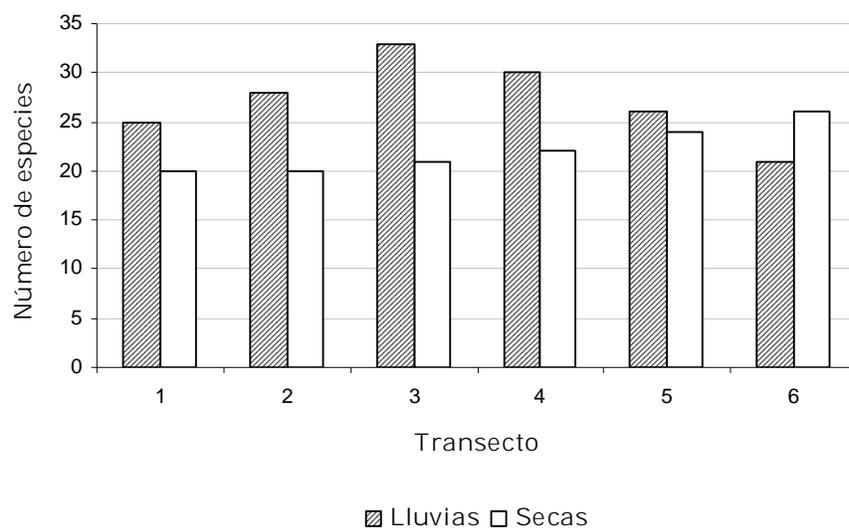


Figura 1.3. CANTIDAD DE ESPECIES RECOLECTADAS POR TRANSECTO

En el cuadro 1.6 se puede ver que en total, la cantidad de especies encontradas en la época de lluvias fue de 42, mientras que en época de secas fue de 37; es interesante observar que la diferencia de especies entre épocas fue la misma (5), que el promedio encontrado en los transectos.

Cuadro 1.6. CANTIDAD DE ESPECIES VEGETALES RECOLECTADAS POR ÉPOCA

Época	No. de Especies
Lluvias	42
Secas	37

2. Análisis químico de las diferentes especies vegetales

La dieta del venado cola blanca varía considerablemente según la temporada o estación del año y de una región a otra, lo cual es parte de los factores que le dan su gran capacidad de adaptación (Leopold, 1959). Se alimenta de hojas, renuevos y frutos, así como de material leñoso proveniente de una gran variedad de árboles y arbustos. Gallina *et al.* (1978), encontraron en un estudio sobre hábitos alimentarios del venado cola blanca, realizado en la Reserva de la Biosfera La Michilía, que el venado prefirió en su dieta los arbustos en un 51%, árboles (32%), hierbas (15%) y pastos en un 2%. Selecciona sus alimentos en base a la gustosidad o aporte energético y proteico de éstos y no tienen problema para modificar su dieta constantemente (Verme y Ulrey, 1984; Berteaux *et al.* 1998). En cuanto a la elección de la dieta por sus componentes, Campbell y Hewitt (2005) mencionan que entre la energía y la proteína cruda, la primera es más determinante, dado que tiene un papel esencial para el crecimiento corporal y de las astas, y para el mantenimiento de la gestación y la lactancia, y al contrario de lo que se ha reportado en varias ocasiones, la proteína cruda, aunque importante, no llega a afectar en gran medida estos procesos.

En los cuadros 2.1 al 2.4 se presentan los resultados del análisis químico según la forma biológica de las especies. En la figura 2.1 se puede observar como se distribuyen los diferentes compuestos nutricionales en cada una de éstas.

En cuanto a materia seca, se tuvo el valor mayor con *Quercus laurina* (arbórea) presentando 52.25% y el menor lo tuvo *Pascalium sp.* (herbácea) con 12.72%; siendo las arbóreas las más elevadas con un promedio de 43.46% (± 6.16), seguido por las gramíneas que presentaron 43.14% (± 1.74), las arbustivas con 34.26% (± 7.4) y finalmente las herbáceas, que resultaron con mayor cantidad de humedad, con un porcentaje de materia seca de 23.37 (± 5.67). Estos resultados son muy importantes, ya que parte del agua que ingiere el

venado en el bosque proviene de las plantas (Villarreal-Espino y Fuentes, 2005), Si se observa la figura 1.2 en donde se encontró un 63% de estas plantas, se puede pensar que el recurso hídrico para estos animales, provenga principalmente de esta fuente. En su conjunto, la materia seca que presentan la mayoría de las especies, esta en un valor menor del 55%, las arbóreas presentan una proporción, similar a la de las gramíneas (40%); las hojas de los árboles y arbustos como el encino, madroño, tepozán; así como los zacates, no conservaron tanto la humedad en relación a las otras especies, presentando un comportamiento similar con árboles forrajeros reportados en la literatura (Martín y Palma, 1999).

En cuanto al contenido de proteína cruda (PC), se puede mencionar que la clasificación por forma de crecimiento, no representa un comportamiento similar en cuanto a su composición química, a excepción de las gramíneas, En el caso de las herbáceas y arbustivas la fluctuación en su contenido nutricional es muy amplia. Las arbóreas sin considerar a *Arbutus*, el valor de PC se ubica en un rango entre 10.18% y 11.87% de PC. Por otra parte se puede mencionar que el valor más elevado se encontró en el género *Solanum sp.* (28.81%), y el menor en *Comarostaphylis discolor* (6.62%), y que fueron las herbáceas las que presentaron en promedio un mayor porcentaje de PC con un 14.4% (± 4.95), seguido por las arbustivas (12.5, ± 4.98), arbóreas (12.2% ± 2.84) y finalmente las gramíneas con un porcentaje de 7.69 (± 0.58).

A continuación se discutirán los resultados de PC de algunos de los géneros en los que se encontraron que otros autores han trabajado con ellos; como sucede en la mayoría de las especies, su composición química puede variar dependiendo del clima, suelo, época del año, variedad, etapa vegetativa y partes de la planta colectadas, por mencionar algunos. En el caso de *Ageratina (Eupatorium)* se observó una cantidad de 14.3% de PC; mientras que Pineda (2007) encontró

11.8% de PC en la misma especie, por su parte Nahed *et al.* (1997) obtuvieron 9.2%,

En el género *Arbutus*, se encontró un valor de 10.18%, lo cual es superior a lo obtenido por Pineda (2007) y Hajer *et al.* (2004), quienes trabajaron con diferentes especies siendo de 6.64 y 5.5% de PC respectivamente.

Para *Baccharis*, Nahed *et al.* (1997) encontraron un valor de proteína cruda de 13%. Por su parte Shimada (2003) quien trabajó con los géneros *Lupinus* y *Sedum*, reportó valores de 18%. En relación a *Buddleia*, en la literatura consultada se hallaron valores que van de 10.1 a 16.66% (Sanginés *et al.* 2007, Arellano *et al.* 1993, Nahed *et al.* 1997); trabajos realizados con *Fuchsia* Nahed *et al.* (1997) presentaron un porcentaje de 9.4. Todos los resultados anteriores son muy parecidos a lo colectado en el volcán las palomas (cuadros 2.2. y 2.3).

En el género *Quercus*, el cual ha sido objeto de muchos estudios en cuanto a propiedades nutricionales (Pineda, 2007; Hajer *et al.* 2004; Pinto-Ruiz *et al.* 2004; Nahed *et al.* 1997; Shimada, 2003), se han publicado valores de 7 a 11.7% de proteína cruda. En este estudio, se obtuvo 11.87% de PC, lo cual lo coloca en ambos casos entre los valores de proteína para gramíneas y pastos de excelente calidad. Por su parte la familia Poaceae, presentó un contenido de proteína cruda según la literatura (Pineda, 2007; Grande *et al.*, 2004; Iglesias *et al.*, 2004; Sanginés, 2001; Basahy, 1996; Shimada, 2003) en un rango de 5.11 a 13.5% mientras que en el presente trabajo al analizar *Muhlenbergia m.* y *Stipa i.*, fue de 7.28 a 8.09% (cuadro 2.4).

En el cuadro 2.5 se puede observar las categorías en las que se pueden dividir las especies encontradas de acuerdo a su calidad forrajera. El 36.8% de las especies recolectadas, presentaron valores similares a las gramíneas en un rango entre 6 y 11 %, el 44.7% tuvo valores similares

a los de un pasto de excelente calidad con un rango que va de 11 a 18; 13.2% presentó un porcentaje de proteína similar a la familia de las leguminosas como la alfalfa, (18 - 22); finalmente el 5.3% de las plantas colectadas presentaron valores indicados por Martín y Palma (1999) para árboles forrajeros con un porcentaje de proteína cruda mayor a 22% (figura 2.2).

Como se ve en la figura 2.3, alrededor de tres cuartos (68.4%) de las especies cubren los requerimientos de mantenimiento básico para machos y hembras mayores de un año, mientras que un poco más de un cuarto (31.6) lo hacen para crecimiento de astas, gestación, lactancia y cervatillos menores de un año (Berteaux, *et al.* 1998; Hiller, 1996). En conjunto, todas las especies presentaron un valor de 13.4% (± 4.8). El venado es un rumiante seleccionador, por lo que va a variar su dieta para poder cumplir con sus requerimientos de nutrimentos según su etapa fisiológica, escogiendo el forraje con más valor nutricional (Hofmann, 1988; Savory y Butterfield, 1998). Como se puede observar, son las arbustivas las plantas que mayor contenido de proteína presentaron en su conjunto, en las observaciones en campo, se corroboró que este grupo de especies se encuentra en mayor abundancia, dado la etapa de sucesión actual de este ecosistema; por lo que se espera que en general el venado pueda cubrir sus requerimientos de proteína cruda en las diferentes etapas fisiológicas en la época de lluvias; mientras que en época de secas pudiera existir una menor cantidad de proteína en las plantas debido a su estado de madurez, por lo que resulta importante hacer los análisis correspondientes en dicha época.

El extracto etéreo (EE) en los forrajes recolectados se encontró en un rango de 11.6% para *Baccharis conferta* (arbustiva) y 1.7% para *Muhlenbergia macroura* (gramínea). Las arbustivas fueron las que mayor cantidad de estos compuestos presentaron con un porcentaje de 4.7% (± 3.41). *B. conferta* contiene el valor más alto (11.57%) dentro de este

grupo; aún eliminando a esta planta, siguen siendo las arbustivas las que lucieron mayor cantidad de EE. Las siguen las arbóreas y herbáceas con 3.7% (± 1.01) y 3.6% (± 1.61) respectivamente. Las gramíneas como era de esperarse se halló la menor cantidad de EE (2% ± 0.45).

En general la cantidad de materia inorgánica de todas las especies recolectadas fue de 8.6 (± 3.48). Se puede mencionar que *Lithospermum distichum* (herbácea) fue la especie que mayor porcentaje de cenizas presentó con un 20.9 (± 1.0), mientras que *Quercus laurina* (arbórea) tuvo el menor (3.4%, ± 0.72). Hay que tomar en cuenta que *L. distichum* es una herbácea que se recolectó en su fase joven, la cual crece a ras del suelo, por lo que los altos valores en cuanto a materia inorgánica se pueden deber a la recolección accidental de suelo adherido a la planta. Así mismo, Ríos y Salazar (1995) mencionaron que el contenido de cenizas disminuye a medida que se desarrolla la planta, por lo que sería recomendable en otros estudios tomar en cuenta estos factores para cuando se tenga que medir los minerales de éstas; los cuales se podrían resolver recolectando las especies en sus diferentes etapas fisiológicas y/o lavándolas o sacudiéndolas al momento de realizar los análisis. Por tipo de crecimiento de las especies, las gramíneas presentaron la mayor cantidad de cenizas con un porcentaje de 10.7 (± 1.21), seguidas por las herbáceas 9.8% (± 3.24), las arbustivas 6.8% (± 2.78) y finalmente las arbóreas con el menor porcentaje de cenizas (4.1, ± 0.5). ¡Qué pena que no se haya medido fósforo!

Otro de los compuestos que son muy importantes para la obtención de energía en los rumiantes es la cantidad de celulosa y hemicelulosa, y la cantidad de fibra es necesaria para un buen funcionamiento ruminal. El venado se ha adaptado a alimentos con menor proporción de paredes celulares, ya que presentan una capacidad limitada para digerirlas (Hofmann 1988). Al observar los resultados de FDN, en la mayoría de las especies, a excepción de las gramíneas, el contenido celular es

mayor al 50%, lo cual nos indica que son plantas que podrían tener una buena digestibilidad. *Muhlenbergia macroura* (gramínea) fue la especie con mayor contenido de fibra con 70.5% (± 3.53); mientras que la planta que menor contenido presentó, fue *Pernettya prostrata* (arbustiva) con 20.8% (± 4.47).

Las gramíneas fueron las que mayor contenido de fibra detergente neutro (FDN) presentaron (69.2% ± 1.34), seguidas por las arbóreas (49% ± 2.38) y finalmente las arbustivas y herbáceas (37.5% ± 0.81 y 35.4% ± 2.14 respectivamente).

El contenido de paredes celulares en las plantas aumenta con el incremento de la madurez, causando una disminución de la digestibilidad (Devendra, 1995), lo cual fue evidente en el caso de las gramíneas, ya que las que fueron colectadas en estado joven, presentaron un porcentaje de FDN de 28.1% (± 1.55) y 24.8 (± 0.99) para *Stipa ichu* y *Muhlenbergia macroura* respectivamente, mientras que en el cuadro 2.4 se puede apreciar un porcentaje de FDN más alto en los pastos recolectados en estado maduro, por lo que quizás los venados consuman las partes tiernas de estos pastos.

En el género *Ageratina* (*Eupatorium*) se observó un valor muy similar a lo mencionado por Nahed *et al.* (1997) (31% de FDN); por su parte Pineda (2007), en un estudio realizado en un bosque de encino, encontró 12.4% en *Ageratina glabratum*, quizás en dicho estudio, fue determinando la etapa de crecimiento en que fueron recolectados los especímenes.

En este trabajo, *B. parviflora* presentó un porcentaje de FDN de 48.66%, lo cual coincide con los datos publicados para *Buddleia* en otros estudios, en donde se reporta un rango de 33 a 61% de FDN (Sanginés, *et al.* 2007; Arellano *et al.*, 1993; Nahed *et al.*, 1997). En *Quercus*, (Pineda, 2007; Hajer *et al.*, 2004; Pinto-Ruiz *et al.* 2004; Nahed *et al.*

1997), observaron valores que van de 37 a 59% de FDN, similares a los obtenidos en este estudio.

Por su parte la familia Poaceae, presentó un contenido de FDN cercanos a lo citado en la literatura (Pineda, 2007; Grande *et al.* 2004, Iglesias *et al.* 2004, Sanginés, 2001) en un rango de 50 a 67%. En el caso de *Baccharis*, Nahed *et al.* (1997) encontraron un valor de FDN de 26% inferior a lo emanado en este género en el volcán las palomas que fue de 33.47%, hecho que puede atribuirse entre otros causas a la etapa fenológica.

Cuadro 2.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS PLANTAS ARBÓREAS RECOLECTADAS EN EL VOLCÁN LAS PALOMAS

Arbóreas						
Especie	n	Materia seca	Proteína cruda	Extracto etéreo	Cenizas	FDN
<i>Alnus jorullensis</i> *	6	40.65 ±5.98	16.33 ±3.84	3.49 ±0.72	4.33 ±0.58	53.37 ±2.76
<i>Arbutus xalapensis</i> *	4	42.79 ±1.07	10.18 ±3.45	4.74 ±0.67	4.58 ±0.27	†
<i>Pinus sp.</i> *	4	38.16 ±6.14	10.46 ±0.40	4.14 ±1.72	4.14 ±1.72	45.63 ±7.45
<i>Quercus laurina</i> *	6	52.25 ±5.73	11.87 ±2.67	2.37 ±0.39	3.43 ±0.72	47.88 ±4.43

* Comestible, † No determinada, ± Desviación estándar

Cuadro 2.2. ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS PLANTAS ARBUSTIVAS RECOLECTADAS EN EL VOLCÁN LAS PALOMAS

Arbustivas						
Especie	n	Materia seca	Proteína cruda	Extracto etéreo	Cenizas	FDN
<i>Ageratina glabratum</i> *	2	26.78 ±0.13	14.30 ±3.21	4.42 ±2.86	10.99 ±2.08	35.44 ±2.88
<i>Baccharis conferta</i> *	6	36.53 ±2.29	10.92 ±1.37	11.57 ±0.86	7.54 ±0.34	33.47 ±3.79
<i>Buddleia parviflora</i> *	3	36.35 ±2.31	13.32 ±3.77	1.29 ±0.46	4.30 ±0.61	48.66 ±2.75
<i>Comarostaphylis discolor</i>	2	41.24 ±2.77	6.62 ±1.06	7.67 ±1.00	3.67 ±0.13	†
<i>Helianthemum glomeratum</i>	3	40.41 ±2.56	10.75 ±0.89	1.60 ±0.25	4.56 ±0.27	52.16 ±2.19
<i>Pernettya prostrata</i>	3	38.91 ±2.49	7.80 ±0.27	5.24 ±0.44	5.23 ±0.18	20.80 ±4.47
<i>Ribes ciliatum</i> *	4	34.14 ±2.39	13.71 ±2.81	2.79 ±0.33	7.57 ±1.25	†
<i>Senecio cinerarioides</i> *	4	19.76 ±3.25	22.81 ±5.20	4.33 ±0.35	10.23 ±1.64	34.51 ±3.36

* Comestible, † No determinada, ± Desviación estándar

Cuadro 2.3 ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS PLANTAS HERBÁCEAS RECOLECTADAS EN EL VOLCÁN LAS LASLOMAS

Herbáceas

Especie	n	Materia Seca	Proteína cruda	Extracto etéreo	Cenizas	FDN
<i>Ageratina sp.</i>	5	25.92 ±2.19	13.01 ±2.65	4.00 ±0.69	8.89 ±0.73	†
<i>Alchemilla procumbens</i>	6	34.61 ±2.71	10.13 ±1.03	2.70 ±0.68	6.84 ±0.41	32.53 ±2.31
<i>Castilleja tenuiflora</i>	4	28.77 ±1.72	13.96 ±5.19	3.62 ±1.51	7.32 ±2.41	38.47 ±2.32
<i>Conyza sp.</i>	4	25.47 ±2.23	12.63 ±2.51	6.28 ±0.26	8.00 ±0.29	†
<i>Dahlia merckii*</i>	4	14.60 ±1.52	18.26 ±1.40	2.61 ±0.97	12.42 ±1.25	28.56 ±3.62
<i>Eryngium sp.*</i>	4	23.42 ±3.98	10.18 ±1.69	1.88 ±0.51	9.91 ±0.76	49.55 ±6.47
<i>Fourcraea parmentieri*</i>	4	25.73 2.79	9.40 ±1.73	4.11 ±0.87	7.26 ±0.53	†
<i>Fuchsia microphylla*</i>	4	26.42 ±2.42	10.18 ±2.05	2.34 ±0.38	8.45 ±0.85	49.57 ±1.19
<i>Lithospermum distichum</i>	4	22.52 ±1.05	11.73 ±0.20	2.38 ±0.37	20.89 ±1.0	†
<i>Lopezia racemosa</i>	3	19.24 ±1.85	12.08 ±1.06	2.16 ±0.28	9.39 ±0.70	†
<i>Lupinus sp.*</i>	4	20.66 ±1.81	21.48 ±1.42	2.01 ±0.23	7.19 ±0.94	†
<i>Oenothera purpusii</i>	5	26.48 ±0.83	9.85 ±0.55	2.25 ±0.27	7.35 ±0.47	†
<i>Pascalium sp.</i>	2	12.72 ±0.62	20.60 ±4.78	3.00 ±0.77	15.71 ±0.04	†
<i>Penstemon roseus</i>	2	30.78 ±0.03	18.10 ±5.33	1.88 ±0.47	7.05 ±4.42	†
<i>Physalis coztomatl*</i>	6	15.88 ±1.17	21.18 ±2.33	7.22 ±1.26	11.59 ±1.86	29.52 ±5.20
<i>Pseudognaphalium oxyphyllum*</i>	2	27.44 ±2.64	11.66 ±0.80	5.60 ±0.42	8.42 ±0.37	†
<i>Roldana lineolata</i>	2	20.27 ±0.29	13.40 ±2.28	4.49 ±0.61	9.58 ±2.05	†
<i>Salvia elegans</i>	3	28.46 ±3.39	14.18 ±4.28	2.72 ±0.63	8.14 ±3.25	†
<i>Salvia helianthemifolia</i>	4	25.12 ±3.72	12.95 ±4.62	4.16 ±0.70	9.25 ±2.06	†
<i>Salvia polystachya*</i>	5	27.50 ±4.59	15.46 ±2.31	3.84 ±0.45	9.25 ±0.90	32.84 ±0.38
<i>Sedum bourgaei</i>	2	14.40 ±4.31	7.02 ±0.63	2.62 ±0.16	10.32 ±0.24	†
<i>Senecio barbajohanis</i>	2	20.27 ±1.67	16.46 ±1.36	6.64 ±0.14	13.32 ±0.62	†
<i>Solanum sp.</i>	2	19.46 ±2.44	28.81 ±2.90	2.17 ±0.31	11.48 ±2.11	23.12 ±0.05
<i>Stevia sp.</i>	2	28.79 ±1.04	12.36 ±0.58	5.36 ±1.09	7.66 ±0.93	38.52 ±1.54

* Comestible, † No determinada, ± Desviación estándar

Cuadro 2.4. ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS GRAMÍNEAS RECOLECTADAS EN EL VOLCÁN LAS PALOMAS

Gramíneas						
Especie	n	Materia Seca	Proteína cruda	Extracto etéreo	Cenizas	FDN
<i>Mulenbergia macroura</i> *	6	41.91 ±2.87	7.28 ±0.95	1.66 ±0.47	9.86 ±0.59	70.49 ±3.53
<i>Stipa ichu</i> *	6	44.37 ±4.32	8.09 ±1.05	2.30 ±0.37	11.58 ±0.87	67.97 ±1.63

* Comestible, ± Desviación estándar

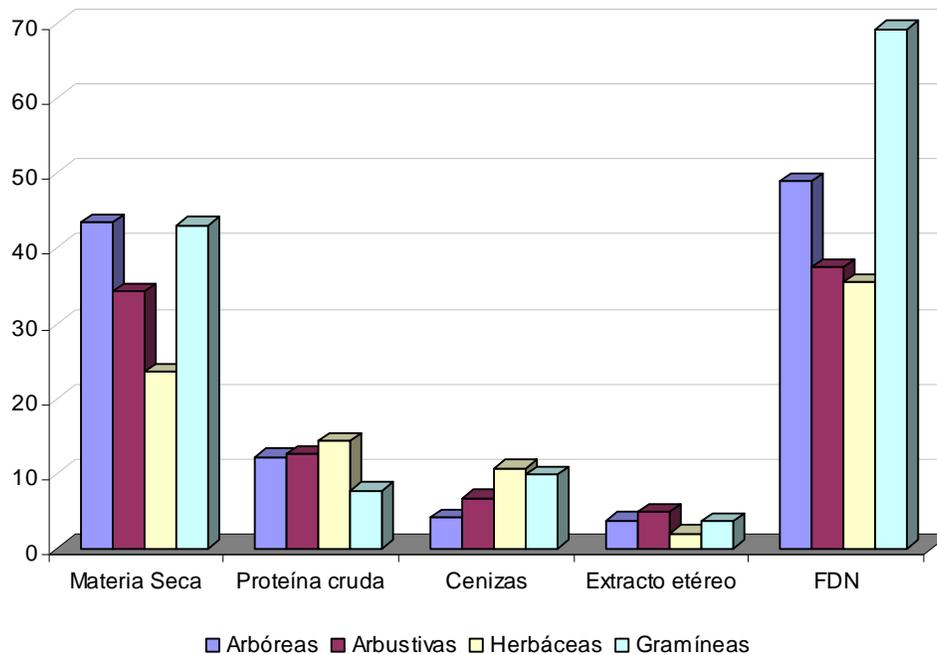


Figura 2.1. PORCENTAJE DE LOS DIFERENTES COMPONENTES NUTRICIONALES POR TIPO DE CRECIMIENTO EN LAS ESPECIES VEGETALES DEL VOLCÁN LAS PALOMAS

Cuadro 2.5. CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES EN CUANTO A CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA SEGÚN LAS CATEGORÍAS DE FORRAJES

Especie	Tipo de planta	% de Proteína
Medias de proteína cruda correspondientes a árboles forrajeros (22 - 29%)		
<i>Solanum sp.</i>	Herbácea	28.81
<i>Senecio cinerarioides*</i>	Arbustiva	22.81
Medias de proteína cruda correspondientes a leguminosas (18 - 22%)		
<i>Lupinus sp.</i>	Herbácea	21.48
<i>Physalis coztomatl*</i>	Herbácea	21.18
<i>Pascalium sp.</i>	Herbácea	20.60
<i>Dahlia merckii*</i>	Herbácea	18.26
<i>Penstemon roseus</i>	Herbácea	18.10
Medias de proteína cruda correspondientes a pastos de excelente calidad (11 - 18%)		
<i>Senecio barbajohanis</i>	Herbácea	16.46
<i>Alnus jorullensis*</i>	Arbórea	16.33
<i>Salvia polystachya*</i>	Herbácea	15.46
<i>Ageratina glabratum*</i>	Arbustiva	14.30
<i>Salvia elegans</i>	Herbácea	14.18
<i>Castilleja tenuiflora</i>	Herbácea	13.96
<i>Ribes ciliatum*</i>	Arbustiva	13.71
<i>Roldana lineolata</i>	Herbácea	13.40
<i>Buddleia parviflora*</i>	Arbustiva	13.32
<i>Ageratina sp.</i>	Herbácea	13.01
<i>Salvia helianthemifolia</i>	Herbácea	12.95
<i>Conyza sp.</i>	Herbácea	12.63
<i>Stevia sp.</i>	Herbácea	12.36
<i>Lopezia racemosa</i>	Herbácea	12.08
<i>Quercus laurina*</i>	Arbórea	11.87
<i>Lithospermum distichum</i>	Herbácea	11.73
<i>Pseudognaphalium oxyphyllum</i>	Herbácea	11.66
Medias de proteína cruda correspondientes a gramíneas (6 - 11%)		
<i>Baccharis conferta*</i>	Arbustiva	10.92
<i>Helianthemum glomeratum</i>	Arbustiva	10.75
<i>Pinus sp.*</i>	Arbórea	10.46
<i>Fuchsia microphylla*</i>	Herbácea	10.18
<i>Arbutus xalapensis*</i>	Arbórea	10.18
<i>Eryngium sp.*</i>	Herbácea	10.18
<i>Alchemilla procumbens</i>	Herbácea	10.13
<i>Oenothera purpusii</i>	Herbácea	9.85
<i>Fourcraea parmentieri*</i>	Herbácea	9.40
<i>Stipa ichu*</i>	Gramínea	8.09
<i>Pernettya prostrata</i>	Arbustiva	7.80
<i>Muhleberghia macroua*</i>	Gramínea	7.28
<i>Sedum bourgaei</i>	Herbácea	7.02
<i>Comarostaphylis discolor*</i>	Arbustiva	6.62

* Comestible

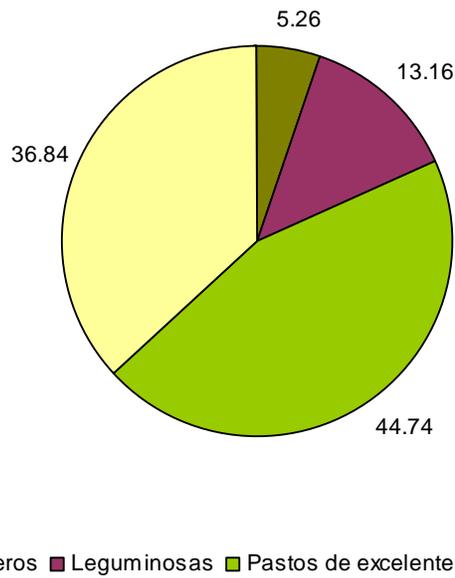


Figura 2.2. PROPORCIÓN DE ESPECIES POR PORCENTAJE DE PROTEÍNA SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE FORRAJES

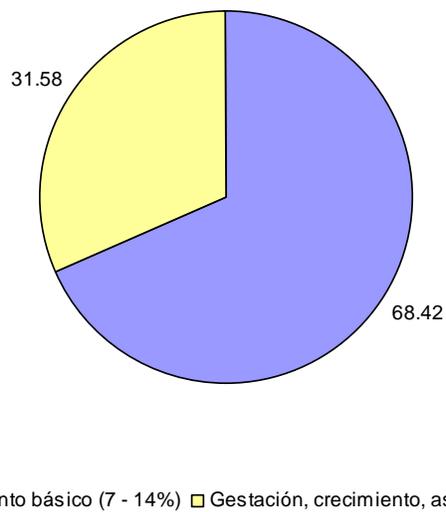


Figura 2.3 PROPORCIÓN DE ESPECIES VEGETALES SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA DEL VENADO POR ETAPA FISIOLÓGICA.

3. Análisis de la Biomasa Vegetal Disponible

En el cuadro 3.1 se presenta una estimación de la cantidad de biomasa vegetal disponible (BVD) en kg por ha. Esto nos puede dar un índice de la capacidad de carga de este sitio para el venado, tomando en cuenta que un venado consume el 3% de su peso vivo en materia seca. Pero hay que tomar en cuenta que para tener un dato en cuanto a capacidad de carga en un ecosistema con animales silvestres, se tienen que observar varios parámetros como son el índice de recuperación de la vegetación después del pastoreo, la natalidad y la mortalidad de la especie animal en cuestión y la competencia que pueda existir con otras especies herbívoras que habitan en la zona. Por otro lado, no toda la biomasa calculada en este estudio esta disponible para el consumo de los animales ya que no se conoce cual es la cantidad de especies consumidas por éstos.

Dado que los parámetros de las muestras no tuvieron un comportamiento normal en el caso de la cantidad de BVD, se decidió hacer un análisis estadístico no paramétrico (Kruskal Wallis) para determinar si existieron diferencias significativas entre épocas; solo el transecto 6 presentó diferencias significativas con una cantidad de 2350.75 kg/ha en lluvias y 1213.70 kg/ha en secas ($p < 0.05$), lo cual provocó a su vez que entre las dos épocas en general hubiera diferencias estadísticamente significativas con 1830 kg/ha y 1262 kg/ha en lluvias y secas respectivamente, $p < 0.05$).

Cuadro 3.1. CANTIDAD DE BIOMASA DISPONIBLE POR HECTÁREA EN CADA TRANSECTO

Época	Transecto	Cantidad de Biomasa (Kg/Ha)
Lluvias ^A	1	1411.19
	2	2338.90
	3	1877.17
	4	2165.57
	5	840.11
	6 ^a	2350.75
Secas ^B	1	907.76
	2	2000.00
	3	1760.73
	4	885.84
	5	805.88
	6 ^b	1213.70

Letras superscriptas mayúsculas indican diferencias significativas entre épocas, letras minúsculas entre el mismo transecto. ($P < 0.05$)

La composición química de la biomasa disponible por época y en cada transecto se presenta en el cuadro 3.2. Es importante aclarar que el análisis estadístico se hizo para diferente número de repeticiones, ya que los transectos 5 y 6 en época de lluvias se muestrearon 6 puntos, mientras que en secas fueron 7 puntos para el 6. A continuación se irán discutiendo cada uno de los componentes del análisis químico por separado.

En cuanto a la materia seca, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos épocas ($P < 0.05$), mientras que comparando cada transecto entre sí mismo según la época, sólo el uno y el tres mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$). Se puede mencionar que la biomasa vegetal disponible (BVD) en la época de secas presentó menor cantidad de humedad en relación

a la de lluvias, manteniendo un promedio de 54.09%; lo cual fue determinado principalmente por dos; el 1 y el 5, con 72.9 y 70.3% respectivamente. Durante el trabajo de campo, se pudo observar que en la porción norte del transecto uno, se encontraron plantas propias de lugares muy húmedos que no se hallaron en los otros siendo la vegetación arbórea principalmente de pinos, mientras que el cinco es una parcela muy empinada, cubierta densamente de vegetación, principalmente arbórea, tanto de pino como de encino, a lo que podría deberse la alta cantidad de humedad encontrada. En el resto de los transectos el rango de humedad estuvo entre 65.23 y 61.06%. En época de secas la humedad de las plantas se convierte en una de las fuentes principales de agua para los animales. En esta época, el rango de humedad entre todos los transectos fue de 61.11; 43.45%, siendo nuevamente el uno y cinco los más húmedos (61.11 y 59.8% respectivamente).

Diferentes autores consideran que la actividad de los venados en el amanecer, en lugares donde no hay una fuente de agua como lagos o riachuelos, puede ser el aprovechamiento del rocío acumulado en las plantas para cubrir de una mejor manera sus requerimientos del líquido (Sánchez *et al.*, 1997; Mandujano y Gallina, 1995; Mandujano y Rico-Gray, 1991); mientras que en la época de lluvias, los animales tienen mayores opciones de disponer de agua, porque además de que el contenido de humedad en las plantas fue mayor (18%), existe la posibilidad de que se formen pequeños arroyos y/o se quede el líquido acumulado en terrenos que no tengan un buen drenaje.

Es importante hacer mención que en los transectos en donde las plantas retuvieron mayor humedad, y que presentan una densidad alta de árboles a comparación del resto, puede ocurrir que los animales se mantengan más parte del tiempo en ellos, dado que es donde existe mayor cobertura, además de ser un lugar más fresco y húmedo, lo que permitiría a los venados cubrir sus necesidades de agua y protección, lo

cual coincide con lo señalado por Ceballos y Galindo-Leal (1984), quienes expresaron que los venados pasan las horas de inactividad en los echaderos que generalmente se encuentran en lo más denso de la vegetación.

Por otra parte, durante el muestreo de excretas se pudo observar, que mayor número de ellas, se encontraron en espacios con cobertura vegetal; lo cual coincide con lo que mencionaron Fulbright y Ortega (2007) en el sentido de que un venado va a desplazarse en el día para realizar diferentes actividades de alimentación y que esto dependerá como se mencionó de la cobertura, disponibilidad de alimento y agua, edad, sexo, época del año y clima, además de la presencia y actividades humanas (Halls, 1984). Diferentes autores han referido que en climas templados el venado lleva a cabo sus actividades en un área relativamente pequeña durante todo el año, recorriendo una distancia 1.65 Km. aproximadamente (Ezcurra y Gallina, 1981; Halls, 1984).

En cuanto a proteína cruda (PC), se encontró una diferencia del 35% en promedio de este compuesto entre épocas; asimismo, se obtuvieron diferencias significativas en ambas épocas y en el transecto 6 ($P < 0.05$) como se puede observar en el cuadro 3.2; sin embargo, los rangos para PC por época van de (7.14% ; 16.58%) y (5.55% ; 9.1%) para lluvias y secas respectivamente, igualmente se puede ver que son los transectos 5 y 6 los que en general tienen mayor porcentaje de este compuesto. Por su parte Silva-Villalobos *et al.* (1999), quienes realizaron un estudio en bosque tropical seco y determinaron la cantidad de PC en 32 especies vegetales, observaron un promedio de 17% y 11.4% para la época de lluvias y secas respectivamente, cantidades superiores a las encontradas en este estudio y que alcanzan a cubrir las necesidades de mantenimiento (7-10% PC) para los venados, tanto en machos como hembras adultas no gestantes; no así los datos para biomasa disponible en la zona de estudio durante la época de secas. Los requerimientos para producción (crecimiento de astas, maternidad, lactancia y

cervatillos menores de un año) van de 14 a 20% (Berteaux, *et al.* 1998, Hiller, 1996); a pesar de que la BVD contiene valores bajos en PC, hay que considerar que los animales y especialmente los venados, son muy selectivos en el tipo de alimento, además de ser consumidores de hoja (que normalmente presentan valores elevados de PC), por lo que se puede suponer que van a elegir aquellos con mayor calidad nutricional, de tal manera que equilibren el consumo de este y otros nutrimentos. La mayor cantidad y disponibilidad de plantas en esta zona corresponden a las gramíneas y herbáceas; las cuales presentan un contenido de PC entre 7.28 y 28.81%, como se puede observar en el cuadro 2.5. Dado que en la época de lluvias se encontró una mayor variedad y cantidad de plantas, principalmente herbáceas, a diferencia de la época de secas, los animales tendrán acceso a plantas con mayor calidad nutricional, y por ende, con mayor contenido de PC.

El objetivo de conocer el contenido de cenizas que tiene un alimento, es determinar la materia inorgánica y por lo tanto, la cantidad de materia orgánica que contiene. Este componente del análisis químico nos da una idea del total de minerales, en este caso presentes en las plantas. De acuerdo con Ramírez (2004) el contenido de minerales en los forrajes que consume el venado cambia con la estación del año, debido a que la disponibilidad de los mismos en el suelo y la capacidad del sistema de raíces para absorberlos es afectada por el clima. Generalmente, los minerales presentes van a afectar la digestibilidad, ya que el contenido de fibra y específicamente de lignina puede promover pérdidas fecales de magnesio, zinc y hierro. Las paredes celulares del forraje contienen pequeñas cantidades de estos minerales de forma no intercambiable, ya sea a través de su unión vía intercambio de cationes o por la presencia de formas no disponibles en la matriz de la fibra; la fracción sílice puede ser responsable de unirse con el hierro y el zinc (Van Soest, 1994).

En el contenido de cenizas no se encontraron diferencias significativas entre épocas, ni entre transectos, a excepción del tercero (cuadro 3.2),

el cual presentó una mayor cantidad en la época de secas en donde la cantidad fue mayor. Lo anterior puede indicar el estrés hídrico de las plantas en ese lugar, y por lo tanto, la concentración mayor de minerales, y quizás de otras sustancias, como por ejemplo oxalatos y nitratos entre otros. Así mismo se observa que en la época de secas en general, hubo una cantidad mayor de estos compuestos, misma que no se considera estadísticamente significativa ($P=0.20$). En general se puede decir, que la materia orgánica presente en cuantitativamente es similar; lo cual no significa que sea de la misma calidad en cuanto a proteína cruda, energía, y contenido celular.

Uno de los minerales importantes a considerar en la alimentación de los cérvidos es el fósforo, ya que además de tener un papel muy importante en el crecimiento y mantenimiento del tejido óseo, así como de las astas (un venado en el pico de crecimiento de sus astas utiliza hasta el 30% de su consumo de fósforo), es primordial para los procesos de obtención de energía a nivel intracelular. Una deficiencia de fósforo se refleja en todas las fases productivas del animal, como son el crecimiento, apareamiento, gestación y lactancia. Los forrajes poseen cantidades muy variables de este mineral, lo cual depende de la cantidad presente en el suelo, el estado de madurez de la planta y el clima. De forma general, los forrajes de clima templado presentan mayor contenido de fósforo que los tropicales (3.5 vs. 2.3 P kg⁻¹ MS) aunque durante la época de secas la concentración en las plantas tiende a disminuir. Los concentrados como los granos o cereales, contienen una cantidad relativamente uniforme y suficiente de fósforo. (Underwood 1999, NRC 2007, Fulbright y Ortega 2007).

En virtud de que los forrajes contienen menor cantidad de fósforo, se pueden encontrar deficiencias en animales en pastoreo, sin embargo, el venado al incluir grandes proporciones de hojas o leguminosas en su dieta, la probabilidad de presentar deficiencias de este mineral, en comparación a los pastos (Ramírez 2004, Underwood 1999).

La cantidad de FDN, fue diferente en ambas épocas, presentando diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), no sólo entre estas, sino también en entre los transectos 1, 2 y 3. En época de lluvias el porcentaje fue de 64.21, mientras que en secas de 71.71%. El rango encontrado entre transectos fue de 59.77% a 74.05 en lluvias y 64.57 a 79.75% en secas. Los resultados obtenidos en BVD fueron mayores si se comparan con los encontrados en las herbáceas, arbustivas y arbóreas las cuales presentaron un contenido de 35.44, 37.51 y 48.96% de FDN respectivamente (cuadros 2.1, 2.2. y 2.3); lo cual demuestra que existe una proporción importante de arbóreas y gramíneas presentes en la zona. Se sabe que existe una estrecha relación entre la FDN con el la edad de las plantas; a medida que ésta aumenta, los niveles de FDN serán mayores (Mertens, 2003); por lo que se puede pensar que la biomasa recolectada estuvo compuesta principalmente de plantas en un estado fisiológico de madurez. Al igual que en el caso de proteína cruda, hay que recordar que el animal va a ser selectivo de su alimento y en general va a tender a escoger forrajes con menor contenido de fibra y mayores en proteína cruda y energía siempre y cuando estos se encuentren disponibles.

Al determinar extracto etéreo por el método oficial de la A.O.A.C. se pueden sobreestimar la cantidad de grasa, en virtud de que en su análisis también se consideran ácidos grasos, lípidos simples y compuestos, prostaglandinas, esteroides lipídicos, pigmentos y vitaminas liposolubles, los cuales son solubles en éter. En general los forrajes contienen poca cantidad de lípidos, y las muestras de BVD analizadas no fueron la excepción. Los resultados obtenidos para esta fracción son en promedio de 2.6 y 2.5% en época de lluvias y secas respectivamente, sin haber presentado diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) como se puede ver en el cuadro 3.2. Esta fracción resulta importante cuando se considera la energía total de un alimento, ya que los lípidos aportan 2.25 veces más que los hidratos de carbono. Es importante considerar que los lípidos de las hojas en la

mayoría de las plantas son principalmente galactolípidos involucrados al glicerol, galactosa y ácidos grasos no saturados con grupos sulfonados; los cuales son más polares que los triglicéridos y tienen valores más bajos de energía que los que pueden ser estimados por el factor 2.25 usado para calcular el total de nutrientes digeribles. Las dietas en los venados son normalmente muy bajas en lípidos ya que las plantas que son su fuente de alimento, contienen como se mencionó anteriormente muy bajas cantidades de los mismos, los cuales presentan proporciones de 1.5 a 4% de lípidos simples, 0.5 a 1% de ceras, 0.5 a 1% de esteroides y 0.5 a 1% de fosfolípidos con sales del ácido fosfatídico (Ramírez, 2004).

El venado cola blanca, necesita alrededor de 89 kcal/kg de peso corporal^{0.75} (Fulbright y Ortega, 2007), dependiendo del estado fisiológico en que se encuentre el animal, para cubrir sus necesidades de mantenimiento y producción. La BVD en la zona de estudio está entre 3.02 y 2.82 Mcal/kg de energía bruta en época de lluvias y secas respectivamente.

Cuadro 3.2. RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA (gr/100 gr MS) DE LA BIOMASA DISPONIBLE EN DOS ÉPOCAS DEL AÑO.

Época	Transecto	MS (%)	ds	PC (%)	ds	Cenizas (%)	ds	EE (%)	ds	FDN (%)	ds	EB (Kcal/g)	ds
Lluvias	1	27.08 ^a	±9.14	9.55	±5.08	9.85	±2.51	2.66	±0.61	59.77 ^a	±10.06	3.14	±0.30
	2	38.38	±6.77	7.46	±3.31	8.77	±2.39	2.46	±1.1	63.30 ^a	±6.93	2.86	±0.71
	3	38.94 ^a	±5.63	7.14	±0.83	7.46 ^a	±1.83	2.83	±1.09	74.05 ^a	±1.14	3.01	±0.37
	4	34.49	±7.96	7.79	±1.95	7.88	±2.4	2.41	±1.01	73.25	±4.38	3.09 ^a	±0.31
	5	29.69	±10.18	13.60	±5.98	10.05	±2.53	2.84	±0.92	63.92	±5.60	2.90	±0.30
	6	34.77	±8.62	16.58 ^a	±5.16	9.44	±2.85	2.06	±1.17	73.24	±5.66	3.03 ^a	±0.12
	Todos	33.98 ^A	±8.76	10.12 ^A	±5.15	8.87	±2.47	2.55	±0.97	64.21 ^A	±9.53	3.01 ^A	±0.39
Secas	1	39.88 ^b	±6.65	5.55	±1.85	9.22	±2.31	3.04	±0.91	69.41 ^b	±10.65	2.99	±0.23
	2	46.18	±16.65	6.92	±3.94	9.97	±1.79	1.99	±0.69	72.77 ^b	±6.68	2.89	±0.13
	3	56.55 ^b	±10.08	5.44	±3.45	9.86 ^b	±2.08	2.18	±0.88	79.75 ^b	±3.02	2.69	±0.50
	4	44.03	±10.91	6.70	±2.28	8.41	±1.55	2.94	±1.23	73.03	±0.23	2.80 ^b	±0.11
	5	40.15	±14.89	9.10	±5.35	10.00	±2.72	2.49	±0.66	64.57	±13.23	2.97	±0.38
	6	47.81	±15.07	6.41 ^b	±3.06	10.03	±1.77	2.63	±0.57	78.17	±0.60	2.55 ^b	±0.38
	Todos	45.91 ^B	±13.25	6.62 ^B	±3.43	9.57	±2.01	2.55	±0.89	71.71 ^B	±9.40	2.82 ^B	±0.33

MS = Materia seca, PC = Proteína cruda, EE = Extracto etéreo, FDN = Fibra detergente neutro, EB = Energía Bruta
 Letras superscriptas mayúsculas indican diferencias significativas entre épocas, letras minúsculas entre transecto en la misma época (P<0.05)

4. Digestibilidad indirecta por índice de nitrógeno fecal (INF)

El método indirecto para determinar digestibilidad por INF es una herramienta útil para aproximarse a esta información en ungulados silvestres, ya que a pesar de la controversia existente sobre esta técnica indirecta, se ha observado que se obtienen datos muy cercanos entre los resultados de digestibilidad del índice fecal y otros ensayos para dicha determinación (Holecheck *et al.* 1982), por su parte Leslie *et al.* (2008) mencionaron que el INF es aceptable para la estimación de digestibilidad de los alimentos, aunque los resultados obtenidos se deben considerar como una aproximación y con cautela.

Los niveles de nitrógeno fecal (NF) encontrados en las heces de venado recolectadas fueron de 1.99% \pm 0.41 (1.31; 2.95%); resultados similares fueron encontrados por Buenrostro *et al.* (2004) en un ecosistema de selva baja caducifolia (1.66% a 1.75% de nitrógeno fecal), las muestras fecales trabajadas por dichos autores se encontraban dentro de un periodo no mayor de 30 días desde su deposición, mientras que en la investigación actual no se sabe en que momento fueron excretadas las. Se ha mencionado que el NF tiende a disminuir con el tiempo; sin embargo, en un estudio realizado por Jenks *et al.*, (1990) encontraron que no hubo diferencias entre las heces recolectadas en diferentes periodos de tiempo.

En cuanto al porcentaje de digestibilidad determinado según el nitrógeno presente en las heces, a partir de las fórmulas de Wallace y Van Dyne (1970), se obtuvieron los índices para materia seca, materia orgánica, y proteína.

En materia seca la digestibilidad por INF encontrada estuvo en un rango de 38.32% a 78.74%. En la figura 4.1, se puede ver que un 56% de los

grupos fecales presentaron una digestibilidad mayor del 65%, mientras que el 40% presentaron una digestibilidad entre 50 y 61% y solo un 4% mostró una digestibilidad menor del 50%.

Ramírez (2004) mencionó que con la digestibilidad de materia seca se obtiene un buen indicador de la energía digestible de las plantas que consume el venado, aunque puede ser sobreestimada cuando exista un alto contenido de cenizas solubles, por lo que es conveniente expresarlo en base orgánica (DMO).

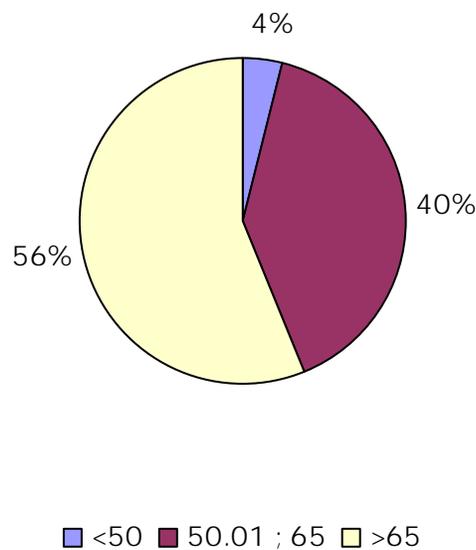


Figura 4.1. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD POR ÍNDICE DE NITRÓGENO FECAL EN MATERIA SECA ENCONTRADO EN HECES DE VENADO COLA BLANCA RECOLECTADAS EN EL VOLCÁN LAS PALOMAS.

En el cuadro 4.1 se presenta el contenido promedio de digestibilidad de la materia seca (DMS) (%) que se requiere para cubrir las demandas de energía digestible del venado cola blanca en diferentes estados fisiológicos. Se ha propuesto en diferentes estudios que la estimación de

la DMS (%) es cuantitativamente muy similar a la energía digestible (ED), y por lo tanto, puede ser un buen indicador de la cantidad de ED que requerirá el venado (Ramírez 2004). Los resultados obtenidos indican que más del 96% de las heces analizadas presentaban valores mayores o iguales al 50% de digestibilidad de materia seca, lo cual indica que los alimentos consumidos por los venados en esta área, son en su mayoría de buena calidad y podrían cubrir sus requerimientos de energía en las diferentes etapas de producción, ya que con una digestibilidad de materia seca del 51% se alcanzarían a cubrir las demandas de energía de mantenimiento como lo indican los datos obtenidos por Feist (1998).

Cuadro 4.1 REQUERIMIENTOS ESTIMADOS DE ENERGÍA DIGESTIBLE (ED) QUE SON EQUIVALENTES A LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (MS) DEL VENADO COLA BLANCA.

Clases	Edad	DMS, % = Kcal ED/kg peso vivo
Juveniles	de 4 a 6 meses (septiembre a noviembre)	68
	de 7 a 11 meses (diciembre a abril)	60 a 62
	de 12 a 18 meses (mayo a noviembre)	63 a 65
Hembras	Gestación (enero a 15 abril)	57
	Último tercio de gestación (15 de abril a mayo)	59
	Lactación (junio a 15 de julio)	64
	Lactación (15 de julio a agosto)	61
	Pre-corrída (septiembre a octubre)	61
	Mantenimiento (noviembre a diciembre)	5
Machos	Mantenimiento (enero a marzo)	51
	Crecimiento de las astas (abril a agosto)	55
	Pre-corrída (septiembre a diciembre)	60

Tomado de Feist 1988

En un estudio realizado por Schneider *et al.*, (1953) en borregos, obtuvieron un índice de digestibilidad de materia seca con NF con un rango de 65.73% a 74.55%, dependiendo de la etapa fisiológica del forraje que consumió el animal. En otro trabajo efectuado por Leslie y Starkey (1985) en cérvidos, encontraron un rango de de 24% a 46%; mientras que Holloway *et al.* (1981) trabajando con bovinos, calcularon del 50% a 77.1%. Es interesante notar que el único estudio realizado con cérvidos (venado cola blanca y alce), reportan niveles de digestibilidad bastante bajos, mientras que los estudios realizados con otros rumiantes se encuentran más cercanos a los rangos superiores encontrados en las excretas recolectadas en el volcán Las Palomas.

En cuanto a la de digestibilidad de Materia Orgánica por INF, en este trabajo se encontraron valores en un rango de 50.88% a 82.74%. La mayor cantidad de grupos fecales (80%) presentaron una digestibilidad mayor al 65% y un 20% de éstos tuvieron una digestibilidad entre el 50 y 65%. Estos resultados son similares a los mencionados por Marten y Jordan (1967) en un estudio con ovinos (71.6 a 76.6 de digestibilidad de materia orgánica en pastos) y con los de Wehausen (1995) en rumiantes domésticos y silvestres, quiénes refirieron un porcentaje de digestibilidad entre 41% y 84%.

En un trabajo realizado por Kusmartono *et al.* (1996) ciervos rojos y venados híbridos, en donde analizaron la digestibilidad in vivo de materia seca y orgánica en *Lolium perenne* y *Cichorium intybus*, encontraron digestibilidades de 72.7% y 74.4%, 78.5% y 78.74% respectivamente; mientras que en este estudio se encontró que el 24% de las muestras presentó una digestibilidad de materia seca menor al 72.7% de; mientras que sólo el 16% alcanzó una digestibilidad mayor al 74.4%. En el caso de la digestibilidad de la materia orgánica en este trabajo fue de 32% menor al 72.7% y 28% mayor al 74.4%.

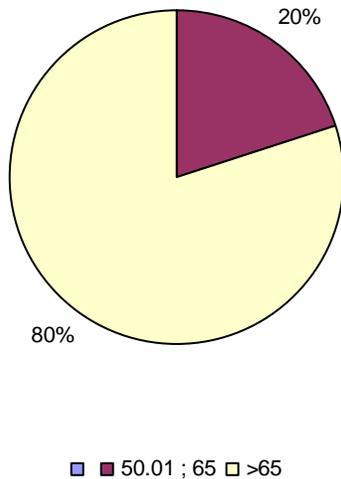


Figura 4.2. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD POR ÍNDICE DE NITRÓGENO FECAL EN MATERIA ORGÁNICA ENCONTRADO EN HECES DE VENADO COLA BLANCA RECOLECTADAS EN EL VOLCÁN LAS PALOMAS.

El cálculo de digestibilidad indirecta para proteína resultó en un rango de 26.08% a 86.46%. El 44% de grupos fecales, tuvieron un índice de digestibilidad menor al 50%, 40% de los grupos se encontró entre 50 y 65% y 16% de éstos fue mayor a 65% (figura 4.3). Home y Breirem (1952) en un estudio realizado con heces de borregos, encontraron índices de digestibilidad de proteína cruda por NF del 54% al 78%, el cual en comparación a lo encontrado en las heces de venado es un rango más pequeño.

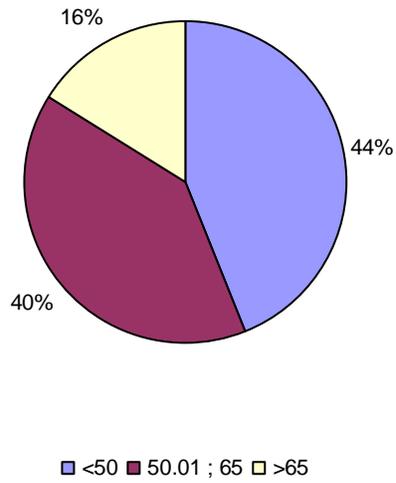


Figura 4.3. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD POR INDICE DE NITRÓGENO FECAL EN PROTEÍNA ENCONTRADO EN HECES DE VENADO COLA BLANCA RECOLECTADAS EN EL VOLCÁN LAS PALOMAS.

CONCLUSIONES

El trabajo de investigación indica que la ladera poniente del volcán Las Palomas, es un ecosistema de Pino-encino en proceso de regeneración, ya que muchas de las especies encontradas son producto de una sucesión secundaria (63% herbáceas, 21% arbustivas, 10.5% arbóreas y 5% gramíneas), por lo que es un lugar adecuado como hábitat para los venados, además de que el 68.42% presenta el potencial de cubrir las necesidades de mantenimiento del venado cola blanca, mientras que 51.58% las necesidades de gestación, crecimiento y producción de astas. Así mismo se observó que la dieta que consumen los animales tiene una digestibilidad promedio superior al 65% para materia orgánica y 60% para proteína cruda y que la cantidad de biomasa vegetal recolectada potencialmente comestible, fue de 1830kg de materia seca/ha en la época de lluvias, mientras que en secas fue de 1262kg/ha.

RECOMENDACIONES:

Es necesario conocer cuales son las especies vegetales que consumen los venados ya sea por medio de la técnica histológica o por identificación de los perfiles de alcanos, para así poder saber con más certeza cual es la capacidad real de este ecosistema para sostener a una población de venado cola blanca.

De igual manera es vital conocer el uso del hábitat del venado en esta zona, por lo que resultaría fundamental conocer los resultados de los estudios sobre alcanos y hábitat, que están en siendo realizados actualmente en un esfuerzo conjunto de varias instituciones.

LITERATURA CITADA

Aguilera, U. 1998. Hábitos Alimentarios del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) En el Parque Estatal Nanchitla, Tejupilco. Estado de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Aguirre, A. 2000. Aprovechamiento de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como estrategia para conservar áreas forestadas en la zona maya: Reserva Ría Lagartos, Yucatán. Biocenosis AC. Informe Final SNIB-CONABIO proyecto No. M029. México D. F.

Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados Superiores Exóticos en México: Diversidad, Distribución y Efectos Potenciales. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D. F.

Aranda, M. 2000. Huellas y Otros rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México. Instituto de Ecología A. C., CONABIO. Xalapa. México. 212p.

Arceo, G.; Mandujano, S.; Gallina, S. y Perez, L. 2005. Diet Diversity of White-Tailed Deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia*. 69(29):12-25.

Arellano, L.; Carranco, M.; Pérez-Gil, F.; Hernández, E.; Partida, H. y Ripoll, H. 1993. Estudio de la Composición Química de 6 Plantas no Convencionales del Estado de Oaxaca, México, Como Recursos Potenciales en la Alimentación Animal. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 43(3):264-268.

Argüelles, L. 2008. UMAs Extensivas de Venado Cola Blanca Como Instrumento Económico de Restauración Ecológica en el Noreste de Morelos. Tesis de Maestría. Instituto de Biología. UNAM. México.

Bá, M. 1999. El Pueblo Maya y el Desarrollo Sostenible, en Enfoque Sobre el Desarrollo Sostenible, FLACSO, Guatemala, pp. 77-85.

Basahy, A. 1996. Nutritional and Chemical Evaluation of Pearl Millet Grains (*Pennisetum typhoides* (Burm. F.) Stapf & Hubbard, Poaceae) Grown in the Gizan Area of Saudi Arabia. International Journal of Food, Sciences and Nutrition. 47(2): 165-169

Bautista, F.; Delfín, H.; Palacio, J. y Delgado, M. 2004. Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. UNAM, UADY, CONACYT, INE. México. 507 p.

Berteaux, D.; Créte, M; Huot, J.; Maltais, J. y Ouellet, J. P. 1998. Food Choice by White-Tailed Deer in Relation to Protein and Energy Content of the Diet: a Field Experiment. Oecologia. 115: 84-92.

Buenrostro, A.; Gallina, S. y Sánchez-Rojas, G. 2004. Diferencias en la Calidad de la Dieta del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*), Determinadas por Concentraciones de Nitrógeno Fecal. Memorias del XXI Simposio Sobre Fauna Silvestre "Gral. MV Manuel Cabrera Valtierra. Universidad de Colima y Universidad Nacional Autónoma de México.

Calderón, G. y Rzedowski, J. 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. CONABIO, Instituto de Ecología, A. C. México.

Camacho, D.; Nahed, J.; Ochoa, S.; Jiménez, G.; Soto, L.; Grande, D.; Perez-Gil, F.; Carmona, J. y Aguilar, C. 1999. Traditional Knowledge and Fodder Potential of the Genus *Buddleia* in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Animal Feed Science and Technology*. 80:124-134.

Campbell, T. y Hewitt, D. 2005. Nutritional Value of Guajillo as a Component of Male White-Tailed Deer Diets. *Rangeland Ecology and Management*. 58(1):58-64

Ceballos, G.; Arroyo-Cabrales, J. y Medellín, R. 2002. Mamíferos de México. En: Ceballos, G. y Simonetti, J. *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. CONABIO-UNAM. México. pp. 377-413.

Ceballos, G. y Galindo-Leal, C. 1984. *Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México*. MAB-UNESCO, Editorial Limusa. México.

Ceballos, G. y Navarro, D. 1991. Diversity and Conservation of Mexican Mammals. En: Mares, M. y Schmidly, D. *Latin American Mammalogy. History, Biodiversity and Conservation*. University of Oklahoma Press. U.S.A. pp. 167-198.

Challenger, A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro*. CONABIO, Sierra Madre, Instituto de Biología. 847p. México.

CONABIO. 2006. *Capital Natural y Bienestar Social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Cornejo-Tenorio, G.; Casas A.; Farfán, B.; Villaseñor J. e Ibarra G. 2003. *Flora y Vegetación de las Zonas Núcleo de la Reserva de la Biósfera*

Mariposa Monarca, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 73:43-62.

Devendra, C. 1995. Composition and Nutritive Value of Browse Legumes. In: Tropical legumes in animal nutrition. Eds. D' Mello, J. y Devendra, C. CAB International. Singapore. p. 49 – 66.

Espmark, Y. 1971. Individual Recognition by Voice in Reindeer Mother-Young Relationship. Field Observations and Playback Experiments. Behaviour, 40: 295–301.

Espmark, Y. 1975. Individual Characteristics in the Calls of Reindeer Calves. Behaviour, 54: 50–59.

Ezcurra, E. y Gallina, S. 1981. Biology and Population Dynamics of White-Tailed Deer in Northwestern Mexico. En: Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America. Instituto de Ecología. Xalapa. México.

Feist, M. 1998. Evaluation of Development of Specialized Livestock Diets in Saskatchewan. Tesis de Maestría. University of Saskatchewan. Canada.

Fulbright, T. y Ortega-S. J. 2007. Ecología y Manejo de Venado Cola Blanca. Texas A&M University Press. EUA. 265 p.

Galindo-Leal, C.; Morales, C. y Weber, M. 1994. Utilización del Hábitat, Abundancia y Dispersión del Venado de Coues: Un Experimento Semi-natural. En: Vaughan, C. y Rodríguez, M. (editores) Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica. 1ª ed. EUNA. Costa Rica. 315-332.

Galindo-Leal, C. y Weber, M. 1998. El Venado de la Sierra Madre Oriental. Ecología, Manejo y Conservación. EDICUSA-CONABIO. México.

Gallina, S. 2003. Gasto Energético de Hembras de Venado Colablanca en el Noreste de México. Memorias del XX Simposio sobre Fauna Silvestre "Gral. MV Manuel Cabrera Valtierra". Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Gallina, S.; Bello, J. y Corona-Zárata P. 2002. Comportamiento del Venado en el Noreste de México. Memorias del XIX Simposio Sobre Fauna Silvestre "Gral. MV Manuel Cabrera Valtierra". Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Gallina, S.; Maury, E. y Serrano, V. 1978. Food Habits of White-Tailed Deer. En: Ffolliot, P. y Gallina, S. (Editors) Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America. Instituto de Ecología. México.

Grande, D; Reyes, F.; Losada, H.; Nahed, J.; Romero, N.; Valdivieso, G.; y Pérez-Gil, F. 2004. Response of Sheep Fed with Tropical Tree Legume Foliages and Taiwan Grass (*Pennisetum purpureum*). Proceedings of the International Congress on Silvopastoralism and Sustainable Management. Lugo, España. 134-136.

Guzmán, L. 2005. Análisis De Las Experiencias Colombianas de Manejo Ex Situ de Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) Como Aporte a su Conservación. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Halls, L. (Editor and compiler). 1984. White-Tailed Deer, Ecology and Management. A Wildlife Management Institute Book. Stackpole Books. E.U.A.

Hajer, A.; López, S. y Chermiti, A. 2004. Nutritional Characterization of Some Mediterranean Forestry Resources. Proceedings of the International Congress on Silvopastoralism and Sustainable Management. Lugo, España. 137-139.

Harrington, D. y Durrel, W. 1957. How to identify plants. The Swallow Press. Chicago, USA. 230p.

Hiller, Ilo. 1996. The White-Tailed Deer. Texas A&M University Press.

Hofmann, R. 1988. Anatomy of the Gastro-Intestinal Tract. En: Church, D. (Editor). The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall. N.J. U.S.A. p.14-43.

Holecheck, J.; Vavra, M. y Pieper, R. 1982. Methods for Determining the Nutritive Quality of Range Ruminant Diets: a Review. Journal of Animal Science. 54:363-376.

Holloway, J.; Estell, R. y Butts, W. Jr. 1981. Relationship Between Fecal Components and Forage Consumption and Digestibility. Journal of Animal Science. 52(4):836-848.

Homb, T. y Breirem, K. 1952. The Use of Fecal Nitrogen as a Measure of Dry Matter Intake and Digestibility of Organic Matter in Forage. Journal of Animal Science. 11:496-500.

Iglesias, A.; Carballo, J.; López, A. y Monserrat, L. 2004. Behaviour at Grazing of Calves with Galician Blonde Suckler Cows. Proceedings of the International Congress on Silvopastoralism and Sustainable Management. Lugo, España. 140-141.

Jenks, J.; Soper, R.; Lochmiller, R. y Leslie, D. 1990. Effect of Exposure on Nitrogen and Fiber Characteristics of White-Tailed Deer Feces. The Journal of Wildlife Management. 54:389-391.

Johnson, A.; Hale, P.; Ford, W.; Wentworth, J.; French, J.; Anderson, O. y Pullen, G. 1995. White-Tailed Deer Foraging in Relation to Successional Stage, Overstory Type and Management of Southern Appalachian Forests. American Midland Naturalist. 133(1):18-35.

Kennedy, J.; Jenks, J.; Jones, R. y Jenkins, K. 1995. Characteristics of Mineral Links Used by White-Tailed Deer (*Odocoileus virginianus*). American Midland Naturalist. 134(2):324-331.

Kusmartono; Barry T.; Wilson, P.; Kemp, P. y Stafford, K. 1996. Effects of Grazing Chicory (*Cichorium intybus*) and Perennial Ryegrass (*Lolium perenne*) with Clover (*Trifolium repens*) Pasture upon the Growth and Voluntary and Voluntary Intake of Red and Hybrid Deer During Lactation and Post-weaning Growth. Journal of Agricultural Science, Cambridge. 127:387-401.

Landa, R.; Meave, J. y Carabias, J. 1997. Environmental Deterioration in Rural Mexico: An Examination of the Concept. Ecological Applications. 7 (1): 316-329.

Leopold, A. S. 1959. Fauna Silvestre de México. Editorial Pax. México.

Leslie, D. y Starkey, E. 1985. Fecal Índices to Dietary Quality of Cervids on Old-Growth Forests. *Journal of Wildlife Management*. 49(1):142-146.

Leslie D.; Bowyer, R. y Jenks, J. 2008. Facts From Feces: Nitrogen Still Measures Up as a Nutritional Index for Mammalian Herbivores. *The Journal of Wildlife Management*. 72(6):1420-1433.

Lindorf, H.; Parisca, L. y Rodriguez, P. 1991. Botánica. Clasificación, Estructura, Reproducción. Segunda Edición. Ediciones de la Biblioteca, Caracas, Venezuela. 584pp.

Luna, A.; Vera-Avila, H.; Mora, O.; Anguiano-Serrano, B. Vasquez-Pelaez, C. y Shimada, A. 2006. Effect of Pré-mating Nutritional Status in Red Deer (*Cervus elaphus scoticus*) Hinds on the Sex Ratio of Their Offspring. *Small Ruminant Research*. 65:154-160.

Mandujano, S. y Gallina, S. 1993. Densidad del Venado Cola Blanca Basada en Conteos en Transectos en un Bosque Tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 56:1-38.

Mandujano, S. y Gallina, S. 1995. Disponibilidad de Agua para el Venado Cola Blanca en un Bosque Tropical Caducifolio de México. *Vida Silvestre Neotropical* 4(2):107-118.

Mandujano, S.; Gallina, S.; Arceo, G. y Pérez-Jiménez L. 2004. Variación Estacional del Uso y Preferencia de los Tipos Vegetacionales por el Venado Cola Blanca en un Bosque Tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 20(2):45-67.

Mandujano S.; Gallina, S. y Bullock, H. 1994. Frugivory and Dispersal of *Spondias Purpurea* (Anacardiaceae) in a Tropical Deciduous Forest in Mexico. *Revista de Biología Tropical* 42 (1/2): 107-114. (uno)

Mandujano, S. y Martínez, L. 1997. Fruit Fall Caused by Chachalacas (*Ortalis poliocephala*) on Red Mombin Trees (*Spondias Purpurea*): Impact on Terrestrial Fruit Consumers, Especially the White-Tailed Deer (*Odocoileus Virginianus*). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 32:1-3.

Mandujano, S. y Rico-Gray, V. 1991. Hunting, Use, and Knowledge of the Biology of the White-Tailed Deer (*Odocoileus virginianus* Hays) by the Maya of Central Yucatán, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 11(2):175-183.

Marchinton, L. y Hirth, D. 1984. Behaviour. En Halls, L. (Editor and compiler). *White-Tailed Deer, Ecology and Management. A Wildlife Management Institute Book*. Stackpole Books. U.S.A. P. 129-168.

Marten, G. y Jordan, R. 1967. Pasture Quality for Sheep as Estimated by Chromogen vs. Nitrogen Indicators. *Journal of Animal Science*. 26:1165-1168

Martin y Palma. 1999. *Manual para Fincas y Ranchos Ganaderos*. AgroSystems Editing, A. P. Colima, México. 120 pp.

Martínez, M. 1979. *Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1220 pp.

McComb K. 1987. Roaring by Red Deer Stags Advances the Date of Oestrus in Hinds. *Nature*. 330:648-649.

Mertens, D. 2003. New Methods Discussed for Measuring and Modeling Fiber. Feedstuffs. March:14-26.

Miranda, J. y Muñoz-Piña, C. 2007. Patrones Especiales de Deforestación en México. Econometría Usando Variables Dependientes Cualitativas. Documento de trabajo INE -DGIPEA-0607. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT. México.

Muñoz, C.; Guevara, A.; Torres, J. y Braña, J. 2008. Paying for the Hydrological Services of Mexico's Forests: Analysis, Negotiations and Results. Ecological Economics. 64(4):725-736.

Murphy, P.G.; Lugo A.E. 1995. Dry Forests of Central America and the Caribbean. En: Bullock, S.; Mooney, H. y Medina E. (eds.) Seasonally Dry Tropical Forests. Cambridge University Press. U.S.A. pp. 9-34.

Nahed, J.; Villafuerte, L.; Grande, D.; Pérez-Gil, F.; Alemán, T. y Carmona, J. 1997. Fodder Shrub and Tree Species in the Highlands of Southern Mexico. Animal Feed Science and Technology. 68:213-223.

NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants. BANR. The National Academies Press. EUA.

Ortiz, T.; Gallina, S.; Briones, M. y González, 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.

Page, B. y Underwood, B. 2006. Comparing Protein and Energy Status of Winter-Fed White-tailed Deer. *Wildlife Society Bulletin*. 34(3):716-724.

Pineda M. 2007. Comportamiento en pastoreo y características nutricias de especies consumidas por ovinos y caprinos en bosque de encino. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 77 pp.

Pinto-Ruiz, R.; Gómez, H.; Hernández, A.; Medina, F.; Martínez, B.; Gutiérrez, R.; Lazos, I.; Ramos, L.; Nahed, J. y Carmona, J. 2004. Fodder Tree Species from Three Regions of Chiapas, México. *Proceedings of the Second International Symposium on Silvopastoral Systems: The Importance of Silvopastoralism Systems for Providing Ecosystems Services and Rural Livelihood*, Mérida, Yucatán, México. 30-34.

Ramírez R. 2004. Nutrición del Venado Cola Blanca. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L., México.

Reid, F. 1997. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press. N.Y. U.S.A.

Ríos, C. y Salazar, A. 1995. Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) una Fuente Proteica Alternativa para el Trópico. *Livestock Research for Rural Development*, 1995 (3) 6.

Rojo, A.; Cruz, J.; Solano, G. y Hernández, R. 2007. Plan de Manejo Tipo de Venado Cola Blanca en Zonas Templadas y Tropicales de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Vida Silvestre. México.

Rodríguez-Macías, R.; Ruíz-López, M.; García-López, P.; Zamora-Natera, F. y Ruíz-Moreno, J. 2005. Nutritional Potential of *Lupinus exaltatus* Zucc. for use as an Alternative Crop of High Protein Content. Memorias de la 11a Conferencia Internacional sobre Lupinus. Guadalajara, Jalisco. México.

Russell, F.; Zippin, D. y Fowler, N. 2001. Effects of White-Tailed Deer (*Odocoileus virginianus*) in Plants, Planta Populations and Communities: A Review. American Midland Naturalist. 146(1): 1-26.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.

Rzedowski, J. 1993. Diversity and Origins of the Phanerogamic Flora of Mexico. En: Ramamoorthy, T.; Bye, R.; Lot, A. y Fa, J. (Eds.). Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution. Oxford University Press. E.U.A. 129-144.

Sánchez, G.; Gallina, S. y Mandujano, S. 1997. Área De Actividad Y Uso Del Hábitat De Dos Venados Cola Blanca (*Odocoileus Virginianus*) En Un Bosque Tropical De La Costa De Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie) 72:39-54.

Sánchez-González, A. y López-Mata, L. 2003. Clasificación y Ordenación de la Vegetación del Norte de la Sierra Nevada, a lo Largo de un Gradiente Altitudinal. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica 74(1):47-71.

Sanchis, E. 1997. Vocabulario y Etimologías de la Botánica. Gráficas Hurtado. España. 170 pp.

Sanginés, L. 2001. Potencial Nutricional del Follaje de *Buddleia Skutchii* (Hojas y Peciolos) en la Alimentación de Ovinos y Análisis de las Variables Ruminales. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima. 99 p.

Sanginés, L.; Nahed, J.; Juárez, M. y Pérez-Gil, F. 2007. In Vivo and in Situ Digestibilities and Nitrogen Balance of *Buddleia skutchii* as a Sole Component and Mixed with *Pennisetum clandestinum* in Sheep Diets. *Small Ruminant Research*. 69:129-135.

Savory, A. y Butterfield, J. 1998. *Holistic Management*. Island Press, Washington, USA.

Schneider, B. y Flatt, W. 1975. *The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments*. The University of Georgia Press. EUA. 423pp.

Schneider, B.; Soni, B. y Ham, W. 1953. Digestibility and Consumption of Pasture Forage by Grazing Sheep. *Journal of Animal Science*. 12:722-730.

SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. (Disponible en: www.semarnat.gob.mx).

SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. *Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento*. Colección Legal. 162 p. México.

SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2007. Plan de Manejo Tipo de Venado Cola Blanca en Zonas Templadas y Tropicales de México. (Disponible en: www.semarnat.gob.mx).

Shimada, A. 2003. *Nutrición Animal*. Editorial Trillas. México. 388pp.

Silva-Villalobos, G.; Mandujano, S.; Arceo, G.; Gallina, S. y Perez, L. 1999. Nutritional Characteristics of Plants Consumed by the White-Tailed Deer in a Tropical Forest of Mexico. *Vida Silvestre Neotropical*. 8(1-2):38-42

Smith W. 1991. *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species*. 388: 1-13.

Smith, J.; Sweitzer, R. y Jensen, W. 2007. Diets, Movements, and Consequences of Providing Wildlife Food Plots for White-Tailed Deer in Central North Dakota. *Journal of Wildlife Management*. 71(8):2719-2726.

Strasburger, E.; Sitte, P.; Ziegler, H.; Ehrnedorfer, F. y Bresinsky, A. 1994. *Tratado de Botánica*. 8ª edición castellana. Omega. España. 1068 pp.

Swihart, R. y Picone, P. 1998. Selection of Mature Growth Stages of Coniferous Browse in Temperate Forests by White-tailed Deer (*Odocoileus virginianus*). *American Midland Naturalist*. 139 (2):269-274

Toledo, V. 1993. The Biodiversity Scenario of Mexico: A Review of Terrestrial Habitats. En: Ramamoorthy, T.; Bye, R.; Lot, A. y Fa, J. (Eds.). *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. Oxford University Press. E.U.A. 757-777.

Toledo, V. 1989. *Naturaleza, Producción, Cultura: Ensayos de Ecología Política*, Universidad Veracruzana. México, pp. 39-62.

Toledo, V.; Carabias, J.; Toledo, C. y González-Pacheco, C. 1989. La Producción Rural en México: Alternativas Ecológicas. Fundación Universo XXI A. C., México.

Underwood, E. y Suttle, N. 1999. The Mineral Nutrition of Livestock. 3rd Edition. CABI Publishing. Inglaterra. 614 p.

Van Soest, P. 1994. The Nutritional Ecology of the Ruminant 2nd. Ed. Commstck Publisher Associated. Cornell University Press. Pp. 122-139.

Van Soest, P. y Wine R. 1967. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds IV. Determination of Plant Cell Wall Constituents. J.A.O.A.C. 50: 50-55

Verme, L. y D. Ullrey, D. 1984. Physiology and Nutrition. En Halls, L. (Editor and compiler). White-Tailed Deer, Ecology and Management. A Wildlife Management Institute Book. Stackpole Books. U.S.A. P. 91 – 118.

Villarreal, J. 2006. Venado Cola Blanca. Manejo Y Aprovechamiento Cinegético. UGRNL, Fundación Produce N. L. A. C., CNOG. 2^a Edición. N.L. México.

Villarreal-Espino, O. 2002. El Grand-Slam de Venado Cola Blanca Mexicano, Una Alternativa Sostenible. Archivos de Zootecnia. 51:187-193.

Villarreal-Espino, O. y Fuentes, M. 2005. Agua De Origen Vegetal Para El Venado Cola Blanca Mexicano. Archivos de Zootecnia 54(206-207):191-196.

Villaseñor, J. 2004. Los Géneros de las Plantas Vasculares de la Flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, A. C. 75:105-135.

Wallace, J. y Van Dine, G. 1970. Precision of Indirect Methods for Estimating Digestibility of Forage Consumed by Grazing Cattle. Journal of Range Management. 23(6):424-430.

Wehausen, J. 1995. Fecal Measures of Diet Quality in Wild and Domestic Ruminants. Journal of Wildlife Management. 59(4):816-823.



Ageratina glabrata
Asteraceae
Hierba blanca
Comestible



Ageratina sp.
Asteraceae
Comestible



Alchemilla procumbens
Rosaceae



Alnus jorullensis
Betulaceae
Aile
Comestible



Arbutus xalapensis
Ericaceae
Madroño
Comestible



Baccharis conferta
Asteraceae
Escoba, Escobilla, Hierba del carbonero
Comestible



Buddleia parviflora
Loganiaceae
Tepozán de hoja chica
Comestible



Castilleja tenuiflora
Scrophulariaceae
Calzón de indio, Hierba del cáncer



Comarostaphylis discolor
Ericaceae
Huejote
Comestible



Conyza sp.
Asteraceae



Dahlia merckii
Asteraceae
Dalia
Comestible



Eryngium sp.
Umbelliferae
Hierba del sapo
Comestible



Furcraea parmentieri
Agavaceae
Palma, Yuca
Comestible



Fuchsia microphylla
Onagraceae
Perlilla, aretes, fuscia
Comestible



Geranium sp.
Geraniaceae



Helianthemum glomeratum
Cistaceae
Janajuana, Cenicilla, Hierba de la gallina



Lithospermum distichum
Boraginaceae



Lopezia racemosa
Onagraceae
Alfilerillo, Hierba del golpe



Lupinus sp.
Leguminisae
Lupina
Comestible



Muhlenbergia macroura
Poaceae
Zacatón, Zacate Malinali
Comestible



Oenothera purpusii
Onagraceae



Pascalium sp.
Asteraceae



Penstemon gentianoides
Scrophulariaceae
Jarrito, Tarrito



Penstemon roseus
Scrophulariaceae



Pernettya prostrata
Ericaceae
Trueno



Physalis coztomatl
Solanaceae
Tomate, Coztomate
Comestible



Quercus laurina
Fagaceae
Encino laurelillo
Comestible



Ribes ciliatum
Saxifragaceae
Saracuacho, Capulincillo
Comestible



Roldana lineolata
Asteraceae



Salvia elegans
Lamiaceae
Salvia roja



Salvia helianthemifolia
Lamiaceae



Salvia polystachya
Lamiaceae
Achichía, Chía, Romerillo
Comestible



Sedum bourgaei
Crassulaceae
Texiatl



Senecio barbajohanis
Asteraceae
Barba de San Juan de Dios



Senecio cinerarioides
Asteraceae
Jarilla
Comestible



Solanum sp.
Solanaceae
Huele



Stellaria cuspidata
Caryophyllaceae



Stevia sp.
Asteraceae



Stipa ichu
Poaceae
Ichú
Comestible



Symphoricarpos microphyllus
Caprifoliaceae
Baya de nieve, Perlita
Comestible



Verbesina oncophora
Asteraceae
Apatlaco