



60376
1

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS**

**Hábitos alimentarios del venado cola blanca
(*Odocoileus virginianus*) en el bosque tropical
caducifolio de Chamela, Jalisco**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
(Ecología y Ciencias Ambientales)**

P R E S E N T A

Gloria Arceo Castro

**Director de Tesis:
Dr. Salvador Mandujano Rodríguez**

México, D.F.

Marzo 2003

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**

PAGINACIÓN DISCONTINUA

En la Dirección General de Bibliotecas,
para difundir en formato electrónico e impresa
de los trabajos de recepción.
NOMBRE: Gloria Arce Castro

FECHA: 20/Marzo/2003



DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Gloria y Elfego

Gracias por la vida, por el ejemplo, por el apoyo incondicional, por los incontables sacrificios. Nunca hubiera llegado hasta aquí sin ustedes.

A MI TIA CHEFA

Gracias por todo el apoyo que me has dado a lo largo de mi vida y por ayudarme a lograr mis objetivos. Encantada de compartir contigo todos mis logros.

A MIS HERMANOS

Elfego, Elvira, Alfredo, Pedro y Lety. Porque con su apoyo, experiencia, consejos y regaños han barrido el camino para evitarme, en lo posible, tropezar con las piedras más grandes.

A MIS SOBRINOS Y SOBRINAS

Que han tenido que soportar muchas veces mi mal genio. Quiero que sepan que cuentan conmigo para TODO. Puedo dudar de muchas cosas, pero de algo sí estoy segura... ¡los quiero muchísimo!

A ESTHERCITA

*Mi abuelita, no de sangre pero sí de corazón.
Gracias por llenar ese espacio y perdóname.*

A MIS AMIGOS....

A quienes no necesito nombrar, porque ellos saben perfectamente quienes son y tengo la increíble fortuna de contar con muchos:

"... les adeudo la ternura
y las palabras de aliento y el abrazo,
el compartir con todos ellos la factura
que nos presenta la vida paso a paso:

...A mis amigos les adeudo la paciencia,
de tolerarme las espinas más agudas,
los arrebatos del humor, la negligencia,
las vanidades los temores y las dudas..."

(que me perdone A. Cortés por usar sus palabras)

A TÍ....

Que con el sólo hecho de existir y haber compartido el aire que respiro; lograste que una parte importante de mi vida valiera la pena. Te quiero siempre.

Y.....

A la memoria de quienes a pesar de no estar físicamente, su recuerdo me acompañará siempre:

- + Tío Berna, por hacerme saber que estás ahí, en los momentos más difíciles.
- + Olga Acosta, un ejemplo de valor ante la adversidad, dignidad y ganas de luchar.
- + Juan Ariel, un querido colega, todo un personaje, mi respeto por el valor de vivir bajo tus propias reglas, gracias por despedirte de mí.
- + Arturo, con los mejores recuerdos de tu alegría, tus locuras y sobretodo de nuestra gran amistad. Las personas que uno ama sólo mueren el día que se deja de pensar en ellas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

A Salvador Mandujano por ser pieza importante de mi formación profesional a lo largo de varios años. Por destrozar una y otra vez los manuscritos previos al presente, corrigiendo mi estilo "novelesco" hasta lograr algo mas o menos aceptable. Pero sobretodo gracias por la amistad, la confianza e infinita paciencia a pesar de tantos tropiezos. Créeme que había alguien más preocupado que tú de que este esfuerzo no quedara inconcluso: yo.

A la Dra. Sonia Gallina por permitirme formar parte del equipo, por compartir su experiencia, conocimientos, por su apoyo, confianza y critica que sirvió para tratar de hacer las cosas cada vez mejor.

Al M. en C. Luis Alfredo Pérez Jiménez simplemente por que sin su ayuda no hubiera sido posible conocer el nombre de las plantas colectadas, gracias por evitar que todas se quedaran como "*Sepalachi comunis*". Gracias también por su confianza, atinados comentarios, su apoyo y haberme dedicado mucho de su valioso tiempo.

A los demás integrantes del jurado: M. en C. Alberto González, Dr. Víctor Sánchez-Cordero, M. en C. Yolanda Hortelano y M. en C. Livia León por la revisión, comentarios y sugerencias que corrigieron el manuscrito de la tesis.

A Rosy, mi compañera de fórmula durante tantos años, que compartimos proyectos, estudios, viajes, pan, trabajo, competencia, arranques de histeria, noches de desvelo, apoyo incondicional y tantas cosas que difícilmente podrían olvidarse. Mucho de este logro también es tuyo.

A Gabriela Silva Villalobos, por su grata compañía durante nuestras salidas de campo, su apoyo incondicional, sus observaciones y comentarios que permitieron enriquecer el trabajo. Pero sobretodo gracias por su tolerancia y distinguime con su amistad.

A Fernando González García por su apoyo, grata compañía, consejos, sabrosas charlas, montones de porras y sobretodo por su amistad. Sin su ayuda los cursos y la estancia en el D.F. hubieran sido un desastre. Gracias Chulis.

A Josefina Murcia Villagómez por la revisión, comentarios y sugerencias al manuscrito de la tesis. Gracias además por estar tan pendiente y por su amistad.

A Rosa Elena Sánchez Mantilla, Gabriela Silva Villalobos, Luis Enrique Martínez Romero y Gerardo Sánchez Rojas por su colaboración en el trabajo de campo.

A Sara León Torres por su imprescindible colaboración en el laboratorio. Gracias por su confianza al embarcarse conmigo en esto, creo que después de tantos intentos lo que mejor aprendimos fue a tener paciencia.

Al Dr. Carlos Manuel Galán Páez por su incondicional apoyo y confianza, así como por permitirme llegar de paracaidista e invadir su espacio en el laboratorio de microscopia. Gracias por la música, el cafecito y el juguito de naranja, pero sobretodo por las porras y su agradable compañía.

A Coral Pacheco Figueroa, estudiante del Verano de la Investigación Científica 1995, por sumarse con tanto entusiasmo al trabajo de laboratorio y aportar ideas que permitieron agilizar aquello que parecía interminable.

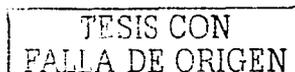
Al M. en C. Ulises Aguilera Reyes y la Biól. Guillermina Gómez Beltrán por la asesoría inicial en la técnica microhistológica.

Al Dr. Fernando Chiang, Dr. Mario Sousa y M. en C. Oswaldo Téllez por la identificación de parte de las especies vegetales.

A los compañeros del Instituto de Ecología: Joaquín Bello, Marcelo Aranda, Lorena López, Socorro Lara, Nora Delia López y Cristian Delfin por su compañía, apoyo y amistad.

A los compañeros de la maestría: Graciela González, Patricia Iloldi, Miguel Angel Linaje, Enrique Martínez, Tania Macouzet, Javier Sosa, Martha Gallardo y Aurora por su inestimable apoyo durante las clases, exámenes, trabajos en equipo, trámites escolares, etc.; así como por su agradable y divertida compañía.

Al personal de la Estación de Biología Carmela: Felipe Noguera y Alicia Rodríguez, Ricardo Ayala, Ignacio Ramirez, Profe Juan Ramón, Carmelita, Paz, Margarita, Sr. Landín, Evita, Abel,



Marcelino, Juan Manuel, Pancho, Rafa. A los compañeros de la Autónoma de Puebla, Emeritt y Silvia; a las vecinas Pilar e Irma y a las chicas de la U. de G. A todos mil gracias por su ayuda, hospitalidad y con quienes compartí tan buenos momentos durante mis estancias.

Vaya un agradecimiento especial para la Sra. Eva y Sra. María Elena por alimentar el cuerpo y el espíritu durante mis estancias en Chamela, con todas sus atenciones me hicieron sentir como en casa. Asimismo a Enrique Ramírez y Jani Villa por su grata compañía y hospitalidad, pero sobretodo por su amistad.

A la Estación de Biología Chamela, particularmente al M. en C. Felipe Noguera y C.P. Ignacio Ramírez por brindar todas las facilidades para la realización de la fase de campo de este trabajo.

Al Biól. José Antonio Pérez Pacheco, Director de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, zona Córdoba, quien otorgó facilidades en sus instalaciones para el desarrollo de la fase de laboratorio del presente trabajo. Al Ing. Raúl Reyes Lara por su colaboración en el laboratorio, así como a la Quím. Teresita, Sergio, Liz, Nato y demás personal, por las facilidades prestadas durante la realización del presente trabajo.

A la Academia de la Investigación Científica, que a través del programa Residencia Anual apoyó y financió parte de los estudios de posgrado. Deseo expresar mi sincero agradecimiento al Dr. Saúl Villa Treviño, Director de los Programas La Semana, El Verano y Residencia de la Investigación; así como a sus colaboradoras Ruth, Amparito y Chelita por el apoyo que siempre me brindaron, por todas sus atenciones y paciencia.

A Lupita Bolaños por su amistad de tantísimos años, su apoyo, hospitalidad, confianza y por esas dos preciosas sobrinas. GRACIAS no es suficiente cuando es tanto el afecto de por medio.

A Elena Rustrian por ser mi mejor ejemplo de lo que se puede lograr con decisión, por los muchos y buenos momentos compartidos y por su amistad de tantos años.

A Liliana Gutiérrez, gracias por su amistad, apoyo incondicional, por señalarme el camino hacia las oportunidades y ofrecermé su casa. Especialmente gracias por hacer más numerosa mi familia, aumentando mi número de hermanos. "Mostra" mil gracias por TODO.

Al Biól. Jesús Dorantes López por su apoyo y amistad incondicional, su confianza, infinita paciencia y soportar tantas irreverencias de mi parte. Por enseñarme que nada deja mejor sabor de boca que el trabajo honesto. Biólogo con todo respeto: "I love you retharto".

Quiero agradecer infinitamente a todos y cada uno de mis compañeros de la Dirección Forestal, por la oportunidad de aprender tanto y darme herramientas para desempeñar mejor mi trabajo, por su compañerismo, buen humor, apapachos, grata compañía y porras. A todos aquellos que escucharon tantas veces ¡ya casi!, ¡falta poco!, y que por supuesto apoyaron y presionaron para finalizar esta tesis.

A Nicté-ha, Minerva, Juan, Alejandro, Nemoira, Gonzalo y Pedro, compañeros de oficina, cómplices de bromas, maldades, etc. y que hemos formado un gran equipo. Vaya un enorme GRACIAS por su apoyo en la recta final.

Es grande la lista de personas que contribuyeron de alguna manera a la realización del presente trabajo, así como a mi formación profesional y personal. Sin embargo muchas veces la memoria es ingrata, por lo que espero me disculpen si cometo alguna omisión.

El presente trabajo fue realizado gracias al apoyo financiero de CONACYT al proyecto Ecoetología del venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio (032N9107).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	1
1. Interacciones planta-herbívoro.....	1
2. Aspectos generales del venado cola blanca.....	2
3. Estudios sobre hábitos alimentarios del venado en México.....	3
4. Antecedentes en el área de estudio.....	4
5. Planteamiento del Problema.....	6
OBJETIVOS	8
1. Objetivo General.....	8
2. Objetivos Particulares.....	8
ÁREA DE ESTUDIO	9
1. Localización.....	9
2. Clima.....	9
3. Suelo.....	9
4. Vegetación.....	9
MÉTODOS	12
1. Trabajo de campo.....	12
1.1. Observación directa del ramoneo.....	12
1.2. Colecta de grupos fecales para el análisis microhistológico.....	13
1.3. Disponibilidad de los recursos.....	14
2. Trabajo de laboratorio.....	14
2.1. Preparación de las muestras.....	14
2.2. Lectura al microscopio.....	16
3. Análisis de datos.....	18
RESULTADOS	21
1. Análisis por familia botánica.....	21
1.1. Anual.....	21
1.2. Estacional.....	21
1.3. Preferencias Alimentarias.....	28
1.3.1. Anual.....	28
1.3.2. Estacional.....	28
2. Análisis por especie vegetal.....	31
2.1. Anual.....	31
2.2. Estacional.....	31
3. Análisis de las partes vegetales consumidas.....	34

4. Análisis de acuerdo a la forma de vida de las plantas consumidas.....	35
4.1. Anual.....	35
4.2. Estacional.....	35
4.3. Preferencias alimentarias.....	36
4.3.1. Anual.....	36
4.3.2. Estacional.....	36
5. Análisis de acuerdo al ciclo de vida de las plantas consumidas.....	38
5.1. Anual.....	38
5.2. Estacional.....	38
5.3. Preferencias alimentarias.....	38
5.3.1. Anual.....	38
5.3.2. Estacional.....	39
6. Análisis de acuerdo a la persistencia de las hojas de las plantas consumidas.....	39
6.1. Anual.....	39
6.2. Estacional.....	39
6.3. Preferencias alimentarias.....	40
6.3.1. Anual.....	40
6.3.2. Estacional.....	40
7. Análisis de acuerdo al tipo de vegetación de las plantas consumidas.....	40
7.1. Anual.....	40
7.2. Estacional.....	41
7.3. Preferencias alimentarias.....	41
7.3.1. Anual.....	41
7.3.2. Estacional.....	41
DISCUSIÓN.....	43
1. Composición botánica de la dieta.....	43
2. Variaciones en la riqueza y diversidad de la dieta.....	44
3. Importancia de las partes vegetales consumidas y su variación estacional.....	45
4. Características de los principales componentes de la dieta.....	47
5. Áreas de forrajeo.....	48
6. Estrategia de forrajeo.....	49
7. Limitaciones y recomendaciones.....	50
CONCLUSIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	55

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

El estudio se realizó en la Estación de Biología "Chamela" en Jalisco, donde predomina el bosque tropical caducifolio y la distribución de lluvias origina dos épocas marcadas: húmeda (julio a noviembre) y seca (diciembre a junio). A partir de 1989, en esta área se inició un estudio referente a la ecología del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) para conocer los efectos de la disponibilidad estacional de los recursos vegetales sobre la dinámica y uso del hábitat de la población de venados. Formando parte de dicho estudio, los objetivos del presente trabajo fueron: determinar la composición botánica de la dieta del venado; cuantificar las proporciones de las especies vegetales consumidas; conocer las preferencias alimentarias a nivel de familia, forma de vida, ciclo de vida; persistencia de las hojas y tipo de vegetación; y observar la variación estacional de estos aspectos.

Se utilizó el análisis microhistológico de heces fecales, complementado con la observación directa del ramoneo sobre la vegetación. Se colectaron grupos fecales entre agosto 1993 y mayo 1994 en 3 periodos: época húmeda (agosto y octubre 1993), transición entre húmeda y seca (noviembre y diciembre 1993) y época seca (abril y mayo 1994). Para cada periodo se calcularon la riqueza y la diversidad de familias y especies vegetales registradas. La composición botánica de la dieta y las preferencias alimentarias se analizaron anual y estacionalmente.

Considerando los dos métodos utilizados, se encontró que la dieta anual del venado consistió en 178 especies vegetales de 30 familias. En el análisis microhistológico se registraron 109 especies de 20 familias; donde Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Leguminosae, Malvaceae y Sapindaceae fueron las familias más importantes en la dieta de la época húmeda y la transición, representando el 83% y el 78%, respectivamente. En la época seca, Anacardiaceae también fue importante y junto con las familias mencionadas constituyeron el 53% de la dieta. La familia Convolvulaceae fue preferida por el venado durante todo el año. El venado seleccionó 41, 65 y 61 especies vegetales en su dieta durante la época húmeda, transición y época seca, respectivamente. El género *Acalypha* fue el más importante en la dieta de la época húmeda y la transición representando el 25% y 23%, respectivamente. Mientras que *Spondias purpurea* y *Cardiospermum halicacabum* constituyeron el 25% de la dieta en la época seca. La riqueza y diversidad de la dieta se incrementó de la época húmeda a la seca, cambiando además su composición florística. Las hojas fueron las partes vegetales más consumidas durante el año, mientras que el consumo de frutos se incrementó hacia la época seca representando el 30% de la dieta; en particular los frutos de *Spondias purpurea* que contribuyeron con el 13%. Las especies arbustivas y trepadoras (lianas) fueron las más importantes en la dieta de la época húmeda y la transición, mientras que las especies arbóreas lo fueron en la época seca. Las especies perennes caducifolias fueron las más importantes en la dieta a lo largo del año. Las especies del bosque tropical caducifolio fueron preferidas a las del bosque tropical superannifolio durante todo el año, a pesar de su baja disponibilidad en la época seca.

Los resultados sugieren que el venado enfrenta las variaciones en la cantidad y calidad de los recursos vegetales disponibles en el hábitat, con cambios en la diversidad de su dieta, resultándole más conveniente seleccionar entre la riqueza específica del hábitat las especies más digeribles y de mayor calidad, que la abundancia de especies menos digeribles y de menor calidad. Pero, es necesario analizar la composición química de especies más importantes en la dieta, para entender mejor los factores que influyeron en la selección de las mismas.

ABSTRACT

The study was carried out at the Chamela Biological Station, operated by the Universidad Nacional Autónoma de México, and located on the southwestern coast of the state of Jalisco, México, where tropical deciduous forest prevails and the precipitation pattern determinates two well defined seasons, the humid season (from July to November) and the dry season (from December to June). Since 1989, in this area a research about white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) ecology was started, in order to know the effects of seasonal availability of vegetation resources on the dynamic and habitat use of the deer's' population. As a part of the research mentioned above, the aims of this study were: to determine the botanic composition of deer's' diet, to quantify the percentage of the eaten plant species; to know the food preferences at family level, life form, life cycle, leaves conservation, type of vegetation as well as the seasonal variation of these aspects.

Microhistological analysis of fecal material was used, it was completed with direct observation of browsing on the vegetation. Fecal material was collected between August 1993 to May 1994 in three periods of time: the humid season (August and October 1993), transition period between the humid and dry season (November and December 1993) and the dry season (April and May 1994). For each period, the richness and diversity of families and species founded into the diet were calculated. Botanical composition of the diet and the food preferences were analyzed per year and season.

According to both methods, the annual deer's diet was formed by 178 plant species from 30 families. In the microhistological analysis, 109 species from 20 families were recorded. Families such as *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Leguminosae*, *Malvaceae* and *Sapindaceae* were the most important into the humid season diet and transition period, they represented 83% and 78% respectively. In the dry season *Anacardiaceae* was also important, this family, besides the others already mentioned, formed the 53% of the diet. During the whole year, the *Convolvulaceae* family was preferred by deer. Deer choose 41, 65 and 61 plant species in their diet during the humid season, transition period and dry season respectively. *Acalypha* was the most important in the diet during the humid and transition period, it contributed with 25% and 23 %, respectively. *Spondias purpurea* and *Cardiospermum halicacabum* represented 25% of the diet during the dry season. The richness and diversity of the diet increased from the humid season to the dry one, changing the floristic composition too. During the year, leaves were the more eaten vegetable parts, while the consumption of fruits increased towards the dry season representing 30% of the diet; particularly *Spondias purpurea*'s fruits contributed with 13%. Shrubby and woody vines species were the most important in the diet during the humid and transition period, while the arboreal species were the most important in the dry season. In the whole year, perennial species of deciduous leaves were the most important in the diet. The species from the tropical deciduous forest were preferred to the tropical subperennial forest species during the whole year, despite their lower availability during the dry season

The results suggest that deer faces with changes in the diversity of their diet, the variations in quality and quantity of vegetation resources available in the habitat, and it is more convenient for them to choose between richness of habitat, those species more digestible and higher quality that the abundance of species with lower digestibility and lower quality. However, it is necessary to analyze the chemical composition of the most important species in the diet, in order to understand well about the factors that influenced on their selection.

INTRODUCCIÓN

1. Interacciones planta-herbívoro.

Las interacciones entre mamíferos herbívoros y plantas ocurren en dos direcciones. Por una parte, las actividades de los herbívoros modifican las características de plantas individuales y la abundancia relativa de las diferentes especies en una comunidad; y por otra, la cantidad y calidad de las plantas disponibles contribuyen al éxito individual, patrones de distribución y abundancia de las poblaciones de herbívoros (Batzli 1994).

Existen dos puntos de vista opuestos respecto a los efectos de los herbívoros sobre el crecimiento y reproducción de las plantas. Uno de ellos considera que la herbivoría es perjudicial para las plantas, representando una presión selectiva para la evolución de las defensas físicas y químicas de las mismas. En contraste, el otro punto de vista considera que las plantas pueden beneficiarse de ser comidas debido a las diferentes respuestas compensatorias que pueden exhibir, logrando finalmente mayor adecuación (McNaughton 1983, 1986, Paige y Whitham 1986).

Los efectos de la herbivoría sobre plantas individuales dependen de la partes que se ven afectadas, del momento del ataque con respecto al desarrollo de la planta y de la respuesta de las mismas (Aide 1992). El consumo de partes vegetativas de las plantas promueve cambios en el crecimiento, productividad, morfología y química de las plantas. El consumo de partes reproductivas (néctar, polen, flores y frutos) en general contribuye a la polinización y dispersión de las plantas, aunque también pueden afectar negativamente sus poblaciones dañando a las semillas (Batzli 1994). Por consiguiente, el desarrollo de mecanismos de defensa va encaminado a reducir las probabilidades de encuentro con un herbívoro y/o a aumentar la probabilidad de sobrevivir a dicho encuentro. Esta producción es costosa para la planta, pero se ve retribuida con la disminución posterior de los ataques de herbívoros.

La selección de plantas en la dieta de un herbívoro depende de diversos factores, entre los cuales se tienen: la composición química o nutricional de las plantas que incluye el contenido de fibra, de paredes celulares, de proteínas, de minerales y compuestos secundarios (Westoby 1974, 1978, Maiorana 1978, Milton 1979, Vangilder *et al.* 1982, Allison 1985), el sistema digestivo y tamaño del cuerpo del animal que influyen en sus requerimientos nutricionales y en la habilidad de digerir y metabolizar los alimentos (Milton 1979, Vangilder *et al.* 1982), y la disponibilidad del alimento en el hábitat (Batzli 1994).

Una planta es un paquete complejo de recursos con partes que difieren grandemente en composición y valor alimenticio. Los efectos benéficos del consumo de vegetales para los herbívoros se traducen en el aumento de la tasa de crecimiento, desarrollo, natalidad y una disminución de la tasa de mortalidad (Begon *et al.* 1988), de manera que la dinámica poblacional responde en parte a cambios en el suministro de alimento (Batzli 1994). La disponibilidad estacional de los recursos alimenticios genera en los animales diversas respuestas tanto espaciales (movimientos) y selección de hábitats, como temporales (patrones de actividad y demografía) (Batzli 1994). Todos los animales requieren de una cierta cantidad de alimento para mantenerse, sin embargo, la calidad del alimento (concentración de nutrientes y toxinas) más que la cantidad puede ser decisiva (Begon *et al.* 1988). En los herbívoros, el principal objetivo de la selección del alimento es obtener el mejor balance de nutrientes esenciales, de un conjunto de alimentos cuyo contenido nutricional es variable (Westoby 1974, Vangilder *et al.* 1982).

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) selecciona una dieta variada para complementar sus necesidades nutricionales (Vangilder *et al.* 1982, McCullough 1985). Una dieta variada permite al venado eliminar o reducir los efectos de los diferentes compuestos secundarios de las plantas, manteniendo las concentraciones de estos compuestos dentro de límites aceptables (Freeland y Janzen 1974, McCullough 1985). La dieta seleccionada por el venado cambia estacionalmente reflejando tanto la cantidad y calidad del forraje disponible, como las necesidades nutricionales del animal las cuales dependen de sus requerimientos en las diferentes fases del ciclo vital (McCullough 1985).

2. Aspectos generales del venado cola blanca.

El orden Artiodactyla incluye a aquellos mamíferos con un número par de dedos en sus extremidades, en él encontramos la más amplia diversidad de ungulados. Agrupa diez familias: Antilocapridae, Bovidae, Camelidae, Cervidae, Giraffidae, Hippopotamidae, Moschidae, Suidae, Tayassuidae y Tragulidae (Grubb 1993). En México este orden comprende cuatro familias: Tayassuidae, Antilocapridae, Bovidae y Cervidae (Ramírez-Pulido *et al.* 1996). Los miembros de la familia Cervidae se caracterizan por la presencia de astas, son verdaderos rumiantes que presentan un estómago complejo formado por varios compartimentos dispuestos de manera que los alimentos después de haber llegado al primero de ellos y sufrido allí una fermentación previa, pueden volver a la boca y ser nuevamente masticados para su posterior digestión definitiva (Van Soest 1982, Putman 1989, Emmons 1990).

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se distribuye en el continente

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

americano desde el sur de Canadá, a través de los Estados Unidos, México y Centroamérica hasta el sur de Perú y el noroeste de Brasil (Hall 1981, Eisenberg 1989, Emmons 1990). En México es el venado más común, su rango geográfico abarca toda la República con excepción de la península de Baja California y el norte de Sonora, encontrándose 13 subespecies (Ramírez-Pulido *et al.* 1996). El venado cola blanca se distribuye en un amplio rango de condiciones climatológicas y de hábitat: bosques de pino-encino, bosques subtropicales y tropicales, así como matorrales (Leopold 1965, Halls 1984).

La gran capacidad de adaptación del venado le ha permitido sobrevivir en condiciones que no son óptimas y resistir hasta cierto punto la depredación del hombre, sin embargo la cacería y destrucción del hábitat han menguado grandemente sus poblaciones. En México, el venado cola blanca es considerado un codiciado trofeo de caza deportiva, además de un componente importante para complementar la dieta de proteína animal de grupos indígenas y campesinos (Villarreal 1986, Leopold 1965). Por lo anterior es importante el desarrollo de estudios que aporten conocimientos básicos de la biología y ecología de las diferentes subespecies distribuidas en nuestro territorio nacional. Estudios que permitan promover la conservación, aprovechamiento y manejo del venado cola blanca como recurso de gran importancia ecológica, económica y cultural.

3. Estudios sobre hábitos alimentarios del venado en México.

El venado cola blanca es una de las especies de artiodáctilos mejor estudiadas principalmente en Norteamérica (Halls 1984), siendo relativamente recientes los estudios desarrollados en México acerca de este cérvido.

En México se han realizado diversos estudios tendientes a conocer varios aspectos de los hábitos alimentarios del venado cola blanca en diferentes tipos de hábitat. Respecto a las especies vegetales de importancia en la dieta del venado se tienen los trabajos realizados por Gallina *et al.* (1978, 1981) y Morales (1985) en Durango; Zambrano (1994) en Coahuila; Villarreal (1986), Quintanilla *et al.* (1988, 1989), Dietrich (1989), Murcia (1989), Moreno-Loo *et al.* (1990), González-Saldivar *et al.* (1994) y Molina (1994) en Nuevo León; Clemente (1984) en Aguascalientes; Luévano *et al.* (1991) en San Luis Potosí, y Mandujano y Hernández (1986) en el Distrito Federal. En cuanto a estudios referentes al valor nutritivo de la dieta seleccionada por el venado, se tienen los trabajos de Clemente (1984), Foroughbakhch y Houad (1989), Quintanilla *et al.* (1989), Treviño (1989) y Silva-Villalobos *et al.* (1999). Sin embargo, los estudios realizados se refieren en su mayoría a hábitats templados y matorrales xerófilos, siendo relativamente pocos los trabajos que se conocen respecto a las subespecies de venado cola blanca distribuidas en hábitats tropicales. Entre éstos últimos se tienen los

trabajos de Hernández *et al.* (1974) y Mandujano y Rico-Gray (1991) en Yucatán.

4. Antecedentes en el área de estudio.

A partir de 1989 se inició un estudio sobre el venado cola blanca en la Estación de Biología Chamela, en Jalisco, donde el bosque tropical caducifolio es el tipo de vegetación predominante. Este estudio tuvo la finalidad de conocer las estrategias poblacionales (demografía) e individuales (patrones de actividad y uso del hábitat) de los venados, en relación con la heterogeneidad (espacial y temporal) del hábitat. A continuación se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en dicho estudio, la cual está basada en artículos publicados en revistas (Mandujano y Gallina 1993, 1995a, 1995b, 1996, Mandujano *et al.* 1994, Mandujano y Martínez-Romero 1997, Sánchez-Rojas *et al.* 1997) y tesis (Mandujano 1992, 1999, Sánchez-Rojas 1995, Silva-Villalobos 1996).

El venado cola blanca es una especie residente en el bosque tropical de "Chamela" (Ceballos y Miranda 1986). La presencia de este tipo de vegetación está determinada en gran medida por la marcada estacionalidad en el régimen de lluvias (Murphy y Lugo 1986). El área de estudio se caracteriza por un periodo de secas de 6 a 7 meses con menos del 20% de la lluvia anual (Bullock 1986). Esto influye sobre la composición, estructura, fenología, biomasa y productividad de este tipo de vegetación (Bullock y Solís-Magallanes 1990, Lott *et al.* 1987, Martínez-Yrizar *et al.* 1992, 1996).

El bosque tropical caducifolio abarca más del 75% de la superficie y en las partes bajas o riparias se desarrolla el bosque tropical subperennifolio (Lott *et al.* 1987). La riqueza y biomasa de especies en el sotobosque disminuyen, en promedio el 78% y 83% respectivamente de la época húmeda a la época seca en el bosque tropical caducifolio, y el 50% y 56% en el bosque tropical subperennifolio (Mandujano 1999). La vegetación muestra variación estacional en su valor nutricional, siendo más alto (mayor porcentaje de proteína, extracto libre de nitrógeno, grasas y cenizas) durante la época húmeda y disminuyendo (mayor porcentaje de fibra cruda y polifenoles) durante la época seca. Las plantas que consume el venado presentan mayor proteína, extracto libre de nitrógeno, polifenoles, taninos hidrolizables y menor fibra que el resto de la vegetación (Silva-Villalobos 1996).

De la biomasa total durante la época seca, el 23% en el bosque caducifolio y el 9% en el subperennifolio, corresponden a plantas que consume el venado (Mandujano y Gallina 1995b). Esto implica que el venado debe enfrentar una heterogeneidad espacial y temporal en la disponibilidad de alimento y cobertura en este hábitat tropical. La manera en que enfrente esta variación tendrá influencia en la sobrevivencia y adecuación de los individuos, lo cual

influirá sobre la demografía de la población.

La demanda de agua por la población de venados en este sitio al final de la época seca es de 5 a 12 l/ha (Mandujano y Gallina 1995b). Un aspecto muy importante es que no hay fuentes de agua libre durante la época seca, por lo que el venado debe satisfacer sus necesidades aprovechando fuentes alternativas como son el rocío y la humedad contenida en las hojas y frutos. La disponibilidad de agua que potencialmente pueden proveer las especies que consume el venado en la época seca es de 10 a 56 l/ha en el bosque caducifolio y de 4 a 50 l/ha en el subperennifolio. Por lo tanto, si el venado consumiera el 100% de esta biomasa vegetal, la población cubriría sus necesidades. Sin embargo, las observaciones indican que en esta época los venados buscan frutos con alto contenido de humedad.

La fructificación de las especies arbóreas tiende a concentrarse de julio a agosto y de febrero a la primera quincena de abril (Bullock y Solís-Magallanes 1990). El venado consume frutos de *Opuntia excelsa*, *Spondias purpurea*, *Ficus* spp., *Brosimum alicastrum* y de varias especies de leguminosas. En particular, los frutos de *Spondias purpurea* (ciruelo) representan un recurso clave para el venado en este sitio (Mandujano *et al.* 1994). Esto se debe al alto contenido de humedad en los frutos (>75%) y a que es una de las pocas especies que fructifica al final de la época seca. Se han encontrado grupos de 4 a 510 endocarpos de este fruto regurgitados por el venado. Este árbol es una especie dioica, con una densidad de árboles adultos de 8 ind/ha, de los cuales el 50% son hembras y el 38% de éstas producen más de 500 frutos (Mandujano *et al.* 1994). Los frutos maduros tienen un peso promedio de 8 g y la producción de frutos es de 15 kg/ha. Se ha estimado que el agua que proveen los frutos de esta especie, es en promedio de 10 l/ha (Mandujano y Gallina 1995b).

Se ha observado una interacción interesante de frugivoría chachalaca-ciruelo-venado, la chachalaca (*Orientalis poliocephala*) consume los frutos de *Spondias purpurea* y su modo de forrajeo tiene influencia sobre la tasa de caída de los mismos (Mandujano y Martínez-Romero 1997). En ausencia de la chachalaca la caída de frutos es muy baja, lo cual sugiere que esta ave hace que la disponibilidad de agua, vía contenido de humedad en los frutos, sea un recurso espacial y temporalmente agregado para el venado. En consecuencia, la actividad de las chachalacas podría tener efectos sobre los patrones de movimiento de los venados al final de la época seca. Mientras que la ausencia de frutos de *S. purpurea* podría tener efectos sobre los patrones de actividad y uso del hábitat de los individuos y sobre su sobrevivencia. Por otra parte, la tasa de germinación de las semillas que han sido regurgitadas por el venado es mayor que las no consumidas (Mandujano *et al.* 1994). Respecto al efecto que tienen los herbívoros vertebrados sobre la sobrevivencia de las plántulas de *Spondias*, Barranco-León

(2000) refiere que si bien la herbivoría de vertebrados es un factor importante de mortalidad de éstas, existen otros factores de mortalidad que no están relacionados con la herbivoría.

Durante la época seca las hembras están gestando y los nacimientos comienzan a finales de esta época (Mandujano 1999). Los cervatillos comienzan a consumir plantas en el periodo de máxima cantidad y calidad de la vegetación, que corresponde a la época húmeda. La densidad poblacional estimada de 1989 a 1994, fue de 10 a 14 venados/km² (Mandujano 1992, Mandujano y Gallina 1993, 1995a). La estructura de edades se mantuvo relativamente estable y la proporción de sexos en la categoría de adultos fue de 1 macho por cada 4 hembras. La mayor tasa de mortalidad se registró en los machos. La tasa de mortalidad fue de 1 cría por hembra, y solo el 39% del total de hembras fueron observadas con crías. Esta información indica que el crecimiento de la población se ha mantenido estable.

En el área de estudio los venados no forman manadas numerosas (Mandujano y Gallina 1996). La unidad social básica es la de una hembra adulta con sus crías de ese año y en ocasiones una cría hembra del año anterior. Lo común es observar a animales solitarios durante todo el año. Esto se puede interpretar como una estrategia para disminuir los riesgos de depredación y aumentar la obtención de energía y nutrientes (Hirth 1977). Por otro lado, datos preliminares indican que los venados prefieren el bosque caducifolio durante todo el año, usando menos el bosque subperennifolio. Además, al parecer hay una tendencia a que los machos usen más constantemente el bosque subperennifolio, son más activos durante la noche y tienen un ámbito hogareño más grande. Mientras que las hembras son más activas durante el día y ocupan un área menor (Sánchez-Rojas 1995, Sánchez-Rojas *et al.* 1997). Lo anterior sugiere que la estrategia de forrajeo de las hembras consiste en ocupar áreas que le proporcionen recursos (alimento y agua) predecibles durante el periodo previo al parto y durante la lactancia, y que incrementen la seguridad de las crías durante el periodo en que son más vulnerables a la depredación (Main *et al.* 1996). Por su parte, los machos explotarán áreas donde los recursos sean abundantes con el fin de consumir la mayor cantidad de alimento para incrementar su peso, el tamaño de las astas y acumular grasa para los combates durante el periodo de apareamiento.

5. Planteamiento del Problema.

Considerando los antecedentes, se tiene que la población de venado residente en el bosque tropical de Chamela ha desarrollado estrategias para enfrentar la notable variación estacional y espacial en la disponibilidad de recursos en el hábitat. Sin embargo, un tópico que aún no ha sido abordado es el estudio de los hábitos alimentarios, aspecto importante si se considera que la dinámica poblacional y el uso del hábitat están relacionados tanto con el

suministro de alimento como con la influencia de los factores nutricionales en la reproducción, crecimiento y mantenimiento de las poblaciones.

Por lo que se plantean las siguientes preguntas:

- ¿cuáles son las especies vegetales que consume el venado y como varía esta selección a lo largo del año?
- ¿cómo se relacionan los cambios estacionales en la dieta seleccionada por el venado, con la variación espacial y temporal de la cantidad y calidad de los recursos vegetales disponibles en el hábitat?.

Para tratar de responder estas preguntas se requiere obtener información respecto a la composición botánica de la dieta, la proporción con la que contribuyen las diferentes especies vegetales consumidas y la variación estacional de estos aspectos. Además de relacionar esta información con características del hábitat como son la disponibilidad espacial y temporal de los recursos vegetales para el venado en el sotobosque y el valor nutricional de la vegetación; aspectos que se retoman de los trabajos de Mandujano *et al.* (1995), Mandujano (1999), Silva-Villalobos (1996) y Silva-Villalobos *et al.* (1999).

OBJETIVOS

1. Objetivo General.

Conocer los hábitos alimentarios del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco, con el fin de que esta información pueda resultar útil en el diseño de programas de conservación y manejo de esta especie en el área de estudio y en otros sitios con tipo de vegetación semejante.

2. Objetivos Particulares.

- Determinar la composición botánica de la dieta y su variación estacional.
- Cuantificar las proporciones que representan en la dieta las distintas especies vegetales consumidas, observando también la variación estacional de esas proporciones.
- Conocer las preferencias alimentarias del venado cola blanca a nivel de la familia, forma de vida, ciclo de vida, persistencia de las hojas y tipo de vegetación de las plantas consumidas.

ÁREA DE ESTUDIO

1. Localización.

El trabajo se realizó en la Estación de Biología "Chameña" perteneciente al Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La Estación se localiza en la costa suroeste del estado de Jalisco, dentro del municipio de La Huerta, entre las coordenadas 19°30' y 19°33' de latitud norte y los 105°00' y 105°03' de longitud oeste (Figura 1). La Estación abarca un área de 3351 ha, presentando una topografía muy irregular con un rango altitudinal entre 30 y 580 msnm.

2. Clima.

El clima es del tipo Aw(x')i, el más seco de los cálidos subhúmedos (García 1973). La temperatura media anual es de 25°C, con los meses más calientes entre mayo y septiembre. La precipitación media anual registrada en el periodo 1977 a 1991 fue de 707 mm, con el 80% de lluvias entre julio y octubre (Bullock y Solís-Magallanes 1990). La distribución de las lluvias origina dos épocas marcadas la húmeda que va de julio a noviembre, y la seca que va de diciembre a junio (Bullock y Solís-Magallanes 1990).

3. Suelo.

Los suelos existentes en la zona pertenecen a la formación del Cuaternario, fuertemente intemperizados, con material de rocas Igneas extrusivas e intrusivas y material de depósito que se encuentra formado por arenas y limos (Cisneros y Guajardo 1975, citado en Solís-Magallanes 1980).

Existen dos tipos de suelos: el primero, que corresponde a las laderas con fuerte pendiente tiende a ser somero, relativamente bajo en porcentaje de materia orgánica, textura migajón arenosa, bastante expuesto a los procesos de erosión principalmente por lixiviación y con una profundidad máxima de hasta 80 cm (Solís-Magallanes 1980). El segundo tipo corresponde a un suelo más profundo con una capacidad de retención de humedad mayor, color pardo oscuro, textura franca de migajón arenoso; la textura depende de la cantidad de sedimento depositado por arrastre de las laderas. Este tipo de suelo posee una distribución más uniforme y con mayor cantidad de material orgánico que el suelo anterior (Solís-Magallanes 1980).

4. Vegetación.

La vegetación de la zona es principalmente de dos tipos: bosque tropical caducifolio y bosque tropical subperennifolio. El bosque tropical caducifolio, es el tipo de vegetación que le

da la fisonomía general al área, domina las laderas y las partes altas de los cerros cuyo suelo es somero y pedregoso. Presenta un sotobosque bien desarrollado, el estrato arbóreo tiene una altura de 4 a 15 m (Lott 1985) y la mayoría de los árboles pierden sus hojas durante la época de seca (Solís-Magallanes 1980). Algunas de las especies más comunes son: *Cordia alliodora*, *Croton pseudoniveus*, *Lonchocarpus lanceolatus*, *Trichilia trifolia*, *Caesalpinia eriostachys*, entre otras (Lott 1985).

El bosque tropical subperennifolio, es el tipo de vegetación que se establece hacia las partes bajas de los lomeríos, siguiendo los cursos de los arroyos, sobre suelos profundos. Se distinguen tres estratos: arbóreo superior, arbóreo inferior y herbáceo-arbustivo, posee árboles de 10 a 25 m de altura (Solís-Magallanes 1980). Algunas de las especies más comunes son: *Thouinidium decandrum*, *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum* y *Sideroxylon capiri*. Asimismo, en los límites y en las zonas aledañas a la Estación existen algunos otros tipos de vegetación como son: el matorral espinoso, manglar y palmar (Lott 1985).

De acuerdo con Lott (1985) en la Estación, las familias botánicas predominantes son: Leguminosae con 117 especies y Euphorbiaceae con 70 especies, que representan el 15 y 9% respectivamente de las 778 especies determinadas en el área.

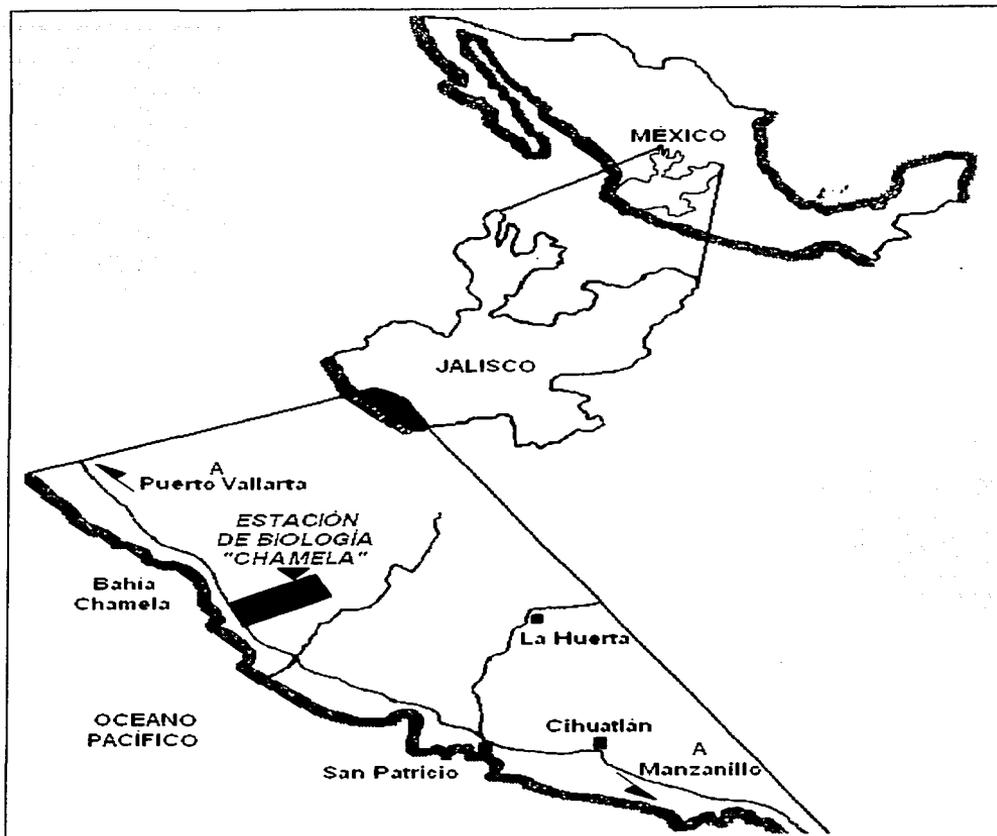


FIGURA 1. Localización geográfica de la Estación de Biología "Chamela" en el estado de Jalisco, México.

MÉTODOS

1. Trabajo de campo.

Para conocer la composición botánica de la dieta del venado cola blanca se emplearon básicamente la observación directa del ramoneo del venado sobre la vegetación y la técnica microhistológica de las heces fecales (Sparks y Malechek 1968, Peña y Habib 1980, Holecheck *et al.* 1982). El propósito de usar estos métodos combinados, fue obtener la mayor información posible de los hábitos alimentarios del venado cola blanca en el área de estudio. Anthony y Smith (1974) mencionan que cuando se emplea la técnica microhistológica de heces fecales resulta útil la observación directa de animales alimentándose en el campo, la observación del resultado del ramoneo sobre la vegetación y estudios simultáneos de la fenología de plantas.

Entre las ventajas que ofrece el análisis microhistológico de heces fecales para investigar la dieta del venado se encuentran: el permitir obtener un número considerable de muestras sin afectar a la población, no interferir con los hábitos alimentarios y no restringir el movimiento de los animales (Stewart y Stewart 1971, Peña 1981, Holecheck *et al.* 1982, Mark y Pearson 1982, Clemente 1984). Sin embargo, como cualquier otra técnica tiene ciertos inconvenientes como son: la identificación de los fragmentos de plantas en las preparaciones microscópicas; la digestión diferencial entre especies de plantas, partes y estados fenológicos de las mismas que influyen en la aparición o no de algunas plantas en las heces; y la reducción en el tamaño de los fragmentos de las plantas o destrucción de los mismos durante el proceso de preparación de las laminillas (Fitzgerald y Waddington 1979, Gill *et al.* 1983).

1.1. Observación directa del ramoneo.

Diversos autores han realizado estudios acerca de la composición botánica de la dieta en herbívoros empleando la observación directa para la obtención de sus datos (Martin 1970, Medin 1970, Blanco 1972, Walmo *et al.* 1972, Theurer *et al.* 1976, Korschgen 1980, Gill *et al.* 1983, Weckerly 1994, Litvaitis *et al.* 1994). Existe una variedad de modalidades para llevar a cabo este método: la observación de animales silvestres cautivos o semicautivos cuando se encuentran alimentándose, el seguimiento de los senderos de forrajeo o a través del examen de los sitios de alimentación ocupados por los animales.

En el presente trabajo las observaciones de ramoneo se llevaron a cabo mediante recorridos por los caminos y veredas existentes en la Estación y también en aquellas zonas donde se observó un uso frecuente por parte del venado (ya sea por observaciones directas

de animales o por la abundancia de rastros). En los recorridos se registraron las plantas que se observaron ramoneadas o se examinó el sitio después de haber visto a un venado alimentarse, registrando que plantas había ramoneado. Se incluyen datos de ramoneo obtenidos en muestreos realizados por Mandujano (*com. pers.*) a fines de octubre y principios de noviembre de 1989 y marzo de 1990. De cada planta ramoneada se anotó la fecha y el sitio, procediendo a coleccionarla, prensarla y secarla para su posterior determinación. Las plantas ramoneadas pasaron a formar parte importante de la colección de referencia necesaria para el análisis microhistológico.

La intensidad de muestreo por observación directa no estuvo uniformemente repartida a lo largo del año, por lo que se cuentan con mayor número de observaciones para la época húmeda que para la época seca. De manera que los datos obtenidos por el método de observación directa se emplearon únicamente para el análisis cualitativo anual de la composición botánica de la dieta. Para el análisis estacional y la cuantificación de las proporciones de las plantas consumidas se utilizaron únicamente los datos obtenidos por medio del análisis microhistológico de heces fecales.

1.2. Colecta de grupos fecales para el análisis microhistológico.

Los muestreos fueron distribuidos de la siguiente manera: durante la época húmeda (agosto y octubre de 1993), en el periodo de transición entre la época húmeda y seca (finales de noviembre y principios de diciembre de 1993) y durante la época seca (abril y mayo de 1994); con el fin de poder observar los cambios que pudieran ocurrir en la dieta del venado a lo largo del tiempo.

Se colectaron excrementos frescos de venado los cuales pueden reconocerse por su brillo y textura, se colocaron en bolsás por separado y se etiquetaron. Las colectas se llevaron a cabo en aquellos sitios donde se detectó un uso abundante por parte del venado, a través de los muestreos para estimación poblacional realizados por Mandujano (1992) y Mandujano y Gallina (1995a). Se colectó también en aquellas zonas donde han sido observados frecuentemente tanto animales como rastros abundantes de los mismos. Lo anterior se hizo con el fin de incrementar las probabilidades de hallar grupos fecales para obtener así un tamaño de muestra adecuado. Se colectaron un total de 243 grupos fecales (46 grupos para la época húmeda, 58 grupos para el periodo de transición y 139 grupos para la época seca). Anthony y Smith (1974) mencionan que un tamaño de muestra de 15 a 50 grupos fecales, parece ser el mínimo requerido para el estudio de la dieta de venados en una estación del año en particular.

1.3. Disponibilidad de los recursos.

La estimación de la disponibilidad del alimento en el hábitat, así como la determinación de la dieta son necesarios para estimar las preferencias alimentarias de los recursos vegetales consumidos por el venado (Neu *et al.* 1974, Hobbs 1982, Byers y Steinhorst 1984). Para estimar la disponibilidad de los recursos vegetales en el área, se emplearon los datos obtenidos de los muestreos de biomasa a finales de la época húmeda (noviembre-diciembre) realizados en 1989 y de los muestreos al final de la época seca (mayo-junio) realizados en 1990 (Mandujano *et al.* 1995). En estos muestreos para estimar la riqueza y biomasa del sotobosque se establecieron 50 parcelas permanentes de 10 x 10 m, las cuales fueron elegidas de manera que pudieran ubicarse fácilmente. Para lo cual, en un mapa topográfico de la Estación se ubicaron 120 puntos separados 50 m uno de otro a lo largo de 6 km de caminos de terracería, del total de puntos se eligieron aleatoriamente 50 parcelas (25 en bosque tropical caducifolio y 25 en bosque tropical subperennifolio). Las parcelas se colocaron entre 10 y 20 m perpendiculares al camino, en cada una se colocó una subparcela circular de 1 m² durante cada periodo de muestreo, ubicando la subparcela en un lugar distinto dentro de la parcela permanente en cada periodo muestreado. En cada subparcela se cosecharon todas las plantas hasta 1.8 m de alto, cortando únicamente las partes de las plantas potencialmente utilizables por el venado (hojas, ramas tiernas y retoños). Se obtuvo el peso fresco para cada especie por separado, posteriormente las plantas se secaron durante 72 h a temperatura constante para obtener el peso seco y el porcentaje de humedad (Mandujano *et al.* 1995).

2. Trabajo de laboratorio.

2.1. Preparación de las muestras.

La técnica microhistológica se basa en la identificación y cuantificación de los tejidos epidérmicos vegetales presentes en las heces fecales. En la elaboración de la colección de referencia, el primer paso consistió en hacer preparaciones microscópicas fijas para formar una colección de las plantas disponibles para el venado en el área de estudio. Se secaron las muestras en una estufa o secadora de herbario a una temperatura de 75°C. Posteriormente se molieron las muestras utilizando una picadora para café teniendo cuidado entre muestra y muestra que los instrumentos estuvieran bien limpios para evitar contaminación en las preparaciones. El remanente de muestra ya molida se guardó en sobres de papel y/o en frascos de vidrio con su etiqueta respectiva.

Las muestras se tratan con el objeto de disminuir la presencia de pigmentos y algunos tejidos blandos que no corresponden al tejido epidérmico. Sparks y Malecheck (1968), Peña y

Habib (1980) y Middleton y Sánchez-Rojas (1994) consideran que la mejor técnica para conocer la dieta de herbívoros es a través del uso de un medio de hidrato de cloral para aclarar y montar los especímenes. Sin embargo, el hidrato de cloral es considerado una droga restringida en muchos países entre ellos México. Por lo que para la realización del presente trabajo, se sustituyó esta sustancia utilizando en su lugar la técnica descrita por Quintanilla *et al.* (1988) con algunas modificaciones que se señalan en su oportunidad.

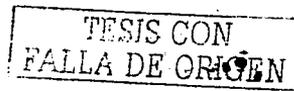
Esta técnica consistió en colocar la muestra una vez molida en hidróxido de sodio al 5%, hirviéndose por espacio de 5 minutos, se enjuagó con agua destilada, para después agregarle hipoclorito de sodio donde permaneció hasta su decoloración total. Finalmente se enjuagó la muestra con agua destilada y se colocó en soluciones de alcohol en concentraciones de 30%, 50%, 80%, 90% y absoluto, permaneciendo por espacio de 20 minutos en cada uno de ellos hasta lograr su completa deshidratación.

Posterior al proceso señalado por Quintanilla *et al.* (1988), se procedió a la aclaración de los tejidos, para esto, la muestra se pasó por xilol antes de ser montada en bálsamo de Canadá (Gaviño *et al.* 1982); con esto se logró una definición aceptable de los tejidos al microscopio, detalle que no se observó si se suprimía el paso de la muestra por xilol.

Para el montaje de las laminillas, se etiquetaron los portaobjetos con los datos necesarios (fecha, localidad, tipo de muestra, clave y/o nombre de la especie, etc.). Posteriormente se procedió a colocar en cada portaobjetos, una pequeña cantidad de bálsamo de Canadá y una porción del material tratado, se colocó el cubreobjetos y en el perímetro de éste se adicionó esmalte de uñas transparente como sellador. De cada especie vegetal se prepararon varias laminillas (un mínimo de 2) para tratar de reunir la mayor cantidad posible de características histológicas microscópicas (Peña y Habib 1980).

En el caso de la elaboración de las laminillas de heces fecales se aplicó el mismo procedimiento, empleándose una plantilla metálica con orificios de aproximadamente 7 mm de diámetro que distan entre sí lo que tiene de ancho un portaobjetos, para colocar en cada portaobjetos una pequeña porción del material tratado. De esta manera se hicieron preparaciones en serie, obteniendo una muestra bastante uniforme entre laminillas. La cantidad de muestra por laminilla debe ser tal que debe presentarse un promedio de 2 a 3 tejidos identificables por campo microscópico (Peña y Habib 1980). Finalmente se aplicó bálsamo de Canadá, dispersando homogéneamente la muestra con una aguja de disección y se colocó el cubreobjetos el cual se selló con esmalte de uñas.

Se debe mencionar que se probó el montaje de las muestras para la colección de



referencia en gelatina químicamente pura, obteniéndose en muchas ocasiones mejores resultados en cuanto a la imagen de las características histológicas y detalles observados a través del microscopio, en comparación con las muestras montadas en bálamo. Sin embargo, las preparaciones realizadas con gelatina tuvieron la desventaja de ser fácilmente atacadas por hongos, debido principalmente al clima caluroso y húmedo.

2.2. Lectura al microscopio.

La colección de referencia se preparó con el fin de familiarizarse con las características histológicas de las diferentes especies de plantas, antes de proceder a la preparación de las laminillas de las heces fecales. Las laminillas de la colección de referencia se observaron con un microscopio óptico provisto de un ocular de 10x y objetivos de 10x, 40x y 100x, utilizándose estos últimos para apreciar más detalladamente algunas características. De los detalles encontrados en cada especie vegetal se hicieron anotaciones y dibujos que auxiliaron en la identificación de los fragmentos de las plantas en las heces fecales. Entre las características útiles se incluyen tricomas, cristales (drusas y rafidios), células de sílice y corcho, estomas y células acompañantes, forma de las paredes celulares y glándulas (Peña y Habib 1980).

Con el propósito de facilitar la identificación de las especies presentes en la dieta a través de la comparación con las laminillas de referencia, el manejo de las mismas y previniendo que algunas preparaciones pudieran ser atacadas por hongos, se elaboró además una colección fotográfica de diferentes estructuras y detalles de cada una de las especies.

La identificación de los tejidos epidérmicos de las plantas encontradas en las muestras fecales se hizo por comparación con la colección de referencia, esto fue posible debido a la resistencia al proceso digestivo que ofrecen los tejidos epidérmicos ricos en lignina. Sin embargo, varios autores han objetado que algunas plantas particularmente anuales y suculentas, así como pétalos florales, son prácticamente digeridos en su totalidad; de manera que no se pueden encontrar tejidos identificables en el material digerido durante el análisis microhistológico (Anthony y Smith 1974, Peña y Habib 1980), por lo que algunas especies vegetales pudieran no registrarse en la dieta.

Para la identificación de las especies vegetales presentes en la dieta y su cuantificación, se hicieron 5 preparaciones mixtas por época (mezcla de pellets de los grupos fecales colectados) y se analizaron 20 campos microscópicos por cada preparación, siguiendo la técnica de Sparks y Malecheck (1968) y Peña y Habib (1980). Los conteos al microscopio se efectuaron a 100 aumentos (10 del objetivo por 10 del ocular),

denominándosele campo al área comprendida en cada observación. Así cada campo de observación representó una unidad muestral, contándose con 100 campos (unidades) por época. Respecto al número adecuado de campos microscópicos a muestrear Peña y Habib (1980) mencionan que cuando la muestra es simple proviniendo de un solo animal y una sola colecta, la diversidad de la dieta es generalmente baja de manera que una lectura de 40 campos sería apropiado en la mayoría de los casos. Pero cuando la muestra es compuesta ya sea de varios animales o de diferentes días de colecta, la diversidad de la muestra probablemente es alta requiriendo para su análisis un número mayor de campos (40-100).

Para estimar el número de unidades muestrales (campos microscópicos) que permitieran representar la dieta de cada época, se registraron las especies vegetales nuevas que aparecían en cada campo microscópico acumulando para el siguiente campo el número de especies de los campos previos. A medida que se incrementó el número de campos muestreados aumentó el número de especies, al principio bruscamente y luego de manera más lenta llegando el momento que el número de especies de nuevo registro en los campos sucesivos fue muy bajo o nulo, como se observa en la Figura 2 (Matteuci y Colma 1982).

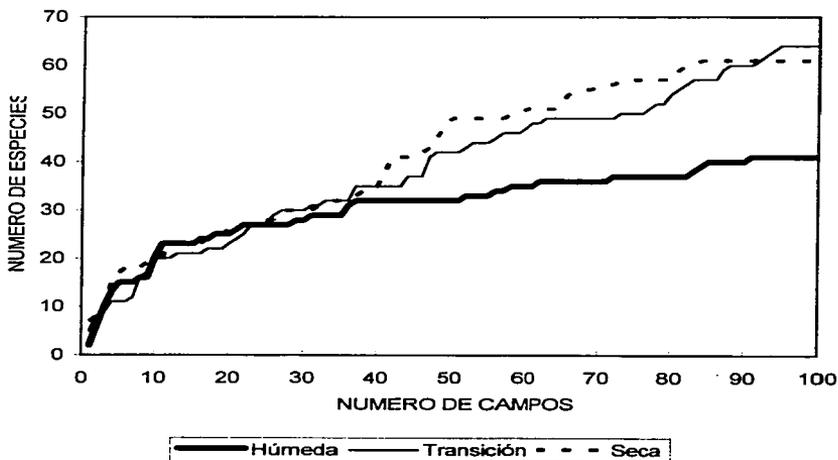


FIGURA 2. Gráfico especies/campos microscópicos muestreados en el análisis microhistológico de heces fecales, durante las tres épocas del año (húmeda, transición y seca).

El muestreo microscópico se efectuó registrando la frecuencia de fragmentos vegetales identificables por campo. El siguiente paso fue convertir esta frecuencia a densidad por medio de la tabla de Fracker y Brischle (1944, citado en Peña y Habib 1980); la cual proporciona directamente la conversión de frecuencia a densidad cuando se leen 20, 40 o 100 campos. A continuación se dividió cada una de las densidades entre la suma de ellas y se multiplicó por 100, obteniendo así el aporte porcentual de cada especie vegetal en la dieta.

3. Análisis de datos.

Para cada época (húmeda, transición y seca) se calcularon la riqueza, la diversidad con el índice de Shannon (H') y el número 2 de la serie de Hill (N_2), tanto para familias como para especies vegetales registradas en la dieta a través del programa SPDIVERS.BAS (Ludwig y Reynolds 1988). La diversidad (H') de la dieta entre épocas fue comparada por medio de las pruebas de *t*-Student propuestas por Hutcheson (1980, citado en Zar 1984).

Se estimó la similitud en la composición botánica de la dieta (a nivel de familias y de especies) entre las épocas a través del programa SUDIST.BAS (Ludwig y Reynolds 1988), eligiendo el índice de disimilitud de Bray y Curtis (1957, citado en Ludwig y Reynolds 1988) como coeficiente de distancia entre unidades muestrales (épocas). La similitud entre cada par de épocas se calculó como el complemento del índice de Bray y Curtis, expresado en porcentaje. Los coeficientes de similitud varían de un valor mínimo de 0 (0%) cuando un par de épocas son completamente diferentes a un valor máximo de 1 (100%) cuando el par comparado es idéntico. La similitud a nivel de familias entre las 3 épocas consideradas en el estudio fue calculada tanto con los datos de presencia/ausencia de las familias encontradas en la dieta como con los datos de número de especies vegetales por familia.

Se aplicó una prueba G de heterogeneidad (Sokal y Rohlf 1979) por medio del programa SYSTAT (1984), para probar si la aportación en número de especies y la frecuencia de aparición de las especies vegetales por familia era homogénea entre las tres épocas consideradas en el estudio (húmeda, transición y seca).

Los fragmentos vegetales registrados en el análisis microhistológico fueron separados en dos grupos: partes vegetativas (hojas y ramas) y partes reproductivas (flores y frutos), sin considerar la especie a la que pertenecían. Así, con base en la frecuencia de aparición de los fragmentos en los campos microscópicos analizados, se calculó la frecuencia relativa de cada grupo. Se realizó un análisis de heterogeneidad empleando el estadístico X^2 (Zar 1984), para saber si había diferencias en las proporciones de las partes vegetales consumidas por el venado entre las épocas consideradas en el estudio (húmeda, transición y seca).

Las especies vegetales registradas en la dieta mediante el análisis microhistológico fueron analizadas anual y estacionalmente, respecto a algunas características como son: forma de vida (árboles, arbustos, hierbas y pastos), ciclo de vida (perennes y anuales), persistencia de las hojas (perennifolias y caducifolias) y tipo de vegetación (bosque tropical caducifolio, bosque tropical subperennifolio o ambos). Se aplicaron análisis de heterogeneidad empleando X^2 (Zar 1984), para saber si había diferencias entre épocas respecto a las proporciones en cada una de las categorías mencionadas anteriormente.

Se estimaron las preferencias alimentarias del venado respecto a las familias registradas en la dieta mediante el análisis microhistológico, a nivel anual. Para lo cual se consideró como disponible el número de especies vegetales por familia reportado en el área de estudio por Lott (1985). Para estimar las preferencias por familia a nivel estacional, se consideró como disponible la biomasa (gr/peso seco) por familia estimada en el hábitat; estos datos se redondearon a números enteros y se utilizaron como frecuencia por familia. Las preferencias alimentarias a nivel de especie vegetal no fueron estimadas, debido a que muchas de las plantas registradas en las estimaciones de biomasa no pudieron determinarse hasta especie, de manera que no se contó con datos de disponibilidad a este nivel. También se estimaron las preferencias alimentarias respecto a forma de vida, ciclo de vida, persistencia de las hojas y tipo de vegetación. Para lo cual, se consideró como disponible los datos obtenidos de los muestreos de biomasa respecto al número de especies en el hábitat para cada una de las categorías. Las preferencias alimentarias fueron estimadas sólo para la época húmeda y la época seca, ya que no se contó con datos de disponibilidad para el periodo de transición.

Para la estimación de las preferencias alimentarias se aplicaron pruebas de X^2 para probar la hipótesis nula de que el venado usa los recursos (familias, formas de vida, ciclo de vida, persistencia de las hojas y tipos de vegetación) en proporción de su disponibilidad (Neu *et al.* 1974, Byers y Steinhorst 1984). Sin embargo, la X^2 no determina la preferencia o rechazo de categorías individuales (Neu *et al.* 1974). De manera que, cuando se rechazó la hipótesis nula encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre el uso "esperado" (basado en la disponibilidad del recurso) y la frecuencia de uso "observada" (utilizado), se procedió a calcular los intervalos de confianza de Bonferroni al 95%; para determinar cuales recursos vegetales eran preferidos o rechazados en cuanto a su disponibilidad (Byers y Steinhorst 1984).

La estimación de preferencias alimentarias se complementó con el cálculo del Índice de Preferencia (IP) para todas las categorías consideradas en el análisis (familias, forma de

vida, ciclo de vida, persistencia de las hojas y tipo de vegetación), tanto anual como estacionalmente. El Índice de Preferencia se calculó dividiendo el porcentaje estimado de cada alimento en la dieta entre el porcentaje estimado del alimento en el hábitat, valores del índice mayores que 1 indican preferencia, valores menores que 1 indican rechazo o no preferencia y si el valor se aproxima a 1 indica que el alimento es consumido en base a su disponibilidad (Hobbs 1982).

RESULTADOS

1. Análisis por familia botánica.

1.1 Anual.

Considerando conjuntamente los resultados obtenidos mediante la observación directa y el análisis microhistológico de heces fecales, se encontró que las especies vegetales que forman la dieta del venado cola blanca en el área de estudio están incluidas en un total de 30 familias botánicas. Por el método de observación directa fueron registradas 28 familias, mientras que por medio del análisis microhistológico se registraron 20 familias (Cuadro 1). Las familias mejor representadas en la dieta fueron Leguminosae (19 spp), Euphorbiaceae (14 spp), Amaranthaceae (13 spp), Bignoniaceae, Convolvulaceae y Malvaceae (10 spp), Sapindaceae (4 spp), Verbenaceae y Compositae (3 spp) y 21 familias más con 1 ó 2 especies cada una (Cuadro 1).

A través del análisis microhistológico se encontró que la dieta del venado a lo largo del año está constituida principalmente por especies vegetales incluidas en 5 familias: Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Leguminosae, Sapindaceae y Malvaceae, que aportan el mayor número de especies y contribuyen en mayor proporción a la dieta del venado (Cuadro 2).

1.2 Estacional.

Se encontró que la riqueza de familias en la dieta fue menor en la época húmeda incrementándose gradualmente hacia la época seca (Figura 3). Para la época húmeda se registraron 8 familias, en el periodo de transición entre la época húmeda y seca fueron registradas 13 familias y para la época seca se registraron 17 familias (Cuadro 2).

Se encontró que la diversidad de familias (H') en la época húmeda fue de 1.9 con 7 familias muy abundantes (N_2), para el periodo de transición la diversidad (H') fue de 2.2 con 9 familias muy abundantes (N_2), mientras que la diversidad (H') para la época seca fue de 2.6 con 14 familias muy abundantes (N_2) (Figura 4). Comparando la diversidad de familias entre épocas, se encontraron diferencias significativas en la diversidad entre la época húmeda y el periodo de transición ($t=-2.1$, $gl=68$, $p<0.05$), entre la época húmeda y la época seca ($t=-4.06$, $gl=60$, $p<0.05$), así como también se encontraron diferencias en la diversidad entre el periodo de transición y la época seca ($t=-1.99$, $gl=72$, $p<0.05$).

CUADRO 1. Especies vegetales consumidas por el venado cola blanca en la Estación de Biología Chamela, Jalisco. (➤) Indica el método mediante el cual se registró cada especie en la dieta. (sp) Especie.

FAMILIA	ESPECIE	MÉTODO	
		OBSERVACIÓN DIRECTA	ANÁLISIS MICROHISTOLÓGICO
Acanthaceae	<i>Dicliptera resupinata</i>	➤	
	<i>Elytraria imbricata</i>	➤	
Amaranthaceae	<i>Froehlichia interrupta</i>	➤	
	<i>Iresine pacifica</i>	➤	➤
	No determinada 1	➤	➤
	No determinada 2	➤	➤
	No determinada 3	➤	➤
	No determinada 4	➤	➤
	No determinada 5	➤	➤
	No determinada 6	➤	➤
	No determinada 7	➤	➤
	No determinada 8	➤	➤
	No determinada 9	➤	➤
	No determinada 10	➤	➤
	No determinada 11	➤	➤
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	➤	➤
	<i>Astronium graveolens</i>	➤	
Bignoniaceae	No determinada 1	➤	
	No determinada 2	➤	
	No determinada 3	➤	
	No determinada 4	➤	
	No determinada 5	➤	
	No determinada 6	➤	
	No determinada 7	➤	
	No determinada 8	➤	
	No determinada 9	➤	
	No determinada 10	➤	➤
Bombacaceae	<i>Ceiba sp.</i>	➤	➤
Burseraceae	<i>Bursera heterestes</i>	➤	
Capparidaceae	<i>Capparis sp.</i>	➤	
	<i>Cleome viscosa</i>	➤	
Compositae	<i>Zinnia maritima</i>	➤	➤
	No determinada 1	➤	
	No determinada 2	➤	
Connaraceae	<i>Rourea glabra</i>	➤	➤
Convolvulaceae	<i>Ipomoea quamoclit</i>	➤	➤
	<i>I. trifida</i>	➤	➤
	<i>I. ampullacea</i>	➤	➤
	<i>I. hederifolia</i>	➤	➤
	<i>Ipomoea sp 1</i>	➤	➤
	<i>Ipomoea sp 2</i>	➤	➤
	No determinada 1	➤	➤
	No determinada 2	➤	➤
	No determinada 3	➤	➤
	No determinada 4	➤	➤

Continuación Cuadro 1.....

FAMILIA	ESPECIE	MÉTODO		
		OBSERVACIÓN DIRECTA	ANÁLISIS MICROHISTOLÓGICO	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha langiana</i>	>	>	
	<i>A. shiedeana</i>	>	>	
	<i>A. microphylla</i>	>	>	
	<i>Acalypha sp.1</i>	>	>	
	<i>Acalypha sp.2</i>	>	>	
	<i>Acalypha sp.3</i>	>	>	
	<i>Acalypha sp.4</i>	>	>	
	<i>Acalypha sp.5</i>	>	>	
	<i>Croton sp.1</i>	>	>	
	<i>Croton sp.2</i>	>	>	
	<i>Croton sp.3</i>	>	>	
	No determinada 1	>	>	
	No determinada 2	>	>	
	No determinada 3	>	>	
	No determinada 1	>	>	
	Gramínea Leguminosae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	>	>
		<i>Brongniartia sp.</i>	>	>
		<i>Caesalpinia coriaria</i>	>	>
		<i>Coursetia caribaea</i>	>	>
<i>Crotalaria sp.</i>		>	>	
<i>Desmodium procumbens</i>		>	>	
<i>D. tortuosum</i>		>	>	
<i>Haematoxylum brasiletto</i>		>	>	
<i>Lysiloma microphylla</i>		>	>	
<i>Mimosa velloziana</i>		>	>	
<i>Piptadenia constricta</i>		>	>	
<i>Senna holwayiana</i>		>	>	
<i>Senna pallida</i>		>	>	
<i>Sesbania herbacea</i>		>	>	
<i>Tephrosia leiocarpa</i>		>	>	
<i>Zapoteca formosa sub. rosei</i>		>	>	
No determinada 1		>	>	
No determinada 2		>	>	
No determinada 3		>	>	
Malpigiaceae Malvaceae	No determinada 1	>	>	
	<i>Abutilon mcvaughii</i>	>	>	
	<i>Abutilon sp.1</i>	>	>	
	<i>Abutilon sp.2</i>	>	>	
	<i>Briquetia spicata</i>	>	>	
	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	>	>	
	<i>Sida glabra</i>	>	>	
	No determinada 1	>	>	
	No determinada 2	>	>	
	No determinada 3	>	>	
No determinada 4	>	>		
Moraceae	<i>Brosimum allicastrum</i>	>	>	
	<i>Ficus sp</i>	>	>	

Continuación Cuadro 1.....

FAMILIA	ESPECIE	MÉTODO	
		OBSERVACION DIRECTA	ANÁLISIS MICROHISTOLÓGICO
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	>	>
Olacaceae	<i>Ximenia pubescens</i>	>	>
	No determinada 1	>	>
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	>	>
Portulacaceae	<i>Talinum paniculatum</i>	>	>
	<i>Talinum triangulare</i>	>	>
Polygonaceae	No determinada 1	>	>
	No determinada 2	>	>
Rubiaceae	No determinada 1	>	>
Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	>	>
	<i>Thouinia paucidentata</i>	>	>
	<i>Serjania brachycarpa</i>	>	>
	No determinada 1	>	>
Sapotaceae	<i>Sideroxylon sp.</i>	>	>
Scrophulariaceae	<i>Russelia tenuis</i>	>	>
Sterculiaceae	<i>Ayenia micranta</i>	>	>
	<i>Byttneria aculeata</i>	>	>
Theophrastaceae	<i>Jacquinia pungens</i>	>	>
Tiliaceae	<i>Heliocharpus pallidus</i>	>	>
Verbenaceae	<i>Citharexylum affine</i>	>	>
	<i>Priva lappulacea</i>	>	>
Violaceae	No determinada 1	>	>
	No determinada 2	>	>
No determinada	Fruto 1	>	>
	Fruto 2	>	>
	Fruto 5	>	>
	Fruto 7	>	>
	Fruto 8	>	>
	Fruto 9	>	>
	Fruto 11	>	>
	Fruto 12	>	>
	Fruto 13	>	>
	Fruto 14	>	>
	Fruto 16	>	>
	Fruto 17	>	>
	Fruto 18	>	>
	Fruto 19	>	>
	No determinada 1	>	>
	No determinada 2	>	>
	No determinada 3	>	>
	No determinada 4	>	>
	No determinada 5	>	>
No determinada 6	>	>	
No determinada 7	>	>	
No determinada 8	>	>	
No determinada 9	>	>	
No determinada 10	>	>	

Continuación Cuadro 1.....

FAMILIA	ESPECIE	MÉTODO	
		OBSERVACIÓN DIRECTA	ANÁLISIS MICROHISTOLÓGICO
No determinada	No determinada 11	>	
	No determinada 12	>	
	No determinada 13	>	
	No determinada 14	>	
	No determinada 15	>	
	No determinada 16	>	
	No determinada 17	>	>
	No determinada 18	>	>
	No determinada 19	>	>
	No determinada 20	>	>
	No determinada 21	>	>
	No identificadas (27 especies)		>
30 familias	178 spp.	128 spp.	109 spp.

TRABAJOS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 2. Familias botánicas representadas en la dieta del venado cola blanca y su variación en el tiempo en la Estación de Biología Chamela, Jalisco. Información obtenida a través del análisis microhistológico de heces fecales. Húmeda (agosto y octubre), Transición (noviembre y diciembre) y Seca (abril y mayo). En negrillas se resaltan las familias con mayor contribución a la dieta.

FAMILIA	EPOCA DEL AÑO												ANUAL
	HUMEDA				TRANSICION				SECA				
	No. spp	% ¹	Frec.	% ²	No. spp	% ¹	Frec.	% ²	No. spp	% ¹	Frec.	% ²	
Amaranthaceae	0	0	0	0	3	6.3	3	0.8	2	5.9	1	0.3	5
Anacardiaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.9	34	13.1	1
Bignoniaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.9	8	2.6	1
Bombacaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.9	1	0.3	1
Compositae	0	0	0	0	1	2.3	1	0.3	0	0	0	0	1
Connaraceae	1	3.6	2	0.6	1	2.3	1	0.3	1	2.9	14	4.8	1
Convolvulaceae	6	21.4	50	17.4	4	9.3	48	14.8	5	14.7	32	10.5	7
Euphorbiaceae	3	10.7	73	29.1	10	20.8	97	29.9	5	14.7	12	3.8	10
Graminae	0	0	0	0	1	2.3	2	0.5	1	2.9	3	1.0	1
Leguminosae	7	25	70	22.3	8	18.6	33	9.0	5	14.7	19	6.2	12
Malvaceae	5	17.8	12	3.4	10	20.8	53	14.8	2	5.9	7	2.2	10
Moraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.9	3	1.0	1
Nyctaginaceae	0	0	0	0	1	2.3	1	0.3	0	0	0	0	1
Olaceae	1	3.6	1	0.3	0	0	0	0	1	2.9	2	0.6	1
Sapindaceae	4	14.3	35	11.1	4	9.3	35	9.9	4	11.8	46	16.7	4
Sapotaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.9	1	0.3	1
Sterculiaceae	1	3.6	4	1.2	1	2.3	17	4.9	1	2.9	8	2.6	1
Theophrastaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.9	5	1.6	1
Tiliaceae	0	0	0	0	1	2.3	2	0.5	0	0	0	0	1
Verbenaceae	0	0	0	0	3	6.3	4	1.1	1	2.9	2	0.6	3

No. spp.= Número de especies por familia.

%¹= Aportación porcentual de cada familia respecto al número de especies que pudieron ser identificadas.

Frec. = Frecuencia acumulada de fragmentos vegetales por familia.

%²= Aporte porcentual de cada familia a la dieta considerando el total de fragmentos identificables.

Respecto a las familias registradas en la dieta del venado, se encontró una similitud del 60% o mayor entre épocas. Mientras que, analizando la dieta en cuanto a la aportación de especies vegetales por familia a lo largo del año, la similitud entre épocas fue menor del 40% (Cuadro 3). Así tenemos que la dieta entre épocas fue más similar respecto a las familias registradas que respecto a la contribución en número de especies por familia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 3. Porcentaje de similitud entre épocas en la dieta del venado cola blanca en Chamela, Jalisco. Similitud calculada como el complemento del Índice de Disimilitud de Bray y Curtis (1957).

EPOCA		TRANSICIÓN	SECA
HÚMEDA	1	60%	64%
	2	22%	38%
	3	22%	16%
TRANSICIÓN	1		62%
	2		36%
	3		26%

1. Similitud respecto a las familias presentes en la dieta.
2. Similitud respecto al número de especies vegetales por familia en la dieta.
3. Similitud respecto a las frecuencias por especie registradas en la dieta mediante el análisis microhistológico.

Se encontró que la aportación por familia en cuanto a número de especies fue homogénea entre las tres épocas consideradas en el estudio ($G=15.84$, $gl=38$, $p>0.05$). Sin embargo, la aportación respecto a la frecuencia de aparición por familia fue heterogénea ($G=270.86$, $gl=38$, $p<0.001$) entre épocas, encontrándose diferencias significativas tanto entre la época húmeda y el periodo de transición ($G=53.62$, $gl=19$, $p<0.001$), como entre la transición y la seca ($G=177.79$, $gl=19$, $p<0.001$), así como también se encontraron diferencias al comparar la época húmeda con la época seca ($G=155.62$, $gl=19$, $p<0.001$).

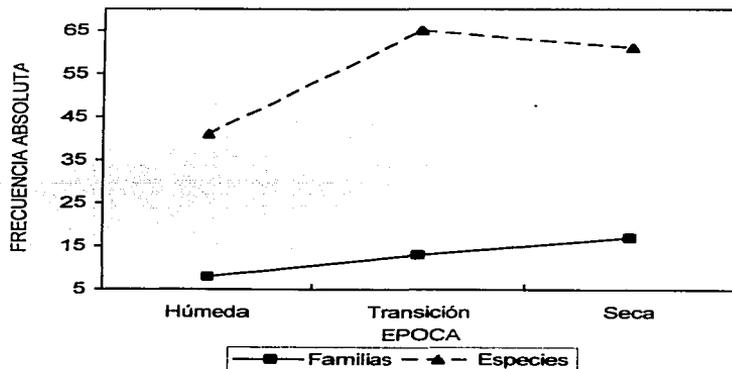


FIGURA 3. Representación gráfica de las estimaciones de la riqueza de familias y especies en la dieta del venado cola blanca en Chamela, Jalisco a lo largo del año (épocas húmeda, transición y seca).

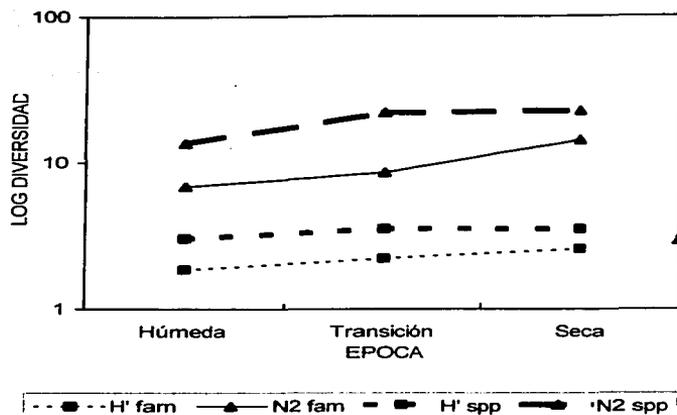


FIGURA 4. Representación gráfica de las estimaciones de la diversidad de familias (fam) y especies (spp) en la dieta del venado cola blanca en Chamela, Jalisco a lo largo del año. (H'=Índice de Shannon y N_2 = Número 2 de la Serie de Hill).

1.3 Preferencias Alimentarias.

1.3.1 Anual.

En el análisis de utilización-disponibilidad de las 20 familias registradas a través del análisis microhistológico en la dieta del venado a largo del año, se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado ($X^2=48.24$, $gl=19$, $p<0.01$). Los intervalos de confianza de Bonferroni muestran que las familias Compositae y Graminae fueron utilizadas en menor proporción que su disponibilidad, el Índice de Preferencia (IP) calculado para ambas familias fue de 0.2 indicando no preferencia. En cuanto a las demás familias, la proporción disponible quedó incluida en el intervalo de confianza calculado para la proporción utilizada, indicando que fueron usadas en proporción a su disponibilidad (Cuadro 4).

1.3.2 Estacional.

En el análisis de utilización-disponibilidad en cuanto a la frecuencia de aparición por familia en la dieta durante la época húmeda, se encontraron diferencias significativas ($X^2=1565$, $gl=7$, $p<0.001$) entre lo disponible y lo utilizado. Los intervalos de confianza de Bonferroni muestran que las familias Convolvulaceae y Malvaceae fueron preferidas al ser usadas en mayor proporción que lo disponible, el Índice de Preferencia (IP) calculado fue de

23.8 y 34.3 respectivamente, indicando preferencia. La familia Euphorbiaceae fue usada menos que lo disponible, el IP calculado fue de 0.5 indicando no preferencia (Cuadro 4).

Durante la época seca también se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado ($X^2=6607$, $gl=16$, $p<0.001$). Los intervalos de confianza de Bonferroni muestran que las familias Amaranthaceae, Anacardiaceae, Connaraceae y Convolvulaceae fueron utilizadas en mayor proporción que lo disponible, el IP calculado para cada familia fue de 55, 77, 8 y 73 respectivamente, indicando preferencia. Las familias Bignoniaceae, Graminae y Leguminosae fueron utilizadas menos que lo disponible, el IP calculado fue de 0.1, 0.2 y 0.6 respectivamente, indicando no preferencia (Cuadro 4)

CUADRO 4. Preferencias alimentarias por familia en la dieta del venado cola blanca en Chamela, Jalisco. Análisis basado en las 20 familias registradas en el análisis microhistológico. En el análisis anual la disponibilidad se basa en el número de especies por familia en el hábitat reportado por Lott (1985). En el análisis estacional, la disponibilidad se basa en estimaciones de biomasa por familia en el hábitat y la utilización se basa en las familias identificadas en el análisis microhistológico de heces fecales. Los espacios vacíos indican que la familia no fue registrada para la época.

FAMILIAS	ANUAL		ÉPOCA HÚMEDA		ÉPOCA SECA	
	IP	IB	IP	IB	IP	IB
Amaranthaceae	3.1	0			54.5	+
Anacardiaceae	2	0			77	+
Bignoniaceae	0.4	0			0.1	-
Bombacaceae	3.2	0			2.5	0
Compositae	0.2	-				
Connaraceae	5.3	0	1.4	0	7.9	+
Convolvulaceae	1.4	0	23.8	+	72.5	+
Euphorbiaceae	0.9	0	0.5	-	5.4	0
Graminea	0.2	-			0.2	-
Leguminosae	0.6	0	1.2	0	0.6	-
Malvaceae	2.8	0	34.3	+	16	0
Moraceae	0.8	0			7	0
Nyctaginaceae	0.6	0				
Oleaceae	5.3	0	1.4	0	1.5	0
Sapindaceae	2.3	0	1.2	0	1.2	0
Sapotaceae	2.0	0			2.5	0
Sterculiaceae	0.6	0	11.4	0	18	0
Theophrastaceae	5.3	0			11.5	0
Tiliaceae	2	0				
Verbenaceae	1.1	0			4.5	0

(IP) Índice de Preferencia (Hobbs 1982).

(IB) Intervalos de confianza de Bonferroni al 95% (Byers y Steinhorst 1984).

(+) Familia usada en mayor proporción que lo disponible, indica preferencia.

(-) Familia usada en menor proporción que lo disponible, indica no preferencia.

(0) Familia usada en proporción de su disponibilidad, sugiere que el IP no difiere significativamente de 1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2. Análisis por especie vegetal.

2.1 Anual.

Considerando conjuntamente los resultados obtenidos por el método de observación directa y el análisis microhistológico se encontraron un total de 178 especies vegetales constituyendo la dieta del venado cola blanca en el bosque tropical de Chamela. Del total de especies vegetales encontradas en la dieta del venado, 69 especies sólo se registraron por observación directa, 23 especies sólo se registraron en el análisis microhistológico, 59 especies fueron registradas por ambos métodos, mientras que 27 especies no pudieron ser identificadas en el análisis microhistológico (Cuadro 1).

A través de observación directa se registraron 128 especies. Dos especies, *Dicliptera resupinata* y *Elytraria imbricata* a pesar de haber sido encontradas constantemente ramoneadas en los muestreos de observación directa, no fueron registradas en el análisis microhistológico (Cuadro 1).

Por medio del análisis microhistológico de heces fecales se registraron 109 especies vegetales en la dieta durante el período comprendido entre la época húmeda de 1993 y la época seca de 1994 (Cuadro 5). En este análisis se encontraron 27 especies que no pudieron ser identificadas, las cuales representan el 25% del total de especies registradas en el análisis microhistológico y el 15% del total de especies registradas en la dieta por los dos métodos empleados.

2.2 Estacional.

En la época húmeda fueron registradas 41 especies vegetales en la dieta del venado, de las cuales solo 5 especies (*Acalypha langiana*, una especie de Convolvulaceae no determinada, *Coursetia caribaea* y una Leguminosae no determinada, así como *Cardiospermum halicacabum*) constituyeron el 57% de la dieta (Cuadro 5).

En el período de transición entre la época húmeda y la seca se registraron 65 especies en la dieta, pero solo 6 especies (*Acalypha langiana*, *Croton* sp., una Convolvulaceae, una Leguminosae no determinadas, *Abutilon* sp. y *Ayenia micranta*) constituyeron el 49% de la dieta. Se observa particularmente que la familia Euphorbiaceae representó el 30% de la dieta durante este periodo (Cuadro 5).

En la época seca se registraron 61 especies vegetales en la dieta, de las cuales 5 especies (*Spondias purpurea*, *Cardiospermum halicacabum*, una Amaranthaceae no determinada, *Rourea glabra* y un fruto no determinado) constituyeron el 43% de la dieta.

CUADRO 5. Aporte porcentual de las especies vegetales a la dieta del venado cola blanca en Chamela, Jal. y su variación en el tiempo, en el periodo comprendido entre la época húmeda de 1993 y la seca de 1994. (*) Especie no registrada para la época.

FAMILIA	ESPECIE	ÉPOCA DEL AÑO			
		HUMEDA	TRANSICION	SECA	
Amaranthaceae	<i>Iresine pacifica</i>	*	0.3	*	
	No determinada 1	*	0.3	*	
	No determinada 2	*	*	8.2	
	No determinada 3	*	*	0.3	
	No determinada 4	*	0.3	*	
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	*	*	13.1	
Bignoniaceae	No determinada 1	*	*	2.6	
Bombacaceae	<i>Ceiba sp.</i>	*	*	0.3	
Compositae	<i>Zinnia maritima</i>	*	0.3	*	
Connaraceae	<i>Rourea glabra</i>	0.6	0.3	4.8	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea ampullacea</i>	*	*	2.0	
	<i>Ipomoea quamoclit</i>	0.3	*	*	
	<i>Ipomoea trifida</i>	0.3	2.2	*	
	<i>Ipomoea sp.</i>	0.6	0.8	0.3	
	<i>Ipomoea sp.</i>	0.9	0.5	2.0	
	No determinada 1	13.8	11.3	3.7	
	No determinada 2	1.5	*	2.6	
	Euphorbiaceae	<i>Acalypha langiana</i>	23.4	14.8	1.6
		<i>Acalypha shiedeana</i>	*	1.6	0.6
		<i>Acalypha sp.</i>	1.2	2.8	0.6
		<i>Acalypha sp.</i>	*	2.2	*
	<i>Acalypha sp.</i>	*	0.5	0.3	
	<i>Acalypha sp.</i>	*	0.5	*	
	<i>Acalypha sp.</i>	*	0.3	*	
	<i>Croton sp.</i>	4.4	6.5	0.6	
	No determinada 1	*	0.3	*	
	No determinada 2	*	0.5	*	
Graminae	No determinada 1	*	0.5	1.0	
Leguminosae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	*	0.5	0.6	
	<i>Brongniartia sp. nov.</i>	*	*	0.6	
	<i>Caesalpinia coriaria</i>	*	*	0.3	
	<i>Coursetia caribaea</i>	5.8	*	*	
	<i>Crotalaria sp.</i>	*	0.5	*	
	<i>Desmodium procumbens</i>	2.5	*	*	
	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	*	0.5	*	
	<i>Tephrosia leiocarpa</i>	3.8	0.8	*	
	<i>Zapoteca formosa sub. rosei</i>	1.2	0.3	*	
	No determinada 1	1.8	0.8	2.6	
	No determinada 2	6.9	5.5	2.0	
	No determinada 3	0.3	0.3	*	
	Malvaceae	<i>Abutilon mcvaughii</i>	0.3	0.3	*
		<i>Abutilon sp.</i>	0.3	6.2	1.3
		<i>Abutilon sp.</i>	2.1	1.9	1.0
<i>Briquetia spicata</i>		*	0.5	*	
<i>Malvastrum coromandelianum</i>		0.3	1.4	*	
<i>Sida glabra</i>		*	2.2	*	
No determinada 1		0.6	0.3	*	
No determinada 2		*	0.8	*	
No determinada 3		*	0.8	*	
No determinada 4		*	0.5	*	
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum (fruto)</i>	*	*	1.0	

Continuación Cuadro 5.....

FAMILIA	ESPECIE	ÉPOCA DEL AÑO		
		HUMEDA	TRANSICION	SECA
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	*	0.3	*
Olacaceae	<i>Ximenia pubescens</i>	0.3	*	0.6
Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicabum</i>	6.6	4.0	12.1
	<i>Thouinia paucidentata</i>	1.5	2.6	3.3
	<i>Serjania brachycarpa</i>	1.5	0.8	1.0
	No determinada 1	1.5	2.6	0.3
Sapotaceae	<i>Sideroxylon sp.</i>	*	*	0.3
Sterculiaceae	<i>Ayenia micranta</i>	1.2	4.9	2.6
Theophrastaceae	<i>Jacquinia pungens</i> (fruto)	*	*	1.6
Tiliaceae	<i>Hellicarpus pallidus</i>	*	0.5	*
Verbenaceae	<i>Citharexylum affine</i>	*	0.3	0.6
	<i>Priva lappulaceae</i>	*	0.5	*
	No determinada 1	*	0.3	*
No determinada	No determinada 1	*	*	0.3
	No determinada 2	*	1.1	0.6
	No determinada 3	3.1	0.8	1.3
	No determinada 4	*	*	0.3
	Fruto 1	0.6	*	4.8
	Fruto 2	*	*	3.3
	Fruto 5	0.3	*	*
	Fruto 7	*	*	0.3
	Fruto 8	*	*	0.6
	Fruto 9	*	*	0.6
	Fruto 11	*	1.9	1.3
	Fruto 12	*	0.5	*
	Fruto 13	*	0.8	*
	Fruto 14	0.3	0.5	*
	Fruto 16	4.1	0.3	*
	Fruto 17	0.3	*	*
	Fruto 18	2.9	*	*
	Fruto 19	0.3	*	*
	Fragmentos no identificados (+)	2.7	6.7	10.0
TOTAL 109 SPP. Y 20 FAMILIAS				
TOTAL DE SPP. REGISTRADAS POR ÉPOCA		41	65	61
TOTAL DE FAMILIAS REGISTRADAS POR ÉPOCA		8	13	17

(+) Las características microhistológicas observadas no son suficientes para determinar familia y especie.

La riqueza de especies en la dieta fue menor durante la época húmeda (41 spp), incrementándose en el período de transición entre la época seca y húmeda (65 spp), para disminuir ligeramente en la época seca (61 spp) (Figura 3).

La diversidad de especies en la dieta (H') en la época húmeda fue de 3.02 con 14 especies muy abundantes (N_2), para el periodo de transición la diversidad (H') fue de 3.52 con 22 especies muy abundantes (N_2), mientras que para la época seca la diversidad (H') fue de 3.5 con 23 especies muy abundantes (N_2) (Figura 4). Comparando la diversidad de especies vegetales en la dieta entre épocas, se encontraron diferencias significativas en la diversidad tanto entre la época húmeda y el periodo de transición ($t=-5.64$, $gl=626$ $p<0.001$), como en la diversidad entre la época húmeda y la época seca ($t=-5.36$, $gl=586$, $p<0.001$), pero no se encontraron diferencias ($t=0.17$, $gl=629$, $p>0.05$) en la diversidad entre el período de

transición y la época seca.

Analizando la dieta respecto a la frecuencia de aparición de las diferentes especies vegetales por medio del análisis microhistológico, se encontró una similitud menor al 30% entre las tres épocas consideradas en el estudio (Cuadro 3).

3. Análisis de las partes vegetales consumidas.

Las partes vegetativas fueron los fragmentos registrados con mayor frecuencia a lo largo del año representando el 86%, 89% y 70% respectivamente, observándose una tendencia a disminuir su frecuencia de aparición en la dieta durante la época *séca* (Figura 5). En esta época las partes reproductivas (frutos y flores) mostraron una tendencia a aumentar notablemente su proporción, representando el 30% de la dieta del venado.

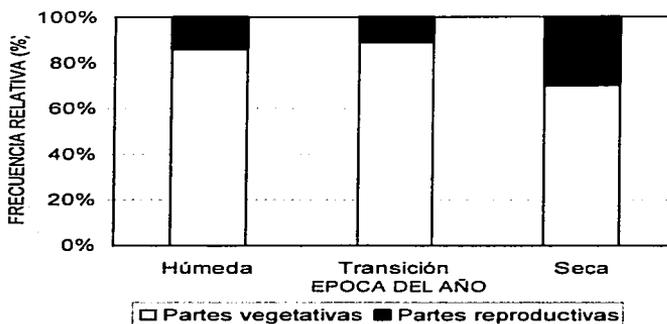


FIGURA 5. Porcentaje de partes vegetativas (hojas, ramas y plántulas) y reproductivas (flores y frutos) de las plantas registradas a lo largo del año en la dieta del venado cola blanca en Chamela, Jal.

En el análisis de heterogeneidad de X^2 se encontró que las proporciones de las partes vegetales consumidas por el venado fueron diferentes entre épocas ($X^2=7.15$, $gl=1$ $p<0.01$). No se encontraron diferencias significativas entre las proporciones de la época húmeda y el periodo de transición ($X^2=0.57$, $gl=1$ $p>0.05$). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre las proporciones de las partes consumidas entre el periodo de transición y la época seca ($X^2=18.00$, $gl=1$ $p<0.01$), así como también se encontraron diferencias en las proporciones de las partes consumidas entre la época húmeda y la seca ($X^2=12.33$, $gl=1$, $p<0.01$).

4. Análisis de acuerdo a la forma de vida de las plantas consumidas.

4.1. Anual.

Respecto a las especies vegetales registradas en el análisis microhistológico, se encontró que los arbustos fueron la forma de vida más importante en la dieta del venado a lo largo del año representando el 35%, siguiéndole en orden de importancia los árboles (28%), trepadoras (20%), hierbas (15%) y pastos (2%) (Figura 6).

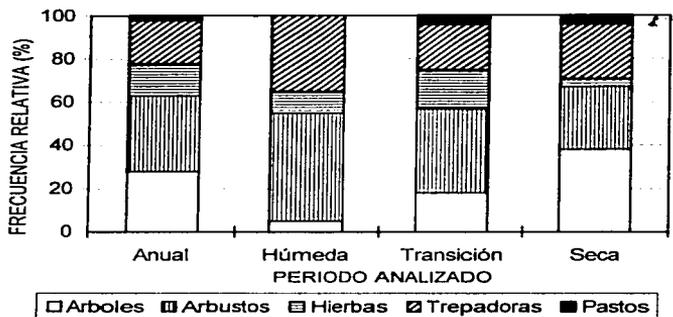


FIGURA 6. Forma de vida de las especies vegetales consumidas por el venado cola blanca en Chamela, Jal. Análisis basado en el total de especies registradas en el análisis microhistológico de heces fecales.

4.2. Estacional.

Se observó que la proporción de arbustos en la dieta tiende a disminuir hacia la época seca; en contraste, la proporción de árboles tiende a aumentar a lo largo del año (Figura 6). En la época húmeda los arbustos representaron el 50% de la dieta, el resto de la dieta lo conformaron trepadoras (35%), hierbas (10%) y árboles (5%). En el periodo de transición los arbustos contribuyeron a la dieta con 39% del total, siguiéndole en importancia las trepadoras (21%), hierbas y árboles (18%) y pastos (4%). En la época seca los árboles fueron la forma de vida más importante en la dieta, representando el 38% del total siguiéndole en orden de importancia los arbustos (29%), trepadoras (25%), hierbas y pastos (4%) (Figura 6).

En el análisis de heterogeneidad de X^2 , se encontró que las proporciones de árboles, arbustos, hierbas, trepadoras y pastos consumidas por el venado fueron diferentes entre épocas ($X^2=5.53$, $gl=1$, $p<0.05$). Se encontraron diferencias significativas en las proporciones

la época seca ($X^2=4.42$, $gl=1$, $p<0.05$), y también entre la época húmeda y la seca ($X^2=8.04$, $gl=1$, $p<0.01$).

4.3. Preferencias alimentarias.

4.3.1. Anual.

Respecto a la forma de vida de las especies registradas en el análisis microhistológico a lo largo del año, no se observaron diferencias significativas ($X^2=2.37$, $gl=4$, $p>0.05$) entre lo disponible y lo utilizado. Así para todas las categorías (árboles, arbustos, hierbas, trepadoras y pastos), la proporción disponible quedó incluida en el intervalo de confianza de Bonferroni calculado para la proporción utilizada, lo anterior sugiere además que el IP calculado no difiere significativamente de la unidad (Cuadro 6).

4.3.2. Estacional.

Durante la época húmeda se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado ($X^2=12.28$, $gl=4$, $p<0.05$). Los intervalos de confianza de Bonferroni muestran que los árboles y los pastos fueron usados menos que lo disponible, el IP calculado fue de 0.2 y 0 respectivamente indicando no preferencia (Cuadro 6). Por otra parte, en la época seca no se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado ($X^2=5.57$, $gl=4$, $p>0.05$). Los intervalos de Bonferroni no muestran preferencia o rechazo por ninguna de las categorías, quedando la proporción disponible incluida en el intervalo de confianza calculado para la proporción utilizada, lo anterior sugiere además que el IP calculado no difiere significativamente de la unidad (Cuadro 6).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 6. Preferencias alimentarias de acuerdo a la forma de vida, ciclo de vida, persistencia de las hojas y tipo de vegetación de las especies vegetales registradas mediante el análisis microhistológico en la dieta del venado cola blanca en Chamela, Jalisco. La disponibilidad se basa en la información obtenida en los muestreos de biomasa, respecto al número de especies en el hábitat para cada una de las categorías.

CARACTERÍSTICA	ANUAL		ÉPOCA HÚMEDA		ÉPOCA SECA	
	IP	IB	IP	IB	IP	IB
FORMA DE VIDA						
Arboles	0.9	0	0.2	-	0.9	0
Arbustos	1	0	1.4	0	1.0	0
Hierbas	1.4	0	0.9	0	0.7	0
Trepadoras	1.3	0	2.3	0	2.3	0
Pastos	0.5	0	0	-	0.4	0
CICLO DE VIDA						
Perennes	0.9	0	0.9	0	1.0	0
Anuales	1.8	0	1.2	0	-	-
PERSISTENCIA DE LAS HOJAS						
Perennifolias	0.9	0	0.4	0	0.6	0
Caducifolias	1.0	0	1.1	0	1.1	0
TIPO DE VEGETACION						
btc	1.7	+	1.5	0	2	+
bts	0.3	-	0.1	-	0.3	-
Ambos	1.5	0	2.1	0	1.5	0

- (IP) Índice de Preferencia (Hobbs 1982).
 (IB) Intervalos de confianza de Bonferroni al 95% (Byers y Steinhorst 1984).
 (+) Recurso utilizado en mayor proporción que lo disponible, indica preferencia.
 (-) Recurso utilizado en menor proporción que lo disponible, indica no preferencia.
 (0) Recurso utilizado en proporción de su disponibilidad, sugiere que IP no difiere significativamente de 1.
 (btc) Bosque tropical caducifolio.
 (bts) Bosque tropical subperennifolio.
 (*) Especies no registradas en la época.

5. Análisis de acuerdo al ciclo de vida de las plantas consumidas.

5.1. Anual.

Se encontró que las especies perennes contribuyeron en mayor proporción a la dieta del venado representando el 82% del total, mientras que las especies anuales contribuyeron con el 18% (Figura 7).

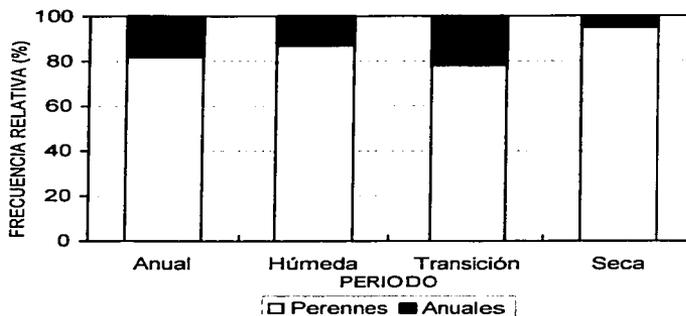


FIGURA 7. Ciclo de vida de las especies vegetales consumidas por el venado cola blanca en Chamela, Jal. Análisis basado en el total de especies registradas en el análisis microhistológico de heces fecales.

5.2. Estacional.

En las tres épocas consideradas en el estudio las especies perennes contribuyeron en mayor proporción a la dieta, representando el 87%, el 78% y el 95% en cada época respectivamente (Figura 7). En el análisis de heterogeneidad de X^2 se encontró que las proporciones de plantas perennes y anuales consumidas por el venado fueron homogéneas entre épocas ($X^2=1.06$, $gl=1$, $p>0.05$).

5.3. Preferencias alimentarias.

5.3.1. Anual.

En el análisis de utilización-disponibilidad respecto al ciclo de vida de las especies vegetales en la dieta del venado, no se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado ($X^2=2.57$, $gl=1$, $p>0.05$). Los intervalos de confianza de Bonferroni no muestran preferencia o rechazo respecto a ninguna de las categorías (perenne o anual), sugiriendo además que el IP calculado no difiere significativamente de la unidad (Cuadro 6).

5.3.2. Estacional.

No se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado tanto en la época húmeda ($X^2=0.12$, $gl=1$, $p>0.05$), como en la época seca ($X^2=0.053$, $gl=1$, $p>0.05$). De manera que los intervalos de confianza de Bonferroni no muestran preferencia o rechazo por ninguna de las categorías, sugiriendo además que el IP calculado no difiere significativamente de la unidad (Cuadro 6).

6. Análisis de acuerdo a la persistencia de las hojas de las plantas consumidas

6.1. Anual.

Se encontró que las especies caducifolias contribuyeron en mayor proporción a la dieta del venado a lo largo del año, representando el 89%, mientras que especies perennifolias representaron el 11% del total (Figura 8).

6.2. Estacional.

Se observó que las especies caducifolias contribuyeron en mayor proporción a la dieta en las tres épocas consideradas en el estudio (húmeda, transición y seca), representando el 94%, el 92% y el 86% en cada época respectivamente (Figura 8).

En el análisis de heterogeneidad de X^2 se encontró que las proporciones de especies perennifolias y caducifolias en la dieta fueron homogéneas entre épocas ($X^2=0.41$, $gl=1$, $p>0.05$).

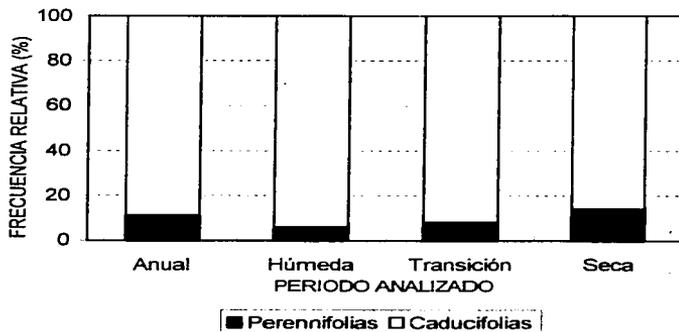


FIGURA 8. Persistencia de las hojas de las especies vegetales consumidas por el venado cola blanca en Chamela, Jal. Análisis basado en el total de especies registradas en el análisis microhistológico de heces fecales.

6.3. Preferencias alimentarias.

6.3.1. Anual.

Respecto a la persistencia de las hojas de las especies vegetales consumidas por el venado, no se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado ($X^2=0.19$, $gl=1$, $p>0.05$). Los intervalos de confianza de Bonferroni no muestran preferencia o rechazo respecto a ninguna de las categorías (perennifolias o caducifolias), sugiriendo además que el IP calculado no difiere significativamente de la unidad (Cuadro 6).

6.3.2. Estacional.

No se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado tanto para la época húmeda ($X^2=1.08$, $gl=1$, $p>0.05$), como para la época seca ($X^2=0.91$, $gl=1$, $p>0.05$). Los intervalos de confianza de Bonferroni no muestran preferencia o rechazo por ninguna de las categorías, sugiriendo además que el IP calculado no difiere significativamente de la unidad (Cuadro 6).

7. Análisis de acuerdo al tipo de vegetación de las plantas consumidas.

7.1. Anual.

Se encontró que las especies del bosque tropical caducifolio contribuyeron a la dieta en mayor proporción representando el 61%, seguidas por las especies pertenecientes a ambos tipos de vegetación con el 27% y las especies del bosque tropical subperennifolio con el 12% (Figura 9).

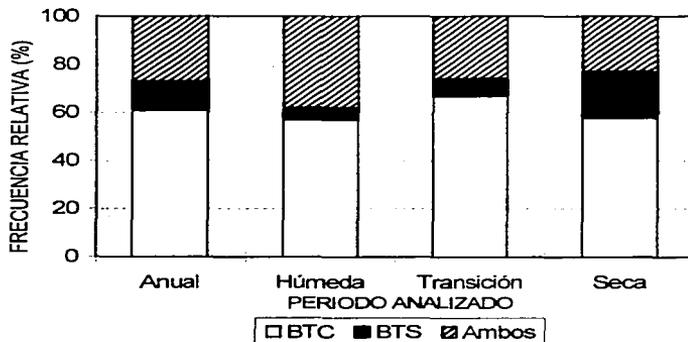


FIGURA 9. Tipo de vegetación de las especies vegetales consumidas por el venado cola blanca en Chamela, Jal. Análisis basado en el total de especies registradas en el análisis microhistológico de heces fecales. (BTC) Bosque tropical caducifolio. (BTS) Bosque tropical subperennifolio.

7.2. Estacional.

Se observó que las especies del bosque tropical caducifolio representaron el 57%, 67% y 58% para la época húmeda, periodo de transición y seca, respectivamente. Las especies del bosque tropical subperennifolio representaron el 5%, 7% y 19% respectivamente en la dieta de cada época, mostrando una tendencia a aumentar su proporción en la dieta hacia la época seca. Mientras que las especies de ambos tipos de vegetación representaron el 38%, 26% y 23% respectivamente en la dieta de cada época considerada en el estudio (Figura 9). En el análisis de heterogeneidad de X^2 respecto al tipo de vegetación de las plantas consumidas por el venado, se encontró que las proporciones fueron homogéneas entre épocas ($X^2=1.31$, $gl=1$, $p>0.05$).

7.3. Preferencias alimentarias.

7.3.1. Anual.

Respecto al tipo de vegetación de las especies vegetales consumidas por el venado, se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado ($X^2=18.74$, $gl=2$, $p<0.01$). Los intervalos de confianza de Bonferroni muestran preferencia respecto a las especies del bosque tropical caducifolio, el Índice de Preferencia (IP) calculado fue de 1.7 indicando preferencia por este tipo de vegetación. Las especies del bosque tropical subperennifolio fueron usadas menos que lo disponible, el IP calculado fue de 0.3 indicando no preferencia. Las especies pertenecientes a ambos tipos de vegetación fueron utilizadas en función de su disponibilidad, quedando incluida la proporción disponible en el intervalo de confianza calculado para la proporción utilizada, lo cual también sugiere que el IP calculado para esta categoría no difiere significativamente de la unidad (Cuadro 6).

7.3.2. Estacional.

Se encontraron diferencias significativas entre lo disponible y lo utilizado para la época húmeda ($X^2=13.28$, $gl=2$, $p<0.01$), los intervalos de confianza de Bonferroni muestran que las especies del bosque tropical subperennifolio fueron utilizadas en menor proporción que su disponibilidad, el IP calculado fue de 0.1 indicando no preferencia. Mientras que las otras dos categorías consideradas (bosque tropical caducifolio y ambos) fueron usadas en función de su disponibilidad, sugiriendo además que el IP calculado no difiere significativamente de la unidad (Cuadro 6).

Durante la época seca también se encontraron diferencias significativas ($X^2=15.05$, $gl=2$, $p<0.01$) entre lo disponible y lo utilizado. Los intervalos de confianza de Bonferroni muestran que las especies del bosque tropical caducifolio fueron utilizadas en mayor proporción que lo disponible con un IP de 2, las especies del bosque tropical subperennifolio

fueron utilizadas menos que lo disponible con un IP de 0.3, mientras que para las especies pertenecientes a ambos tipos de vegetación no se observó preferencia o rechazo sugiriendo que el IP calculado no difiere significativamente de la unidad (Cuadro 6).

77 IS CON
FALLA DE ORIGEN

DISCUSIÓN

1. Composición botánica de la dieta.

Las familias Leguminosae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Sapindaceae, Malvaceae y Anacardiaceae fueron las más importantes en la dieta del venado. La importancia de algunas de estas familias para el venado, también ha sido reportada en hábitats semiáridos (Quintanilla *et al.* 1989, Martínez *et al.* 1997) y tropicales (Hernández *et al.* 1974, Granado 1989, Mandujano y Rico-Gray 1991). Asimismo, especies pertenecientes al menos a tres de estas familias (Leguminosae, Euphorbiaceae y Convolvulaceae) representan el 15, 9 y 4% respectivamente del total de especies reportadas en el área de estudio (Lott 1985) y su contribución a la biomasa del sotobosque es alta (Mandujano *et al.* 1995), representando así un alimento potencial altamente disponible para el venado.

La calidad nutricional de las familias antes referidas, podría dar una aproximación del porqué algunas especies de tales categorías taxonómicas fueron seleccionadas por el venado en su dieta. Por ejemplo, se ha documentado que las leguminosas presentan niveles importantes de fósforo (0.12%) y calcio (1.28%) en su composición (Clemente 1984), son altas en proteínas y bajas en paredes celulares (Van Soest 1982). Por su parte, las convolvuláceas presentan en su composición más del 10% de proteína cruda y niveles importantes de fósforo (0.12%) (Clemente 1984). En el caso de Euphorbiaceae se carece de información a nivel de familia.

Se encontró también que el venado seleccionó en su dieta 178 especies vegetales pertenecientes a 30 familias, sin embargo sólo 8 especies de 6 familias fueron las más importantes. Un patrón de consumo similar se ha encontrado en otros estudios sobre la dieta de este herbívoro. Gallina *et al.* (1981) reportan 135 especies pertenecientes a 41 familias botánicas, sin embargo únicamente 7 especies de 5 familias constituyen el 50% de la dieta anual en un bosque templado de México. Por su parte, Martínez *et al.* (1997) reportan 38 especies consumidas por el venado en un matorral xerófilo de México, pero únicamente 3 representan más del 50% de la dieta. Al respecto, Freeland (1991) explica, que la mayoría de las dietas de los mamíferos herbívoros se componen de relativamente pocas especies de plantas, además que éstos consumen sólo un pequeño subconjunto de las especies de plantas potencialmente disponibles para ellos.

Particularmente, el género *Acalypha* (Euphorbiaceae) representó alrededor del 25% de la dieta entre julio y diciembre. Las especies de este género son arbustos que pierden sus

hojas durante la época seca, son muy abundantes y a nivel de biomasa constituyen una fracción muy importante del sotobosque, estableciéndose principalmente en el bosque tropical caducifolio (Mandujano *et al.* 1995). El género *Ipomoea* (Convolvulaceae) fue el más preferido por el venado durante todo el año. Este género es el más diversificado en el área de estudio (Lott 1985), sus especies son trepadoras de rápido crecimiento, florecen principalmente durante la época húmeda y de transición, aunque algunas especies como *Ipomoea ampullaceae* florecen durante la época seca y se establecen en sitios perturbados dentro del bosque o en áreas riparias abiertas (Chemás 1995). El aporte de biomasa de estas especies en el sotobosque no es alto (Mandujano *et al.* 1995), por lo que el venado debió buscar los parches dentro del bosque donde se establecen estas especies.

Así que examinando los factores que influyeron en la selección de tales recursos vegetales en la dieta del venado y tomando como base los trabajos de Silva-Villalobos (1996) y Silva-Villalobos *et al.* (1999) respecto al valor nutricional de la vegetación en Chamela, se tiene que en el análisis de un conjunto de especies vegetales consumidas por el venado se encontró que durante la época húmeda el valor nutricional de dichas especies fue mayor (mayor porcentaje de extracto libre de nitrógeno, proteína cruda y digestible y menor porcentaje de fibra cruda) en comparación con las especies del bosque tropical caducifolio y del bosque tropical subperennifolio no consumidas por el venado pero abundantes en el hábitat. Mientras que para la época seca encontró que en general el valor nutricional de la vegetación (especies consumidas, especies del bosque tropical caducifolio y del subperennifolio) disponible en el hábitat es bajo, situación que de acuerdo a los resultados del presente estudio el venado enfrenta con variaciones en la riqueza y diversidad de su dieta según se expone más adelante. Lo anterior aporta elementos para tratar de entender porqué el venado incluye determinadas especies vegetales en su dieta, sin embargo se requiere analizar el valor nutricional a nivel de especie e incluso de partes de las plantas consumidas por este herbívoro para comprender mejor los factores que influyen en la selección de las mismas.

2. Variaciones en la riqueza y diversidad de la dieta.

La riqueza y diversidad de la dieta seleccionada por el venado se incrementó de la época húmeda a la seca, cambiando además su composición florística. Esto podría ser considerado como una estrategia del venado para enfrentar la variación en la cantidad y calidad de los recursos vegetales disponibles en el hábitat. Se ha documentado que los venados son más selectivos en su dieta cuando la variabilidad y disponibilidad de los forrajes

CON
FALLA DE ORIGEN

no es muy limitada, consumiendo aquellos vegetales más nutritivos (Verme y Ulrrey 1974). De manera que la alta disponibilidad y calidad del alimento en el área de estudio durante la época húmeda, serían factores para explicar la menor diversidad registrada en la dieta durante esta época, al permitir al venado seleccionar el alimento de mayor calidad que cubra sus requerimientos nutricionales, como ha sido propuesto en otros trabajos (Church 1975, Gallina y Chargoy 1987).

Durante la época seca la diversidad de la dieta fue mayor, lo que podría atribuirse a la disminución en la disponibilidad y en el valor nutricional del alimento potencial (mayor porcentaje de fibra y polifenoles) (Silva-Villalobos 1996), por lo que el venado es menos selectivo incrementando la diversidad de su dieta para cubrir sus necesidades. Al respecto, los modelos de la teoría del forrajeo óptimo predicen que la amplitud de la dieta se incrementa conforme el alimento escasea (Stenseth y Hansson 1979, Owen-Smith y Novellie 1982), ya que al madurar las plantas se incrementan los niveles de fibra y compuestos secundarios (Freeland y Janzen 1974, Short *et al.* 1974, Milton 1979, Happe *et al.* 1990), lo que las hace menos palatables para los herbívoros (Westoby 1974, Hanley 1982). Gallina y Chargoy (1987) mencionan que la diversidad en la dieta permite a los venados obtener los nutrientes necesarios para cubrir sus requerimientos, de manera que el incremento de dicha diversidad en la dieta permitiría el sostenimiento de los animales en los periodos críticos. Asimismo, la diversificación de la dieta podría favorecer la acción de los mecanismos de desintoxicación presentes en los animales para eliminar o reducir los efectos de los diferentes compuestos secundarios presentes en las plantas, manteniendo las concentraciones de los mismos dentro de niveles aceptables (Freeland y Janzen 1974, Milton 1979, McCullough 1985).

Por lo tanto, la variación en la diversidad de la dieta a lo largo del año sugiere que, para la supervivencia del venado es más importante seleccionar de entre la riqueza específica del hábitat las especies más digeribles y de mayor calidad, que la abundancia de especies menos digeribles y de menor calidad. Este aspecto también ha sido sugerido por Weckerly (1994).

3. Importancia de las partes de las plantas consumidas y su variación estacional.

Las partes reproductivas (flores y frutos) fueron un recurso importante en la dieta del venado durante la época seca, lo cual ha sido observado en otros estudios. Por ejemplo, Granado (1989) reporta que los frutos constituyen el 49% de la dieta del venado durante la época seca en un bosque tropical de Venezuela. Por su parte, Branan *et al.* (1985) reportan

para un bosque lluvioso en Surinam, que el venado cola blanca consume hasta un 29% de flores, frutos y semillas. En otros tipos de hábitat se ha encontrado que el venado incrementa el consumo de frutos y flores en la estación de escasez (Ford *et al.* 1993, DiMare 1994, Johnson *et al.* 1995). En general, los frutos son ricos en carbohidratos no estructurales (Hladick *et al.* 1971), representando una fuente importante de energía (Milton 1979, Vangilder *et al.* 1982).

En el área de estudio, Mandujano y Gallina (1995b) encontraron que durante la época seca el venado puede satisfacer sus necesidades de agua y alimento utilizando el rocío, la humedad de algunas plantas y consumiendo varios frutos como: tunas (*Opuntia excelsa*), mohotes (*Brosimum alicastrum*), ficus (*Ficus spp.*) y ciruelos (*Spondias purpurea*). Los mismos autores estimaron que la producción de frutos de *Spondias purpurea* es de 15 kg/ha y que proveen en promedio 10 l/ha de agua. Otros datos disponibles respecto a la composición química de los frutos del género *Spondias* mencionan que éstos presentan un valor nutricional relativamente bajo (Leung y Flores 1961), contienen 87% de agua, 5% de azúcares y 0.2% de proteínas (Bora *et al.* 1991). De hecho, en el presente estudio se encontró que los frutos de *S. purpurea*, representaron el 13% de la dieta durante la época seca, resultando atractivos para los animales al estar disponibles cuando los requerimientos de agua del venado son máximos (5 a 12 l/ha) y la disponibilidad de este recurso en el ambiente es mínima. De manera que el incremento en el consumo de frutos, parece constituir otra alternativa del venado para satisfacer sus requerimientos energéticos y de agua durante el periodo crítico representado por la época seca en el área de estudio.

Asimismo, el alto porcentaje de partes reproductivas registrado en la dieta durante la época seca, debe estar relacionado con el pico de floración y fructificación que se observa en esta época en el área de estudio (Bullock y Solís-Magallanes 1990), con la baja disponibilidad y calidad de las partes vegetativas y la escasez de agua (Mandujano y Gallina 1995b). A diferencia de otros estudios en los que se ha encontrado que el venado consume altas proporciones de frutos durante el verano (Skinner y Telfer 1974), esto no se observó en el presente trabajo; no obstante que en dicho periodo ocurre otro pico de floración en el área (Bullock y Solís-Magallanes 1990). Al parecer, la alta riqueza y biomasa de especies y partes vegetativas en crecimiento durante la época húmeda, representa un recurso más fácilmente disponible y de mayor valor nutricional.

Por otra parte, las hojas fueron seleccionadas por el venado en mayor proporción en el período comprendido de julio a diciembre. El consumo de éstas debido a su alto valor nutricional también ha sido reportado en otros estudios (Harlow *et al.* 1975, Pearson y

Sternitzke 1976, Gallina *et al.* 1978, Nudds 1980, Blair y Brunnet 1980). Esta selección podría atribuirse a que las hojas jóvenes generalmente representan recursos con mayor calidad nutritiva y menor contenido de compuestos secundarios que las hojas maduras (Rockwood 1974, McKey 1974, Milton 1979), cuya calidad declina conforme envejecen (Janzen y Waterman 1984).

4. Características de los principales componentes de la dieta.

Las especies arbustivas fueron la forma de vida más importante en la dieta del venado a lo largo del año, lo cual coincide con lo reportado en otros estudios (Cook 1975, Halls 1984, Quintanilla *et al.* 1989, Moreno-Loo *et al.* 1990, Luévano *et al.* 1991, Ramírez 1992, Gallina 1993, Zermeño 1993). Sin embargo, en la época seca el porcentaje de especies arbóreas en la dieta se incrementó, hecho relacionado con la alta proporción de frutos de árboles consumidos por el venado en dicha época. El valor de las hojas de arbustos como suplemento proteico es ampliamente reconocido (Chalupa 1975); también Everitt y González (1981) mencionan que el contenido de proteína cruda en las especies arbustivas generalmente permanece elevado a lo largo del año. Las especies trepadoras constituyeron también una porción importante en la dieta del venado, las cuales pueden tener un alto contenido de nitrógeno (Castellanos *et al.* 1989). Sin embargo, se requiere mayor información respecto a la calidad nutricional de las plantas trepadoras, particularmente aquellas especies que contribuyeron en proporción importante a la dieta del venado (Convolvulaceae y Sapindaceae), para analizar con mayor detalle los factores que influyeron en su selección.

Las especies perennes caducifolias fueron las más importantes en la dieta a lo largo del año. Este aspecto coincide con lo reportado por Robbins *et al.* (1987) y Ford *et al.* (1994) quienes mencionan que los venados consumen preferentemente especies caducifolias arbóreas y arbustivas, por presentar características que las hacen más palatables para este herbívoro. Esta palatabilidad definida como la característica de las plantas que estimula la respuesta en la alimentación selectiva de los animales, ha sido relacionada con algunos constituyentes químicos de las plantas como niveles altos de proteínas, cenizas, calcio, fósforo, contenido de humedad y digestibilidad (Nagy y Haufler 1987).

Se ha documentado que las especies perennes perennifolias, registradas en la dieta en menor proporción, presentan menor contenido de nitrógeno, mayor contenido de fibra, principalmente lignina y mayor proporción de aleloquímicos inhibidores de la digestión como fenoles, taninos y algunos terpenoides que las especies anuales (Stanton 1975, Harborne 1977, Milton 1979, Mattson 1980, Coley 1983, Prudhomme 1983, Janzen y Waterman 1984,

Holbrook *et al.* 1995, Jaramillo y Sanford 1995), lo cual las hace menos atractivas para el venado. En contraste, aquellas plantas y partes de las mismas que son efímeras (anuales y/o caducifolias) tienen mayor contenido de nitrógeno y fósforo, así como menor porcentaje de fibra y lignina que las perennifolias (Mattson 1980, Holbrook *et al.* 1995, Jaramillo y Sanford 1995).

De manera que las especies arbustivas perennes caducifolias que constituyeron principalmente la dieta del venado, presentan una combinación interesante de características nutricionales. Lo que sugiere que la mezcla de especies vegetales que integran la dieta, permitirían a este herbívoro obtener el mejor balance de nutrientes.

5. Áreas de forrajeo.

Las especies del bosque tropical caducifolio fueron las más importantes en la dieta seleccionada por el venado a lo largo del año. Durante la época húmeda el venado prefirió especies arbustivas y bejuocos de hojas caducifolias que se establecen en el bosque tropical caducifolio, el cual ofrece mayor riqueza de especies, plantas con mayor contenido de proteína cruda y ELN (extracto libre de nitrógeno) y menor porcentaje de fibra cruda en comparación con el bosque tropical subperennifolio (Silva-Villalobos 1996). En la época húmeda las plantas están en fase de crecimiento, presentando mayor cantidad de compuestos nitrogenados, proteína cruda, fósforo, mayor digestibilidad y menor contenido de fibra y lignina (Short *et al.* 1974, Blair *et al.* 1977, Mattson 1980, Nagy y Haufler 1987). En consecuencia, durante este periodo la relación proteína/fibra, importante en la selección de plantas por los herbívoros (Milton 1979), es mayor en el bosque tropical caducifolio que en el bosque tropical subperennifolio. Así el bosque tropical caducifolio ofrece mayor cantidad y calidad de plantas para el venado; esto explica porque durante esta época consumió en mayor proporción especies establecidas principalmente en este tipo de vegetación.

Durante la estación seca el venado prefirió especies del bosque tropical caducifolio a pesar de su baja disponibilidad. En principio se esperaba que el venado utilizara preferentemente como área de forrajeo al bosque tropical subperennifolio, al presentar éste una mayor cantidad de biomasa y riqueza que el bosque tropical caducifolio, sin embargo no ocurrió así. En un estudio conducido en el área respecto al uso del hábitat, el venado mostró la tendencia a usar preferentemente el bosque tropical caducifolio (Sánchez-Rojas *et al.* 1997, Mandujano *et al.* 1995). Lo que podría explicarse debido al alto contenido de lignina en las paredes celulares y la baja calidad de las plantas del bosque tropical subperennifolio, que son factores que reducen la herbivoría (Van Soest 1982, Vangilder *et al.* 1982) e incrementan el

tiempo de búsqueda y disminuyen el consumo (Spalinger *et al.* 1988). Otros factores que permitirían entender la preferencia del venado por las especies vegetales del bosque tropical caducifolio, es que a pesar de su baja biomasa absoluta, la biomasa relativa de las especies consumidas por el venado, es mayor en el bosque tropical caducifolio que en bosque tropical subperennifolio (Mandujano y Gallina 1995b). Además el bosque tropical subperennifolio presenta menor número de especies caducifolias, mayor proporción de perennifolias, dominando las especies perennes y de ciclo de vida largo.

6. Estrategia de forrajeo.

De acuerdo con Hoppe (1977), las estrategias alimentarias de los rumiantes están asociadas con el peso corporal, por lo que especies más pequeñas son principalmente consumidores selectivos, las especies de talla mediana son consumidores mixtos, mientras que las especies más grandes son pacedoras. Varios autores han clasificado al venado cola blanca dentro del grupo de los rumiantes selectivos de concentrados debido a que presenta un pequeño volumen rumino-reticular respecto al peso del cuerpo, utilizando árboles y arbustos más eficientemente que los pastos (Short 1963, Vangilder *et al.* 1982, Van Soest 1982, Church 1993). Es decir, selecciona plantas ricas en contenidos celulares de rápida fermentación, fácilmente digeribles y nutritivos, pues no tolera una lenta digestión de fibra al presentar un rumen pequeño en relación al tamaño corporal y necesita compensar su menor capacidad rumino reticular con alimentos de alta calidad (Short 1963, Vangilder *et al.* 1982, Van Soest 1982, Henke *et al.* 1988, Church 1993). Por consiguiente, el venado aprovecha para su alimentación generalmente plantas y partes de las mismas como hojas jóvenes, ramas tiernas, retoños y plántulas, así como arbustos y especies arbóreas (Gallina 1993). Por su parte Korschgen *et al.* (1980), considerando las categorías de Hoppe (1977) como un continuum, clasifican al venado cola blanca como un consumidor mixto muy cercano a un selectivo de concentrados, al encontrar que los pastos comprenden solo una pequeña proporción de su dieta.

Por otra parte, si se considera que la calidad de las plantas implica además de los nutrientes, la presencia y concentración de sustancias de defensa, habría que analizar la manera en que los animales hacen frente a estas sustancias. Los herbívoros pueden rechazar una planta, ya sea porque ésta tenga una deficiencia nutricional importante o por la presencia de fitoquímicos no palatables que afecten su fisiología (Bryant *et al.* 1991). Los mamíferos herbívoros deben enfrentar una serie de variaciones, tanto en el contenido nutricional como en las defensas mecánicas y químicas de las plantas, para poder utilizarlas

como alimento. Estas variaciones pueden observarse tanto entre especies, etapas de crecimiento, plantas individuales y partes de las mismas, como una estrategia para evitar ser consumidas (Provenza y Balph 1990), lo que afecta de diferentes maneras a los animales que las ingieren (Freeland y Janzen 1974) que deberán desarrollar los mecanismos necesarios para manejar dichas sustancias.

Para enfrentar dichas defensas, los mamíferos herbívoros han desarrollado mecanismos de desintoxicación tales como un sistema de enzimas microsomales y una microflora diversa presente en el tracto digestivo, que pueden actuar conjuntamente y son capaces de manejar y/o degradar una amplia variedad de compuestos secundarios. Un mecanismo auxiliar que puede intervenir en este proceso es la ingestión de una mezcla de varios compuestos tóxicos que interactúan en el intestino transformándose en compuestos insolubles no tóxicos (Freeland y Janzen 1974). Esto explicaría como el venado enfrenta la combinación de compuestos inhibidores de la digestión (taninos) y aleloquímicos tóxicos (alcaloides), presentes en las especies perennes caducifolias incluidas en su dieta.

7. Limitaciones y recomendaciones.

Una de las limitaciones del presente trabajo se relaciona con la técnica utilizada para conocer la dieta del venado. El análisis microhistológico de heces fecales presenta algunos inconvenientes como la identificación de los fragmentos de plantas en las preparaciones microscópicas, la digestión diferencial entre especies, partes de las plantas y estados fenológicos de las mismas que influye en su aparición o no en las heces, así como la reducción en el tamaño de los fragmentos de plantas o la destrucción de los mismos durante el proceso de preparación de las laminillas (Fitzgerald y Waddington 1979, Gill *et al.* 1983). La combinación de estos factores pudo haber contribuido a subestimar la proporción de partes reproductivas de las plantas incluidas en la dieta, como los pétalos, y a que algunas especies como *Dicliptera resupinata* y *Elytraria imbricata* (Acanthaceae), que fueron registradas en forma relativamente abundante por observación directa, no fueran detectadas en el análisis microhistológico. Considerando las limitaciones antes mencionadas, en la realización del presente estudio se consideró conveniente combinar la técnica microhistológica con la observación directa del resultado del ramoneo sobre la vegetación, que permitiera ampliar las posibilidades de registro de especies en la dieta del venado.

No se cuenta con datos de la composición química a nivel de especie de cada una de las plantas que contribuyeron en mayor proporción a la dieta del venado. Así que para analizar los factores que influyeron en la selección del alimento se recurrió a aspectos

generales de la composición química de partes de las plantas, familias, formas de vida, ciclo de vida, duración de las hojas y tipo de vegetación, así como al análisis del valor nutricional de un conjunto de plantas consumidas por este herbívoro en el área de estudio realizado por Silva-Villalobos (1996). No obstante, el análisis de esas tendencias es importante ya que permite plantear nuevas preguntas, cuyas respuestas proporcionen más elementos respecto al manejo del hábitat en beneficio de la población de venados en el área de estudio y en consecuencia de los usuarios de este recurso.

Por lo que para analizar la dieta seleccionada por el venado y sus variaciones estacionales a un nivel más fino, se sugiere que en futuras investigaciones se realicen análisis químicos más específicos respecto al aporte nutricional y concentración de compuestos secundarios a nivel de especie y/o familia y partes de las plantas consumidas por el venado en mayor proporción.

Asimismo, sería muy interesante tratar de entender la composición de la dieta respecto a las estrategias de forrajeo del venado cola blanca derivadas de la teoría del forrajeo óptimo.

Finalmente, es importante evaluar el papel que representa el riesgo a la depredación en relación con la selección del alimento y sitios de forrajeo. Esto resulta particularmente importante ya que en el área de estudio se encuentran depredadores como el puma, el jaguar y el ocelote.

CONCLUSIONES

La dieta del venado a lo largo del año estuvo constituida por un gran número de especies vegetales de varias familias, sin embargo sólo 8 especies de 6 familias fueron las más importantes. Este patrón también ha sido observado en otros estudios.

La riqueza y diversidad de la dieta seleccionada por el venado se incrementó de la época húmeda a la seca, cambiando además su composición florística, lo que podría ser considerado como una estrategia del venado para enfrentar la variación en la cantidad y calidad de los recursos vegetales disponibles en el hábitat.

La alta disponibilidad y calidad del alimento en el área de estudio durante la época húmeda, permitiría al venado seleccionar el alimento de mayor calidad que cubra sus requerimientos nutricionales, lo que explicaría la menor diversidad registrada en la dieta durante esta época.

En contraste, durante la época seca en que la disponibilidad y valor nutricional de los recursos vegetales en el hábitat es menor, se registró un incremento en la riqueza y diversidad de especies en la dieta del venado. De manera que una mayor variedad en la dieta permitiría a los venados obtener la biomasa y los nutrientes necesarios para cubrir sus requerimientos y mantenerse en periodos críticos.

Asimismo, la diversificación de la dieta podría favorecer la actuación de los mecanismos de desintoxicación presentes en los animales, permitiéndoles eliminar y/o reducir los efectos de los diferentes compuestos secundarios presentes en las plantas incluidas en su dieta, manteniendo las concentraciones de los mismos dentro de niveles aceptables.

Por lo tanto, la variación en la diversidad de la dieta a lo largo del año sugiere que para la supervivencia del venado es más importante seleccionar de entre la riqueza específica del hábitat las especies más digeribles y de mayor calidad, que la abundancia de especies menos digeribles y de menor calidad.

El incremento en el consumo de frutos durante la época seca, parece constituir otra alternativa del venado para satisfacer sus requerimientos energéticos y de agua durante el periodo crítico. En el presente estudio destaca particularmente el incremento en el consumo de frutos de *Spondias purpurea* durante la época seca, los cuales representan una fuente importante de energía; especialmente para las hembras que se encuentran gestando y a finales de este periodo comienzan los nacimientos.

Las especies arbustivas fueron la forma de vida más importante en la dieta del venado a lo largo del año, dicha selección podría atribuirse al alto valor de las hojas de arbustos como suplemento proteico, el cual es ampliamente reconocido. Las especies trepadoras constituyeron también una porción importante en la dieta del venado, sin embargo no se cuenta con información respecto a la calidad nutricional de estas plantas particularmente aquellas especies que contribuyeron en proporción importante a la dieta, para analizar con mayor detalle los factores que pudieron influir en su selección.

Las especies perennes caducifolias fueron las más importantes en la dieta a lo largo del año, éstas presentan una combinación interesante en sus características nutricionales. Por una parte, las plantas perennes tienen un contenido de nitrógeno relativamente bajo en comparación con las especies anuales. Sin embargo, esta deficiencia podría compensarse con el alto contenido de nitrógeno y fósforo y menor contenido de fibra y lignina presente en las especies caducifolias que el venado consume. Lo anterior sugiere que la mezcla de especies vegetales que integran la dieta, permitirían a este herbívoro obtener el mejor balance de nutrientes. Además, las plantas perennes caducifolias combinan la presencia de compuestos inhibidores de la digestión y aleloquímicos tóxicos, sustancias que el venado debe enfrentar mediante algún mecanismo de desintoxicación.

Durante todo el año la dieta estuvo constituida en mayor proporción por especies arbustivas perennes caducifolias que se establecen principalmente en el bosque tropical caducifolio, lo que podría atribuirse entre otros factores a la composición botánica del este tipo de vegetación y a sus características nutricionales.

En la época húmeda, el venado seleccionó en mayor proporción especies del bosque tropical caducifolio, lo que puede atribuirse a que en dicho periodo este tipo de vegetación ofrece mayor riqueza de especies, de biomasa relativa de las especies consumidas por el venado, y plantas con mayor valor nutricional (alto porcentaje de proteína cruda, extracto libre de nitrógeno y menor porcentaje de fibra cruda) en comparación con el bosque tropical subperennifolio. Asimismo, en este periodo las plantas están en fase de crecimiento presentando mayor cantidad de compuestos nitrogenados, mayor digestibilidad y menor contenido de fibra, y en consecuencia una alta relación proteína/fibra.

Incluso en la época seca el venado consumió preferentemente especies del bosque caducifolio a pesar de su baja disponibilidad, lo que podría atribuirse a diversos factores tales como: el elevado contenido de lignina en las paredes celulares y el bajo valor nutricional de las plantas del bosque tropical subperennifolio; que a pesar de su baja biomasa absoluta, la biomasa relativa de las especies consumidas por el venado, es mayor en el bosque

caducifolio que en el bosque subperennifolio; además que éste último presenta menor número de especies caducifolias, mayor proporción de perennifolias, dominando las especies perennes y de ciclo de vida largo.

Al parecer, las especies seleccionadas en la dieta y la variación en la composición botánica de la misma a lo largo del año permiten al venado cubrir sus requerimientos nutricionales en las diferentes etapas de su ciclo de vida en este hábitat tropical. Sin embargo, es necesario analizar la composición química a nivel de especie de las plantas que contribuyeron en mayor proporción a la dieta del venado, para entender mejor los factores que influyeron en la selección de las mismas.

El conocimiento de los hábitos alimentarios del venado es un aspecto de suma importancia, si se considera que la dinámica poblacional y el uso del hábitat están relacionados estrechamente tanto con el suministro de alimento como con la influencia de los factores nutricionales en la reproducción, crecimiento y mantenimiento de las poblaciones.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo contribuyen a complementar los estudios realizados en el área de estudio desde 1989, en los que se ha encontrado que la población de venado residente en el bosque tropical de Chamela, ha desarrollado una serie de estrategias para enfrentar la notable variación estacional y espacial en la disponibilidad de recursos en el hábitat. Finalmente, el análisis conjunto de las aportaciones obtenidas en las investigaciones conducidas en el área de estudio respecto a la ecología del venado cola blanca, permitirán comprender mejor las estrategias de este ungulado para sobrevivir y desarrollarse en este hábitat tropical de marcados contrastes estacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- AIDE, M. 1992. Dry season leaf production: an escape from herbivory. *Biotropica* 24: 532-537.
- ALLISON, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *J. Range Manage.* 38:305-311.
- ANTHONY, R. G. y N. S. SMITH. 1974. Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets. *J. Wildl. Manage.* 38:535-540.
- BARRANCO-LEÓN, M. N. 2000. Efecto de la densidad y la distanciad en la sobrevivencia de las plántulas de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue. 46 pp.
- BATZLI, G. O. 1994. Special feature: mammal-plant interactions. *J. Mammal.* 75:813-815.
- BEGON, M., J. L. HARPER y C. R. TOWNSEND. 1988. Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades. Primera edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
- BLAIR, R. M., H. L. SHORT y E. A. EPPS. 1977. Seasonal nutrient yield and digestibility of deer forage from a young pine plantation. *J. Wildl. Manage.* 41:667-676.
- BLAIR, R. M. y L. E. BRUNET. 1980. Seasonal browse selection by deer in a Southern pine-hard-wood habitat. *J. Wildl. Manage.* 44:79-88.
- BLANCO, E. S. 1972. Preferencia de zacates nativos e introducidos por bovinos en pastoreo. Boletín Pastizales REIC-INIP-SARH. México. Vol. III-2
- BORA, P. S., N. NARAIN. H. J. HOLSCHUH y M. A. da S. VASCONCELOS. 1991. Changes in physical and chemical composition during maturation of yellow mombin (*Spondias mombin*) fruits. *Food Chem.* 41: 341-348.
- BRANAN, W. V., M. C. WERKHOVEN Y R. L. MARCHINTON. 1985. Foods habits on brocket deer and white-tailed deer in Surinam. *J. Wildl. Manage.* 49:972-976.
- BRYANT, J. P., F. D. PROVENZA, J. PASTOR, P. B. REICHARDT, T. P. CLAUSEN y J. D. DU TOIT. 1991. Interaction between woody plants and browsing mammals mediated by secondary metabolites. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 22: 431-446.
- BULLOCK, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico. *Arch. Meteorol. Geoph. Bioclimat.* 36: 297-316.
- BULLOCK, S. H. y J. A. SOLIS-MAGALLANES. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22:22-35.

- BYERS, C. R. y R. K. STEINHORST. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *J. Wildl. Manage.* 48:1050-1053.
- CASTELLANOS, A. E., H. A. MOONEY, S. H. BULLOCK, C. JONES y R. ROBICHAUX. 1989. Leaf, stem, and metamer characteristics of vines in a tropical deciduous forest in Jalisco, México. *Biotropica* 21:41-49.
- CEBALLOS, G. y A. MIRANDA. 1986. Los mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.
- CLEMENTE, F. S. 1984. Utilización de la vegetación nativa en la alimentación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el estado de Aguascalientes. Tesis Maestría. Colegio de Posgraduados, Chapingo. México. 87 pp.
- COLEY, P. D. 1983. Intraspecific variation in herbivory on two tropical tree species. *Ecology* 64:420-433
- COOK, L. R. 1975. Learn about white-tailed deer Texas Parks and Wildlife Department Magazine. U.S.A.
- CHALUPA, W. 1975. Rumen bypass and protection of proteins and aminoacids. *J. Dairy Sci.* 58:1198
- CHEMÁS, A. 1995. Biología floral y polinización de doce especies de *Ipomoea* (Convolvulaceae) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- CHURCH, D. C. 1975. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 1 Digestive physiology. Second edition. O & B Books. Corvallis, Oregon.
- CHURCH, D. C. 1993. El Rumiante: fisiología digestiva y nutrición. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- DIETRICH, U. 1989. Notas sobre la preferencia alimenticia del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) para 10 especies arbustivas bajo condiciones controladas. Memorias III Simposio sobre venados en México. UANL y UNAM. Linares, Nuevo León. México. 58-64.
- DIMARE, M. I. 1994. Hábitos alimentarios del venado cola blanca en la Isla San Lucas, Puntarenas Costa Rica. Pp. 73-90 *In*: Ch. Vaughan y M. A. Rodríguez (eds.) *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Heredia, Costa Rica.
- EINSENBERG, J. F. 1989. Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics. Vol. I. The University of Chicago Press. Chicago. U.S.A.

- EMMONS, H. L. 1990. Neotropical rainforest mammals. The University of Chicago Press. Chicago, USA.
- EVERITT, J. H. y C. L. GONZALEZ. 1981. Seasonal nutrient content in food plants of white-tailed deer on the South Texas Plains. *J. Range. Manage.* 34:506-510.
- FITZGERALD, A. E. y D. C. WADDINGTON. 1979. Comparison of two methods of fecal analysis of herbivore diet. *J. Wildl. Manage.* 43:468-473.
- FORD, W. M., A. S. JOHNSON y P. E. HALE. 1993. Yellow-poplar flowers in the spring diet of white-tailed deer in the Southern Appalachians. *J. Tenn. Acad. Scien.* 68:56.
- FORD, W. M., A. S. JOHNSON y P. E. HALE. 1994. Nutritional quality of deer browse in southern Apalachian clearcuts and mature forest. *Forest Ecol. Manage.* 67:149-157.
- FOROUGHBAKHCH, R. y L. A. HOUAD. 1989. Valor nutritivo de algunas especies del matorral como fuente alimenticia del venado cola blanca en el Noreste de México. *Memorias III Simposio sobre venados en México. UANL y UNAM. Linares, Nuevo León. México.* 65-74.
- FREELAND, W. J. y D. H. JANZEN. 1974. Strategies in herbivory by mammals: the role of plant secondary compounds. *Am. Nat.* 108:269-289.
- FREELAND, W. J. 1991. Plant secondary metabolites: biochemical coevolution with herbivores. Pp. 61-81 *In: R. T. Palo and C. T. Robbins (eds.) Plant defenses against mammalian herbivory.* CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, U.S.A.
- GALLINA, S. y C. CHARGOY. 1987. Calidad forrajera y capacidad de carga de la vegetación nativa de la reserva de la biósfera "La Michilia" para venados y bovinos (Reporte Técnico). México, D.F.
- GALLINA, S., E. MAURY y V. SERRANO. 1978. Hábitos alimenticios del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Rafinesque) en la reserva La Michilia, estado de Durango. Pp 47-108 *In: G. Halffter (ed.) Reservas de la biósfera en el estado de Durango.* Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- GALLINA, S., E. MAURY y V. SERRANO. 1981. Foods habits of white-tailed deer. Pp. 135-148 *In: P.F. Ffolliott y S. Gallina (eds.) Deer biology, habitat requeriments and management in Western North America.* Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- GALLINA, S. 1993. White-tailed deer and cattle diets at La Michilia, Durango, Mexico. *J. Range. Manage.* 46:487-492.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.

- GAVIÑO, T. G., C. JUAREZ y H. FIGUEROA. 1982. Técnicas biológicas selectas de investigación y de campo. LIMUSA. México.
- GILL, R. B., L. H. CARPENTER, R. M. BARTMANN, D. L. BAKER y G. G. SHOONVELD. 1983. Fecal analysis to estimate mule deer diets. A review. *J. Wildl. Manage.* 47:902-915.
- GRANADO, A. 1989. Dieta del venado camerudo (*Odocoileus virginianus gymnotis*) en El Socorro, estado Guarico. Tesis Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- GONZALEZ-SALDIVAR, F., A. MARTINEZ y J. VALDS. 1994. Comparación de la composición de la dieta del ganado bovino y del venado cola blanca miquiahuanensis (*Odocoileus virginianus miquiahuanensis*) mediante la técnica de observación directa. Memorias IV Simposio sobre Venados en México. UNAM. México. 53-62.
- GRUBB, P. 1993. Orden Artiodactyla. Pp. 377-414. In: D.E. Wilson y D.A.M. Reeder (eds.) Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference. Second edition. Smithsonian Institution Press. Washington and London in assoc. American Soc. Mammalogists.
- HALL, E. R. 1981. The Mammals of North America. Willey Interscience. Public. New York, U.S.A. Vol. 2.
- HALLS, L. K. 1984. White-tailed Deer Ecology and Management. Stackpole Books. Harrisburg, P.A.
- HANLEY, T. A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *J. Range. Manage.* 35:146-151.
- HAPPE, P. J., K. J. JENKINS, E. E. STARKEY y S. H. SHARROW. 1990. Nutritional quality and tannin astringency of browse in clear-cuts and old-growth forest. *J. Wildl. Manage.* 54:557-566.
- HARBORNE, J. B. 1977. Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press. New York, U.S.A.
- HARLOW, R. F., J. B. WHELAND, H. S. CRAWFORD y J. E. SKEEN. 1975. Deer foods during years of oak mast abundance and scarcity. *J. Wildl. Manage.* 39:330-336.
- HENKE, S. E., S. DEMARAIS y J. A. PFISTER. 1988. Digestive capacity and diets of white-tailed deer and exotic ruminants. *J. Wildl. Manage.* 52:595-598.
- HERNANDEZ, M. A., G. QUIÑÓNEZ Y J. M. DÍAZ. 1974. Estudio de la fauna silvestre en el área de Chunchucmil, Yucatán. Bosques y Fauna. Serv. Forest. Mex. S.A.G. 11:35-45.

- HIRTH, D. H. 1977. Social behavior of white-tailed deer in relation to habitat. *Wildl. Monogr.* 53:1-55.
- HLADICK, C. M., A. HLADICK, J. BOUSSET, P. VALDEBOUZE, G. VIROBEN y J. DELORT-LAVAL. 1971. Le regime alimentaire des primates de l'île de Barro Colorado (Panama). *Folia Primatol.* 16:85-122.
- HOBBS, N. T. 1982. Confidence intervals on food preference indices. *J. Wildl. Manage.* 46:505-507.
- HOLBROOK, N. M., J. L. WHITEBECK y H. A. MOONEY. 1995. Drought responses of neotropical dry forest trees. Pp. 243-276 *in*: Bullock, S. H., A. Mooney y E. Medina (eds.). *Seasonally dry tropical forest.* Cambridge University Press. New York, U.S.A.
- HOLECHECK, J. L., M. VAVRA y R. D. PIEPER. 1982. Botanical composition determination of range herbivores diets: a review. *J. Range. Manage.* 35:309-315.
- HOPPE, P. P. 1977. Rumen fermentation and body weight in African ruminants. *Internat. Cong. Game Biol. Atlanta.* 13:141-150.
- JANZEN, D. H. y P. G. WATERMAN. 1984. A seasonal census of phenolics, fibre and alkaloids in foliage of forests trees in Costa Rica: some factors influencing their distribution and relation to host selection by Sphingidae and Saturniidae. *Biol. J. Linn. Soc.* 21:439-454.
- JARAMILLO, V. J. y R. L. SANFORD. 1995. Nutrient cycling in tropical deciduous forest. Pp. 346-361 *in*: Bullock, S. H., A. Mooney y E. Medina (eds.). *Seasonally dry tropical forest.* Cambridge University Press. New York, U.S.A.
- JOHNSON, A. S., P. E. HALE, W. M. FORD, J. M. WENTWORTH, J. R. FRENCH, O. F. ANDERSON y G. B. PULLEN. 1995. White-tailed deer foraging in relation to successional stage, overstory type and management of southern Appalachian forests. *Am. Midl. Nat.* 133:18-35.
- KORSCHGEN, L. J. 1980. Procedimientos para el análisis de los hábitos alimentarios. Pp. 119-134 *in*: D. Sanford (ed.) *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre.* World Wildlife Found. Cuarta edición.
- LEOPOLD, S. A. 1965. Fauna silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.
- LEUNG, W. T. W. y M. FLORES. 1961. Food composition tables for use in Latin America. Nutrition Institute of Central America and Panama, and National Institute of Health, Washington. D.C. U.S.A.

- LITVAITIS, J. A., K. TITUS Y E. M. ANDERSON. 1994. Measuring vertebrate use of terrestrial habitats and foods. Pp. 254-274 *In*: T. A. Bookhout (ed.) Research and management techniques for wildlife and habitats. The Wildlife Society. Fifth edition. Bethesda, Maryland, U.S.A.
- LOTT, E. J. 1985. Listados florísticos de México III. La estación de Biología Chamela, Jalisco. UNAM. México.
- LOTT, E. J., S. H. BULLOCK y J. A. SOLIS-MAGALLANES. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests in Coastal Jalisco. *Biotropica* 19:228-235.
- LUDWIG, J. A. y J. F. REYNOLDS. 1988. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons. New York, N.Y.
- LUEVANO, E. J., E. MELLINK, E. GARCIA-MOYA y J. R. AGUIRRE. 1991. Dietas veraniegas del venado cola blanca, jabalí de collar, cabra y caballo en la Sierra de La Mojonera, Vanegas, S.L.P. *Agrociencia. Serie Recursos Naturales Renovables*. 105-122.
- MAIN, M. B., F. W. WECKERLY y V. C. BLEICH. 1996. Sexual segregation in ungulates: new directions for research. *J. Mammal.* 77:449-461.
- MAIORANA, V. C. 1978. What kinds of plants do herbivores really prefer? *Am. Nat.* 112:631-635.
- MANDUJANO, S. 1992. Estimaciones de la densidad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 75 pp.
- MANDUJANO, S. 1999. Ecología del venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 142 pp.
- MANDUJANO, S. y S. GALLINA. 1993. Densidad del venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zool. Mex. (nueva serie)* 56:1-37.
- MANDUJANO, S. y S. GALLINA. 1995a. Comparison of deer censusing methods in a tropical dry forest. *Wildl. Soc. Bull.* 23:180-186.
- MANDUJANO, S. y S. GALLINA. 1995b. Disponibilidad del recurso agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. *Vida Silvestre Neotropical* 4:107-108.
- MANDUJANO, S. y S. GALLINA. 1996. Size and composition of white-tailed deer group in a tropical dry forest in Mexico. *Ethol., Ecol. & Evol.* 8: 255-263.

- MANDUJANO, S., S. GALLINA y S. H. BULLOCK. 1994. Frugivory and dispersal of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) in a tropical dry forest of Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 42:105-112.
- MANDUJANO, S., G. ARCEO, S. GALLINA y A. PEREZ-JIMENEZ. 1995. Heterogeneidad del sotobosque en el hábitat del venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Memorias XIII Simposio sobre fauna silvestre.* UNAM. Colima, Col. 201-210.
- MANDUJANO, S. y G. HERNANDEZ. 1986. Especies vegetales en la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y su disponibilidad durante la época seca, en el Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones. *Memorias IV Simposio sobre fauna silvestre, Fac. Med. Vet. y Zoot., UNAM. México.* 59-70
- MANDUJANO, S. y L. E. MARTINEZ-ROMERO. 1997. Fruit fall causes 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 V. RICO-GRAY. 1991. Hunting, use and knowledge of the biology of the white-tailed deer, *Odocoileus virginianus* (Hays), by the maya of central Yucatan, Mexico. *J. Ethnobiol.* 11:175-183.
- MARK, A. y K. PEARSON. 1982. Esophageal, fecal and exlosure estimates of cattles diets on a longleaf pine-bluestem range. *J. Range. Manage.* 34:232.
- MARTINEZ-YRIZAR, A., J. SARUKHAN, A. PEREZ-JIMENEZ, E. RINCON, J. M. MASS, A. SOLIS-MAGALLANES y L. CERVANTES. 1992. Above-ground phytomass of a tropical deciduous forest on the coast of Jalisco, Mexico. *J. Trop. Ecol.* 8:87-96.
- MARTINEZ-IRIZAR, A., J. M. MASS, A. PEREZ-JIMENEZ y J. SARUKHAN. 1996. Net primary productivity of a tropical deciduous forest on western Mexico. *J. Trop. Ecol.* 12:169-175.
- MARTIN, S. G. 1970. Relating vegetation measurements to forage consumption by animals. *Range and wildlife habitat evaluation: a research symposium.* U.S. Dept. Agric. Misc. Publ. 1147. 93-100.
- MARTINEZ, A., V. MOLINA, F. GONZALEZ, J. S. MARROQUIN y J. NAVAR. 1997. Observations of white-tailed deer and cattle diets in Mexico. *J. Range. Manage.* 50:253-257.
- MATTEUCI, D. y A. COLMA. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación.* O.E.A. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. U.S.A.

- MATTSON, W. J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11:119-161.
- McCULLOUGH, D.R. 1985. Chemical composition and gross energy of deer forage plants on George Reserve, Michigan. Research Report. Natural Resources Technical Information. 465:3-19.
- McKEY, D. 1974. Adaptive patterns in alkaloid physiology. *Am. Nat.* 108:305-320.
- McNAUGHTON, S. J. 1983. Compensatory plant growth as a response to herbivore. *Oikos.* 40:329-336.
- McNAUGHTON, S. J. 1986. On plants and herbivores. *Am. Nat.* 128:765-770.
- MEDIN, D. E. 1970. Stomach contents analyses: collections from wild herbivores and birds. Range and wildlife habitat evaluation. A research symposium. U.S. Department of Agriculture/Forest/Service. Miscellaneous Publication 1147: 133-144.
- MIDDLETON, B. A. Y E. SANCHEZ-ROJAS. 1994. Microhistological analysis of the food habits of herbivores in the tropics. *Vida Silvestre Neotropical* 3:41-47.
- MILTON, K. 1979. Factors influencing leaf choice by howler monkeys: a test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. *Am. Nat.* 114:362-278.
- MOLINA, V. M. 1994. Composición botánica de la dieta alimenticia del ganado bovino y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*). Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- MORALES, M. A. 1985. Análisis cuantitativo de las dietas de ganado vacuno y venado cola blanca en La Michilía, Durango. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 102 pp.
- MORENO-LOO, J. C., J. MURCIA y J. G. VILLARREAL. 1990. Análisis de la dieta invernal del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el noreste de México, obtenida a través del contenido estomacal. *Memorias VIII Simposio sobre Fauna Silvestre.* México, D.F. 122-133.
- MURCIA, V. J. 1989. Variación estacional de la composición botánica de la dieta y algunos aspectos sobre el manejo del venado bura (*Odocoileus hemionus crooki*), en el bosque escuela de la UANL., Sta. Rosa Municipio de Iturbide, N.L. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 62 pp.
- MURPHY, P. G. y A. E. LUGO. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17:67-88.

- NAGY J. G. y J. B. HAUFLE. 1987. Nutrición de los animales silvestres. P.p. 135-149 *In*: T. R. Rodríguez (ed.) Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. World Wildlife Fund. Cuarta edición.
- NEU, C. W., C. R. BYERS y J. M. PEEK. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *J. Wildl. Manage.* 38:541-545.
- NUDDS, T. D. 1980. Forage "preference" theoretical considerations of diet selection by deer. *J. Wild. Manage.* 44:735-740.
- OWEN-SMITH, N. y P. NOVELLIE. 1982. What should a clever ungulate eat?. *Am. Nat.* 119:151-178.
- PAIGE, K. H. y T. G. WHITHAM. 1986. Overcompensation in response to mammalian herbivory the advantage of being eaten. *Am. Nat.* 129:407-416.
- PEARSON, H. A. y H. S. STERNITZKE. 1976. Deer browse inventories in the Louisiana coastal plain. *J. Wildl. Manage.* 40:326-329.
- PEÑA, J. M. y R. HABIB. 1980. La técnica microhistológica: un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. Serie Técnico-Científica. Departamento de manejo de pastizales. INIP-SARH. México.
- PEÑA, J. M. 1981. Métodos para determinar la composición botánica de la dieta del ganado doméstico y fauna silvestre. Técnica Pecuaria en México. INIP-SARH. 40:52-60.
- PROVENZA, F. D. y D. F. BALPH. 1990. Aplicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter Pp. 423-459 *In*: R. N. Hughes (ed.) Behavioral Mechanisms of Food Selection Vol. 20 Series G: Ecological Science. Heidelberg: Springer-Verlag.
- PRUDHOMME, T. I. 1983. Carbon allocation to antiherbivore compounds in a deciduous and evergreen subarctic shrub species. *Oikos* 40: 344-356.
- PUTMAN, R. 1989. The natural history of deer. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York. USA.
- QUINTANILLA, J. B., R. G. RAMIREZ y J. G. VILLAREAL. 1988. Determinación de la composición botánica de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en los agostaderos del norte de Nuevo León. Memorias II Simposio sobre venados en México. Fac. Med. Vet. y Zoot. UNAM. México, D.F. 50-61.

- QUINTANILLA, J. B., J. REYNA, R. G. RAMIREZ-LOZANO y J. ARANDA. 1989. Determinación de la composición botánica de la dieta seleccionada por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el municipio de Anáhuac, N.L. Memorias III Simposio sobre el venado en México, UANL. y UNAM. Linares, N.L. México. 41-45.
- RAMIREZ, L. R. G. 1992. Ecología de la dieta y nutrición del venado cola blanca en el Noreste de México. Memorias de la IV Reunión de Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 30-35.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., A. CASTRO-CAMPILLO, J. ARROYO-CABRALES y F. A. CERVANTES. 1996. Lista Taxonómica de los Mamíferos Terrestres de México. Occasional Papers No. 158. The Museum of Texas Tech University. Lubbock, TX. U.S.A. 62 pp.
- ROBBINS, C. T., T. A. HANLEY, A. E. HAGERMAN, O. HJELJORD, D. L. BAKER, C. C. SCHWARTZ y W. W. MAUTZ. 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. *Ecology* 68:98-107.
- ROCKWOOD, L. L. 1974. Seasonal changes in the susceptibility of *Crescentia slata* leaves to the flea beetle *Oedynychus sp.* *Ecology* 55:142-148.
- SANCHEZ-ROJAS, G. 1995. Ámbito hogareño, desplazamientos y uso de hábitat del venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- SANCHEZ-ROJAS, G., S. GALLINA y S. MANDUJANO. 1997. Áreas de actividad y uso del hábitat de dos venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de la costa de Jalisco, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 72:39-54.
- SHORT, H. L. 1963. Rumen fermentations and energy relationships in white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 27:184-195.
- SHORT, H. L., R. M. BLAIR y C. A. SEGELQUIST. 1974. Fiber composition and forage digestibility by small ruminant. *J. Wildl. Manage.* 38:197-209.
- SILVA-VILLALOBOS, G. 1996. Valor nutricional de la vegetación en el hábitat del venado cola blanca en el bosque tropical de Chamela, Jalisco. Tesis Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 47 pp.
- SILVA-VILLALOBOS, G., S. MANDUJANO, S. GALLINA, G. ARCEO y A. PÉREZ-JIMÉNEZ. 1999. Nutritional characteristics of plants consumed by the white-tailed deer in a tropical forest of Mexico. *Vida Silvestre Neotropical* 8:38-42.

- SKINNER, W. R. y E. S. TELFER. 1974. Spring, summer and fall foods of deer in New Brunswick. *J. Wildl. Manage.* 38:210-214.
- SOKAL, R. R. y F.J. ROHLF. 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica.* H. Blume Ediciones. España.
- SOLIS-MAGALLANES, J. A. 1980. *Leguminosas de Chamela, Jal.* Tesis de Licenciatura. UNAM. México, D.F. 188 pp.
- SPALINGER, D. E., T. A. HANLEY y C. T. ROBBINS. 1988. Analysis of the functional response in foraging in the sitka black-tailed deer. *Ecology* 69:1166-1175.
- SPARKS, D. R. y J. C. MALECHECK. 1968. Estimating percentage dry-weight in diets using a microscope technique. *J. Range. Manage.* 21:264-265.
- STANTON, N. 1975. Herbivore pressure on two types of tropical forest. *Biotropica* 7:8-11.
- STENSETH, N. CH. Y L. HANSSON. 1979. Optimal food selection: a graphic model. *Am. Nat.* 113: 373-389.
- STEWART, D. R. M. y J. STEWART. 1971. Comparative food preferences of five east african ungulates at different seasons. Pp. 351-366 *In:* E. Duffey & A. S. Watt (eds.) *The Scientific Management of animal and plant communities for conservation.* 11th. Symp. Bp. Ecol. Soc. Blackwell. Scient.
- TREVIÑO, A. 1989. Valor nutritivo y digestibilidad in vitro de la dieta seleccionada por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el norte del Estado de Nuevo León. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía, Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León. 72 pp.
- THEURER, G. B., A. C. LESPERANCE y J. D. WALLACE. 1976. Botanical composition of the diet of livestock grazing native ranges. *Arizona Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 233.
- VANGILDER, L. D., O. TORGERSON y W. R. PORATH. 1982. Factors influencing diet selection by white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 46:711-718.
- VAN SOEST, P. J. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant.* O & B Books Inc. Corvallis, Oregon. U.S.A.
- VERME, L. J. y D. E. ULLREY. 1974. Alimentación y nutrición de los ciervos. Pp. 275-291 *In:* D. C. Church (ed.) *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes.* Vol. 3. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- VILLARREAL, G. J. 1986. Manejo del venado cola blanca con fines de aprovechamiento cinegético en el noreste de México. *Revista DUMAC* 8(6):9-15.

- WALLMO, O. C., W. L. REGELIN y D. W. REIGHERT. 1972. Forage use by mule deer. *J. Wildl. Manage.* 36:1025-1033.
- WECKERLY, F. W. 1994. Selective feeding by black-tailed deer: forage quality or abundance?. *J. Mammal.* 75:905-913.
- WESTOBY, M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. *Am. Nat.* 108:290-304.
- WESTOBY, M. 1978. What are the biological bases of varied diets?. *Am. Nat.* 112:627-631.
- ZAMBRANO, A. 1994. Determinación de la composición botánica de la dieta alimenticia del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en una comunidad de pino-encino en el norte de Coahuila. *Memorias IV Simposio sobre Venados en México. UNAM. Nuevo Laredo, Tamps. México.* 111-113.
- ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical analysis.* Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey, U.S.A.
- ZERMEÑO, C. E. 1993. Aspectos de la ecología trófica del venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) en el Rancho San José Anáhuac, N. L. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. 63 pp.