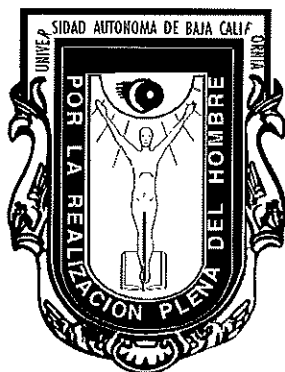


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS



HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL VENADO BURA (*Odocoileus hemionus*  
Rafinesque, 1817) EN SAN PEDRO MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Grado de Maestro en Ciencias

Presenta:

EVA HAYDEÉ SALMÓN PERALTA

ENSENADA, B. C.

AGOSTO DE 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL VENADO BURA (*Odocoileus hemionus*  
Rafinesque, 1817) EN SAN PEDRO MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

TESIS PROFESIONAL

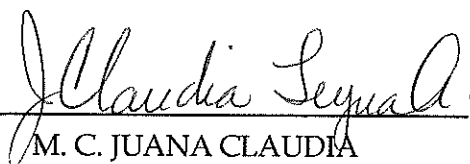
Que presenta

EVA HAYDEÉ SALMÓN PERALTA

Aprobado por:



DR. ROBERTO MARTÍNEZ GALLARDO  
Presidente del Jurado



M. C. JUANA CLAUDIA  
LEYVA AGUILERA  
Sinodal



M. C. BERNARDINO RICARDO  
EATON GONZÁLEZ  
Sinodal

*Con todo mi amor a*

*Ricardo y a la pequeña Haydée*

## **Agradecimientos**

A toda mi familia por cuidarme y apoyarme. Nunca olviden que son lo más importante para mí y que los quiero muchísimo.

A mi Cordero, gracias por acompañarme a las salidas de campo, por presionarme a terminar este trabajo a tiempo y por ser tan lindo conmigo y la bebé.

A Cindy, la mejor amiga que existe en el mundo y de la cual he aprendido mucho.

A la Dra. Nahara Ayala Sánchez por estar siempre conmigo y otorgarme su apoyo incondicional y sus valiosos consejos.

A mis compañeras de maestría Mariella y Zaira, por haber compartido buenos y malos momentos.

A Darío, Ramiro, Ricardo, Roberto, Sonia, Liz, Marta y Carolina por su gran ayuda en las salidas de campo.

Al Dr. Roberto Martínez Gallardo por su amistad y por el apoyo que me ha brindado desde que me aceptó como tesista, hace mucho tiempo atrás.

A la M. C. Claudia Leyva Aguilera por la revisión y sugerencias hechas al presente documento, así como por su amistad.

A Iván Peraza por ayudarme a terminar el catálogo fotográfico.

A Ricardo González y Hansy Sánchez por ayudarme en la identificación de las especies.

Al U. S. Fish and Wildlife Service (USFWS-SEMARNAP: 1448-98210-99-G339) por otorgarme una beca durante el primer año de estudios.



A la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Baja California, por el apoyo económico brindado al proyecto "Evaluación del hábitat y determinación de la dieta del venado bura (*Odocoileus hemionus*) en la Sierra San Pedro Mártir" (Programa), dirigido por el Dr. Roberto Martínez Gallardo.

Al Sistema de Investigación del Mar de Cortés por apoyar este trabajo, mediante el convenio 990106003 para la realización del proyecto "Plan de manejo para el venado bura (*Odocoileus hemionus*) en la Sierra de San Pedro Mártir, Ejido El Bramadero".

## Resumen

Se analizó el contenido de 30 heces fecales de venado bura con la técnica microhistológica, con el objetivo de determinar los hábitos alimentarios de la especie en seis localidades de la Sierra San Pedro Mártir durante la temporada de primavera, así como los factores que explican de manera significativa los hábitos alimentarios. Para analizar los resultados, se utilizó un modelo lineal generalizado asociado a un error de tipo Poisson y ligado a una función logarítmica. El venado consumió 40 especies de plantas, de las cuales las especies más importantes fueron *Allium sp.*, *Fraxinus trifoliata*, *Quercus turbinella* y *Forestiera mexicana*. La forma biológica significativamente más consumida ( $p < 0.05$ ) fue la arbustiva, seguida de hierba perenne y hierba anual, árbol, acaulescente y caulescente. Los factores que explican de manera significativa los hábitos alimentarios del venado bura son la especie y la forma biológica. Debido a que el venado bura consumió una gran diversidad de especies, se considera una especie generalista, por lo que la alimentación de esta especie no se puede restringir a una o dos especies o formas biológicas, sino que más bien debe ser manejada con base en la variedad de especies más consumidas y en las diferentes formas biológicas.

## Índice

### Índice de figuras

### Índice de cuadros

|        |                                                                                               |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Introducción                                                                                  | 1  |
| 2.     | Antecedentes                                                                                  | 3  |
| 2.1.   | <i>Descripción y taxonomía del venado bura</i>                                                | 3  |
| 2.2.   | <i>Aparato digestivo del venado bura</i>                                                      | 5  |
| 2.3.   | <i>Biología del venado bura</i>                                                               | 6  |
| 2.4.   | <i>Métodos utilizados para el estudio de hábitos alimentarios</i>                             | 7  |
| 2.4.1. | <i>Observación directa e indirecta de los animales</i>                                        | 8  |
| 2.4.2. | <i>Técnica microhistológica</i>                                                               | 9  |
| 2.5.   | <i>Hábitos alimentarios del venado bura</i>                                                   | 11 |
| 3.     | Objetivos                                                                                     | 17 |
| 3.1.   | <i>Objetivo general</i>                                                                       | 17 |
| 3.2.   | <i>Objetivos específicos</i>                                                                  | 17 |
| 4.     | Descripción del área de estudio                                                               | 18 |
| 4.1.   | <i>Características físicas</i>                                                                | 18 |
| 4.1.1. | <i>Localización geográfica</i>                                                                | 18 |
| 4.1.2. | <i>Fisiografía</i>                                                                            | 19 |
| 4.1.3. | <i>Geología</i>                                                                               | 19 |
| 4.1.4. | <i>Edafología</i>                                                                             | 20 |
| 4.1.5. | <i>Hidrología</i>                                                                             | 21 |
| 4.1.6. | <i>Climatología</i>                                                                           | 22 |
| 4.2.   | <i>Características biológicas</i>                                                             | 22 |
| 4.2.1. | <i>Vegetación</i>                                                                             | 22 |
| 4.2.2. | <i>Fauna</i>                                                                                  | 26 |
| 4.3.   | <i>Características socioeconómicas</i>                                                        | 27 |
| 4.3.1. | <i>Tenencia de la tierra</i>                                                                  | 27 |
| 4.3.2. | <i>Uso de suelo</i>                                                                           | 27 |
| 5.     | Metodología                                                                                   | 29 |
| 5.1.   | <i>Localidades de recolecta</i>                                                               | 29 |
| 5.2.   | <i>Descripción de la técnica microhistológica</i>                                             | 30 |
| 5.3.   | <i>Elaboración del catálogo fotográfico</i>                                                   | 31 |
| 5.4.   | <i>Identificación de especies</i>                                                             | 32 |
| 5.5.   | <i>Determinación de los hábitos alimentarios del venado bura en la temporada de primavera</i> | 32 |

|             |                                                                                                      |           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6.</b>   | <b>Resultados</b>                                                                                    | <b>34</b> |
| <b>6.1.</b> | <b><i>Catálogo fotográfico</i></b>                                                                   | <b>34</b> |
| <b>6.2.</b> | <b><i>Determinación de los hábitos alimentarios del venado bura en la temporada de primavera</i></b> | <b>36</b> |
| 6.2.1.      | <i>Especies</i>                                                                                      | 36        |
| 6.2.2.      | <i>Formas biológicas</i>                                                                             | 39        |
| 6.2.3.      | <i>Modelo lineal generalizado: localidad y especie</i>                                               | 42        |
| 6.2.4.      | <i>Modelo lineal generalizado: formas biológicas</i>                                                 | 43        |
| <b>7.</b>   | <b>Discusiones</b>                                                                                   | <b>44</b> |
| <b>7.1.</b> | <b><i>Variables explicatorias</i></b>                                                                | <b>44</b> |
| <b>7.2.</b> | <b><i>Especies</i></b>                                                                               | <b>45</b> |
| <b>7.3.</b> | <b><i>Formas biológicas</i></b>                                                                      | <b>45</b> |
| 7.3.1.      | <i>Arbustos</i>                                                                                      | 46        |
| 7.3.2.      | <i>Hierbas perennes y hierbas anuales</i>                                                            | 46        |
| 7.3.3.      | <i>Árboles</i>                                                                                       | 47        |
| 7.3.4.      | <i>Acaulescente y caulescente</i>                                                                    | 47        |
| <b>7.4.</b> | <b><i>El venado y su relación con otros herbívoros</i></b>                                           | <b>48</b> |
| <b>8.</b>   | <b>Conclusiones</b>                                                                                  | <b>50</b> |
| <b>9.</b>   | <b>Recomendaciones</b>                                                                               | <b>51</b> |
| <b>10.</b>  | <b>Literatura citada</b>                                                                             | <b>53</b> |

## Índice de figuras

|            |                                                                                |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.  | Venado bura macho en San Pedro Mártir                                          | 4  |
| Figura 2.  | Estómago de los rumiantes                                                      | 5  |
| Figura 3.  | Localización geográfica del área de estudio                                    | 18 |
| Figura 4.  | Chaparral en la vertiente oeste de San Pedro Mártir                            | 23 |
| Figura 5.  | Bosque y ciénega en San Pedro Mártir                                           | 24 |
| Figura 6.  | Matorral desértico en la vertiente este de San Pedro Mártir                    | 25 |
| Figura 7.  | Localidades de muestreo                                                        | 29 |
| Figura 8.  | Heces fecales de venado bura                                                   | 30 |
| Figura 9.  | Haz vascular de <i>Acalipha californica</i>                                    | 34 |
| Figura 10. | Células irregulares de <i>Gutierrezia sarothrae</i>                            | 34 |
| Figura 11. | Drusas de <i>Chorizante fimbriata</i>                                          | 34 |
| Figura 12. | Tricomas articulados de <i>Ambrosia confertiflora</i>                          | 34 |
| Figura 13. | Estructura típica de flor de <i>Eupatorium herbaceum</i>                       | 35 |
| Figura 14. | Células rompecabezas de <i>Chorizante fimbriata</i>                            | 35 |
| Figura 15. | Estomas de <i>Pinus murrayana</i>                                              | 35 |
| Figura 16. | Frecuencia de ocurrencia de las 10 especies más consumidas por el venado bura  | 37 |
| Figura 17. | Porcentaje de formas biológicas consumidas por el venado bura                  | 39 |
| Figura 18. | Frecuencia de ocurrencia de los arbustos consumidos por el venado bura         | 40 |
| Figura 19. | Frecuencia de ocurrencia de las hierbas perennes consumidas por el venado bura | 40 |
| Figura 20. | Frecuencia de ocurrencia de las hierbas anuales consumidas por el venado bura  | 41 |
| Figura 21. | Frecuencia de ocurrencia de los árboles consumidos por el venado bura          | 41 |

## Índice de cuadros

|           |                                                                                     |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. | Especies de plantas consumidas por el venado bura                                   | 36 |
| Cuadro 2. | Especies de plantas consumidas por el venado bura en las localidades de muestreo    | 38 |
| Cuadro 3. | Porcentaje de explicación de la variable de respuesta para cada uno de los factores | 42 |
| Cuadro 4. | Porcentaje de explicación de la variable de respuesta para cada uno de los factores | 43 |

## **1. Introducción**

La alimentación es uno de los aspectos más importantes en la biología básica de las especies, ya que es un factor que mantiene o eleva el número de individuos de una población (Bronson, 1989). Los animales que presentan una buena nutrición a lo largo de su vida crecen más grandes, vigorosos y saludables que aquellos animales que experimentan una nutrición deficiente. Así mismo, los animales en buenas condiciones presentan índices más altos de reproducción y son más resistentes a las enfermedades que aquellos que se encuentran en condiciones deficientes. De esta manera, al ser la alimentación un factor que afecta los índices de natalidad y mortalidad, es importante considerarla como parte de la dinámica poblacional en el manejo de las especies (Bailey, 1984).

Por lo tanto, el propósito de realizar un estudio de hábitos alimentarios de una especie en particular consiste en conocer qué especies vegetales son las que consumen en las diferentes temporadas y de dónde provienen. Por otro lado, los estudios de hábitos alimentarios proveen información práctica y útil para el manejo de la especie; si se relacionan con estudios de variabilidad y abundancia de las especies consumidas, con la incidencia de decesos relacionados a la disponibilidad de alimento y con la dinámica poblacional relacionada a factores nutricionales tales como la calidad nutritiva del alimento, la influencia de los hábitos alimentarios sobre el crecimiento o mantenimiento de grupos poblacionales (Schemnitz, 1980).

A pesar de que el venado bura es una de las especies cinegéticas más importantes para el Estado, se desconocen algunos aspectos básicos de la biología de la especie, como sus hábitos alimentarios. Razón por la cual, la finalidad del presente trabajo es determinar los hábitos alimentarios del venado bura durante la temporada de primavera en la Sierra de San Pedro Mártir, con el propósito de generar información complementaria para el plan de manejo y de esta manera contribuir a la conservación y aprovechamiento sustentable de la especie y su hábitat.



## 2. Antecedentes

### 2.1. Descripción y taxonomía del venado bura

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| <u>Orden</u>    | Artiodactyla      |
| <u>Suborden</u> | Ruminatia         |
| <u>Familia</u>  | Cervidae          |
| <u>Género</u>   | <i>Odocoileus</i> |
| <u>Especie</u>  | <i>hemionus</i>   |

Los primeros integrantes de la familia Cervidae, aparecieron a principios del Oligoceno en Asia y llegaron a Norteamérica en los comienzos del Mioceno, cuando alcanzaron su máxima diversidad. En Norteamérica la familia Cervidae comprende a cinco géneros: *Alces* (alce), *Cervus* (wapiti), *Mazama* (tamazate), *Odocoileus* (venado) y *Rangifer* (reno). La característica distintiva de esta familia es la presencia de un par de astas óseas ramificadas en los machos, que se mudan cada año (Álvarez Del Villar, 1981; Cowan, 1936; Hall, 1981; Kowalski, 1981; Vaughan, 1986).

Existen dos especies del género *Odocoileus* en México, *Odocoileus hemionus* (venado bura) y *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca). De *Odocoileus virginianus* se conocen catorce subespecies; mientras que de *Odocoileus hemionus* se conocen seis, las cuales se distribuyen en la península de Baja California, norte de Sonora, Isla Tiburón e Isla de Cedros (Gallina et. al, 2000; Hall, 1981).

La característica distintiva del venado bura la constituyen sus grandes orejas, de aproximadamente dos tercios de la longitud de la cabeza. El color del pelaje varía de café rojizo a café oscuro. El interior de las orejas, la parte interna de las patas y el vientre son blanquecinos. La cola es de color café con blanco y tiene la punta negra. Los cervatillos son de color rojizo con manchas blancas que desaparecen a los cinco meses de nacidos (Alcérreca y Mata, 2001; Gallina et. al, 2000; Hall, 1981).

Existe dimorfismo sexual secundario en el venado bura, que se manifiesta en la proporción corporal, el color del pelaje y el tamaño del cráneo. En general, los machos son de mayor tamaño que las hembras y pueden llegar a pesar hasta 200 kilos. La variación de color del pelaje se detecta en la marca facial, que es más llamativa en los machos, debido a que la nariz y los lados de la cara son de color gris claro o blanco y el parche frontal es casi negro (Figura 1).



**Figura 1.** Venado bura macho en San Pedro Mártir.

La presencia de astas en los machos y su ausencia en las hembras, es la causa de que el cráneo sea mas pequeño en las hembras que en los machos (Cowan, 1936; Gallina et. al, 2000; Hall, 1981). El crecimiento de las astas inicia a finales de mayo, a través de la

depositación de los minerales transportados por un tejido muy vascularizado llamado terciopelo o velvet; en octubre el velvet se colapsa, se deshidrata y se cae y no es sino hasta los meses de abril y mayo que ocurre la caída de las astas (Alcérreca y Mata, 2001). Las astas se bifurcan, de tal manera que el brazo principal, a cierta distancia por encima de la primera punta, se divide en dos brazos secundarios, cada uno de los cuales experimenta de nuevo dicotomía (Orr, 1978).

## 2.2. Aparato digestivo del venado bura

Los venados son pequeños rumiantes con una habilidad limitada para digerir forraje altamente fibroso. Los alimentos con alto contenido de azúcar y de grasa, como frutos, semillas y hongos pueden ser digeridos rápidamente por el venado. Mientras que las plantas con su alto contenido de celulosa, solamente pueden ser digeridas en un estómago complejo que consta de cuatro cámaras, denominadas rumen, retículo, omasum y abomasum (Short, 1981) (Figura 2).

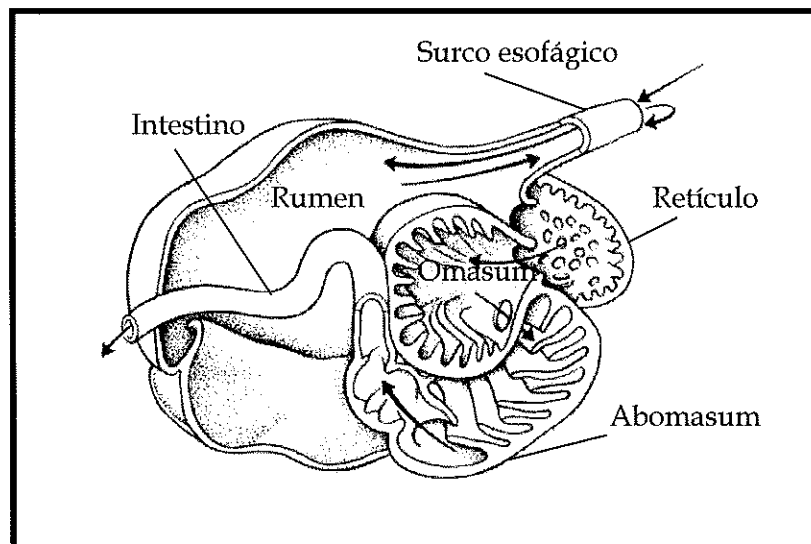


Figura 2. Estómago de los rumiantes.

El alimento ingerido que no está masticado, pasa directamente a la primera y segunda cámara llamadas rumen y retículo, donde se fermenta mediante la acción de bacterias anaerobias y protozoarios, estos microorganismos descomponen la molécula de celulosa y permiten que los alimentos vegetales sean mejor aprovechados.

Cuando los animales están tranquilos y en lugar seguro, el alimento fermentado regresa a la cavidad oral, donde se mastica y pasa a las cámaras posteriores del estómago que son el omasum y abomasum. La rumia resulta posible debido a la presencia de un surco esofágico que permite al animal regular el paso del alimento y el poder enviarlo directamente al omasum después de haber sido masticado (Álvarez Del Villar, 1981; Demarais y Krausman, 2000; Kowalski, 1981)

### ***2.3. Biología del venado bura***

El venado bura de Baja California, tiene preferencia por un hábitat cubierto con vegetación de chaparral, pino o encino. Vive la mayor parte del año en pequeñas manadas de 2 a 6 individuos, conformados por machos o por hembras y cervatillos de hasta un año; sin embargo, se menciona que la segregación nunca es completa, ya que algunos machos jóvenes se asocian con hembras y algunos venados de cualquier sexo, pueden vivir solos (Leopold, 1977).

Cada venado o manada tiene un área específica en la cual vive. El tamaño de estas áreas varía de acuerdo con la cubierta vegetal, la alimentación y con el agua disponible. Generalmente estas áreas son de un diámetro de dos kilómetros y medio cuando existe una buena cubierta vegetal y probablemente son más grandes en zonas desérticas

(Dasmann, 1971). Las hembras se encuentran cerca de las fuentes de agua todo el año y su consumo de agua se incrementa a finales del verano (Demarais y Krausman, 2000).

En la Sierra de San Pedro Mártir, los venados pasan el verano cerca de las crestas y bajan a lugares de menor altura en el invierno cuando las nevadas comienzan (Leopold, 1977). Los machos adultos pueden realizar pequeñas migraciones durante la época de reproducción, retornando a las áreas de donde partieron pasado el periodo de celo (Demarais y Krausman, 2000).

En Baja California, la reproducción del venado bura ocurre de finales de noviembre a mediados de diciembre. La gestación es de aproximadamente 7 meses y los cervatillos nacen entre mediados de junio y principios de julio, después de que inician las lluvias de verano (Gallina et. al, 2000). Generalmente, las hembras de un año tienen un cervatillo, mientras que las adultas pueden llegar a tener dos; esta proporción es el resultado directo de la calidad de alimento que las hembras consiguen (Demarais y Krausman, 2000; Leopold, 1977).

El venado bura es polígamo, es decir, el macho dominante que generalmente es más grande y que tiene astas de mayor tamaño, sigue a las hembras en estro y es el que lleva a cabo la mayoría de las copulas, desplazando a otros machos. (Gallina et. al, 2000).

#### ***2.4. Métodos utilizados para el estudio de hábitos alimentarios***

El objetivo de realizar estudios sobre hábitos alimentarios de ungulados, consiste en conocer que especies vegetales están consumiendo uno o varios individuos de la

misma especie, durante un determinado periodo de tiempo, en un área geográfica específica. Lo anterior indica que los hábitos alimentarios son característicos de la especie, la localidad y el periodo de tiempo en que se realiza el estudio; por tanto la extrapolación de datos a otras poblaciones, localidades y tiempo diferentes, no es válida (Cooperrider, 1986).

Para el estudio de los hábitos alimentarios, se utilizan estos métodos básicos:

- 1) la observación directa e indirecta de animales y
- 2) la técnica microhistológica.

#### *2.4.1. Observación directa e indirecta de los animales*

El método de *observación directa* consiste en observar a los animales cuando se alimentan para registrar la frecuencia de las especies consumidas, ya sea por el tiempo de alimentación o por el número de mordidas. Los resultados se expresan en porcentajes. La ventaja del método es su bajo costo, ya que se necesita solamente de binoculares y una libreta de campo. Sin embargo sus desventajas son mayores, debido a que el trabajo de campo requiere demasiado tiempo y la correcta identificación de la planta y las partes consumidas, esta en función del tamaño de ésta y de la distancia de observación (de aproximadamente 23 metros), por lo que su principal dificultad radica en que es casi imposible acercarse lo suficiente a animales silvestres para identificar correctamente las plantas consumidas (Cooperrider, 1986; Severson, 1981).

El método de *observación indirecta*, también requiere la observación de animales y su objetivo es registrar el sitio exacto donde el animal se está alimentando, para

posteriormente inspeccionarlo y registrar las plantas consumidas. Los resultados se expresan en porcentajes. Este método es igual de barato que el anterior y sus principales desventajas son: no se recomienda para trabajar con animales difíciles de observar, se requiere demasiado tiempo al tratar de identificar las plantas consumidas en el sitio de alimentación y algunas plantas son consumidas completamente por lo que la evidencia de su uso se pierde (Bailey, 1984; Cooperrider, 1986). Debido a lo complicado que resulta el trabajar con animales silvestres, estos métodos se han utilizado para el estudio de los hábitos alimentarios de animales domesticados o de animales que están acostumbrados a la presencia de humanos, por ejemplo los que habitan áreas naturales protegidas (Cooperrider, 1986).

#### 2.4.2. Técnica microhistológica

Actualmente, la principal herramienta para determinar la dieta de los herbívoros, es la técnica microhistológica, basada en la identificación y cuantificación de tejidos epidérmicos vegetales presentes en muestras estomacales, fecales y fistulares, a través de los diferentes patrones y características epidérmicas presentes en las plantas. Se compara el material consumido con una colección de referencia de plantas pertenecientes al área de estudio (Ramírez, 1999).

Su principal limitación es el tiempo requerido para aprender la técnica y los errores asociados con la identificación taxonómica de las especies vegetales en organismos que presentan dietas variadas. Para disminuir el error, es necesario contar con un mayor número de muestra y se recomienda utilizar el método de observación

directa y estudiar la fenología de las plantas (Anthony y Smith, 1974). En un estudio donde se compara el análisis del contenido de rumen y de heces fecales, se encontró que los resultados de ambas técnicas son muy similares y que el tamaño de muestra mínimo para estudiar la dieta del venado en una estación particular debe ser de 15 grupos de heces fecales y 50 muestras de rumen (Anthony y Smith, 1974). Los resultados se expresan en porcentajes o como la frecuencia de ocurrencia de cada alimento.

Las muestras de rumen han sido las muestras más utilizadas, debido a que el material alimenticio no ha sido sometido al proceso de digestión, lo que facilita la identificación de un mayor número de especies que pudieran desaparecer después del proceso; sus principales desventajas son el sacrificio del animal, ya que permite obtener solo una muestra por animal, y las diferentes tasas de digestión de las diferentes especies vegetales y sus partes (Ramírez, 1999; Short, 1966).

Las ventajas de trabajar con material fecal son: la recolecta de las muestras es sencilla, ilimitada y no requiere el sacrificio de los animales, además de que no se perturba a la población en estudio (Anthony y Smith, 1974; Steward, 1967).

Otros factores a considerar son la duración del material fecal, que en regiones templadas y secas puede durar varios años, y las tasas de digestión de las diferentes especies vegetales. Los tejidos epidérmicos, ricos en lignina, son resistentes al proceso digestivo, sin embargo las plantas anuales y suculentas, así como los pétalos florales son prácticamente digeridos en su totalidad, de tal manera que no se pueden encontrar



residuos identificables en el material digerido, por lo que la confiabilidad de los resultados ha sido cuestionada (Anthony y Smith, 1974; Peña y Habib, 1980).

### ***2.5. Hábitos alimentarios del venado bura***

El tamaño corporal del venado bura refleja su estrategia de alimentación. Los ungulados pequeños, como el venado, son más selectivos en su alimentación, debido a que requieren una menor cantidad de alimento que los ungulados grandes e invierten más tiempo en seleccionar alimentos con alto valor nutricional. Por lo tanto, considerar al venado como un ramoneador generalista es un error, ya que en algunas áreas de su distribución si puede comportarse como tal pero en otras no (Demarais y Krausman, 2000; Geist, 1981).

Los cambios en la dieta del venado no solo se deben al factor geográfico sino también a otros factores como edad, sexo, estado fisiológico de los individuos y a cambios en la fenología de las plantas e influencias climáticas que regulan la abundancia y composición de la cubierta vegetal, (Dasmann, 1971; Demarais y Krausmann, 2000).

Estudios de variación estacional muestran que los pastos son muy consumidos por el venado durante periodos cortos de tiempo y que su consumo disminuye por largos periodos de tiempo cuando consume arbustos y hierbas, es decir, prefiere plantas altamente digeribles y con alto valor nutricional sobre plantas leñosas que son menos digeribles. Al principio de la primavera, el venado consume pastos y hierbas, conforme la estación va avanzando y una gran variedad de forraje esta disponible el

venado se vuelve más selectivo (Demarais y Krausman, 2000; Hill, 1956; Lang, 1957; Severson, 1981). Las especies de pasto consumidas son *Bromus sp.*, *Elymus sp.*, *Festuca sp.* y *Poa sp.* (Hill, 1956). En el invierno se alimenta de arbustos, árboles, bellotas, hongos, parásitos y tallos de especies deciduas y es la escasez de alimento en la temporada invernal uno de los factores limitantes de las poblaciones de venado bura (Hill, 1956; Lang, 1957; Leopold, 1977).

En muchas áreas, las coníferas ofrecen alimento verde durante periodos con escasez de forraje, cuando la talla de los árboles esta dentro del alcance del venado o cuando la nieve o el viento rompen las ramas de los árboles grandes. Por lo que son un alimento alternativo que proporciona el mínimo de la proteína digerible requerida por el venado (Wallmo, 1981).

La selección de ciertas especies de plantas y estructuras de las mismas que concentran los nutrientes, indica que los metabolitos secundarios sintetizados por las plantas funcionan como agentes regulatorios y que la proteína digerible es un componente esencial para la selección por parte del venado, lo que es generalmente usado como un indicador de la calidad del forraje (Bailey, 1984; Dasman, 1971; Demarais y Krausman, 2000; Short, 1981).

El venado bura se alimenta de una gran variedad de especies. Se ha reportado que los venados bura de las Montañas Rocallosas consumen al menos 673 especies de plantas (Demarais y Krausman, 2000) y que se alimentan del 71% de las especies vegetales presentes en el área (Crouch, 1981). Wallmo y Regelin (1981) mencionan que

son 788 las especies utilizadas por el venado en las Montañas Rocallosas, siendo 484 hierbas, 202 arbustos y árboles, 84 pastos y hierbas y 18 plantas menores.

Las especies más consumidas por el venado bura de las montañas en Nuevo México son *Quercus undulata*, *Pinus edulis*, *Cercocarpus montanus*, *Rhus trilobata*, herbáceas y pastos. Con respecto al venado bura del desierto (*Odocoileus hemionus crooki*) se ha encontrado que este consume una gran cantidad de yuca (*Yucca baccata* y *Y. elata*) lo que indica que esta especie juega un papel importante en la dieta del venado; otras especies son encino (*Quercus undulata*), *Juniperus*, *Rhus trilobata* y líquenes (Lang, 1957).

En Guadalupe Mountains, Nuevo México, se analizaron 93 muestras de rumen de venado bura cazados de mayo de 1956 a junio de 1960. Los resultados muestran que hubo un 70% de ramoneo y que el venado consumió 26% de herbáceas y el 4% restantes, pastos y material no identificado. Las especies más consumidas por los venados, que comprenden un 64%, fueron encino (*Quercus undulata*), huata (*Juniperus sp.*), *Cercocarpus breviflorus*, *Yucca sp.* y hierbas no identificadas. Durante los años de 1957 y 1958 se incrementó la precipitación pluvial en la zona de estudio y por consiguiente la disponibilidad de alimento, principalmente de hierbas. Lo anterior se reflejó en el incremento del peso de los venados y en una mejor condición física (Anderson et al, 1965).

Anthony y Smith (1974) al comparar el contenido de rumen y de heces fecales de venado bura encontraron que los resultados de ambas técnicas señalan que los arbustos son más consumidos que las hierbas y que los pastos tienen un consumo muy bajo.

*Acacia constricta*, *Cercocarpus breviflorus*, *Eriogonum wrightii* y los frutos de *Juniperus deppeana* fueron los principales alimentos del venado bura en noviembre de 1970 y 1971 en las montañas Dos Cabezas en Arizona. Sin embargo, cerca de la localidad de Tonto Springs en Arizona, *Ceanothus greggii* es el componente más importante en la dieta del venado y *Cercocarpus sp.* es el componente de menor importancia (Urness, 1981).

En el primer estudio sobre hábitos alimentarios del venado bura realizado en California, se encontró que consume más arbustos suculentos y hojas de plantas leñosas que pastos, pero en ciertas estaciones del año estos últimos pueden representar más del 90% de la dieta. A principios de primavera el venado bura se alimenta de retoños de gramíneas, debido a que en esta época los retoños suelen ser la primer vegetación nutritiva. En el verano, los venados del Parque Nacional de Yosemite, California, consumieron principalmente arbustos, completando su dieta con pastos anuales que crecen después de las lluvias de otoño. Mientras que en la temporada invernal en el Desierto de Mohave, el venado se alimentó de palo verde, palo fierro, uña de gato y mezquite (Dixon, 1934).

En los bosques de coníferas de California el ramoneo y el consumo de bellotas durante todo el año constituyen un 48% del total consumido. Las herbáceas constituyen un 28% de la dieta y son más consumidas durante el verano, cuando son más abundantes. Los pastos son más consumidos durante el invierno con un 24% (Crouch, 1981).

La dieta del venado bura en el chaparral del estado de California, consiste principalmente de arbustos, sin embargo cuando las hierbas y los pastos son

abundantes, son muy utilizados por el venado. Las plantas más consumidas son el encino, el chamizo, el toyón y la manzanita (Urness, 1981).

En Baja California, el venado, se alimenta de encino (*Quercus*), lila silvestre (*Ceanothus*), chamizo (*Adenostoma*) y halcapulín (*Rhamnus*), así como de diversos frutos y semillas (Leopold, 1977).

Ramírez (1999) determinó la dieta del venado bura mediante la técnica microhistológica en Arroyo Grande, Baja California. Él encontró que la dieta del venado varía estacionalmente en función de la disponibilidad, diversidad y calidad del forraje, exhibiendo la mayor riqueza de especies consumidas en verano y la menor en otoño. El venado se alimenta principalmente de arbustos en todas las estaciones del año, seguido por especies arbóreas, herbáceas, suculentas, parásitas y gramíneas. La especie arbustiva más importante en la dieta del venado bura fue *Acalypha californica*, considerada como especie clave conforme a los porcentajes registrados (Ramírez, 1999). Sin embargo, para establecer que una especie es clave, esta debe ser consumida continuamente en diferentes lugares con diversas asociaciones vegetales, ya que el uso excesivo de una planta como alimento por parte del venado bura puede indicar que este es disponible y accesible en el área. (Hill, 1956).

La falta de alimento durante las épocas críticas es el principal factor que limita a las poblaciones. Por desgracia, la disminución de alimento, se agrava por el pastoreo excesivo del ganado doméstico; especialmente cerca de los depósitos de agua en las regiones áridas, debido a que el ganado consume todo el forraje que era consumido por

los venados, lo que puede propiciar la extirpación del venado aún más rápidamente que la cacería (Leopold, 1977).

Con relación a los estudios del impacto del ganado sobre el venado, se señala que la competencia entre ambas especies es mínima cuando hay disponibilidad de alimento, pero cuando el alimento escasea esta competencia aumenta (Dasmann, 1971). El ganado causa problemas a la población de venado cuando se presenta en grandes cantidades, propiciándose competencia por espacio, más que por alimento, además el pastoreo excesivo provoca la pérdida de cobertura incrementando la posibilidad de depredación.

### 3. Objetivos

#### 3.1. *Objetivo General*

Determinar los hábitos alimentarios del venado bura (*Odocoileus hemionus* Rafinesque, 1817) durante la temporada de primavera en la Sierra San Pedro Mártir, con el propósito de complementar el plan de manejo.

#### 3.2. *Objetivos Específicos*

- Identificar las especies vegetales con las cuales se alimenta el venado bura en la temporada de primavera.
- Identificar las formas biológicas más consumidas por el venado bura.
- Identificar los factores que influyen en los hábitos alimentarios del venado bura.
- Complementar el plan de manejo de la población de venado bura en la sierra San Pedro Mártir, basado en sus hábitos alimentarios.

## 4. Descripción del área de estudio

### 4.1. Características físicas

#### 4.1.1. Localización geográfica

La sierra San Pedro Mártir forma parte del sistema orográfico peninsular, compuesto por rocas graníticas, que se inicia en las montañas de California y termina hacia la mitad de la península de Baja California. Se ubica a 150 Km. al sureste de Ensenada entre los paralelos  $30^{\circ} 30'$  y  $31^{\circ} 15'$  latitud norte y entre los meridianos  $115^{\circ} 45'$  y  $115^{\circ} 15'$  longitud oeste, con una orientación de noroeste a sureste (Delgadillo, 1998; INE, 1999; Minnich y Franco-Vizcaíno, 1999) (Figura 3).

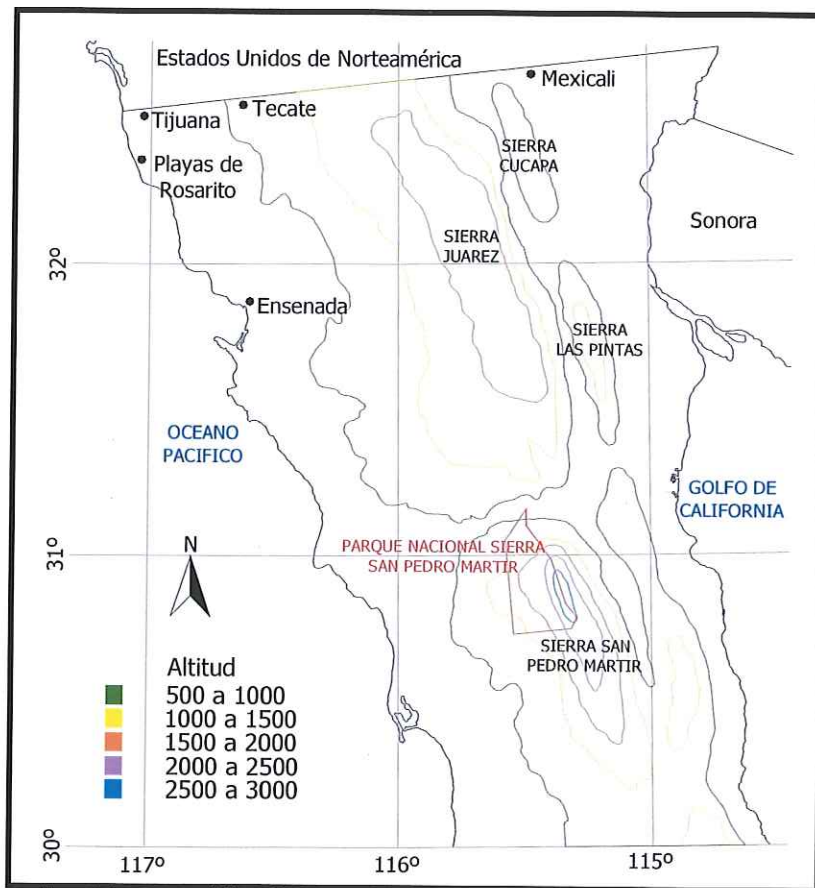


Figura 3. Localización geográfica del área de estudio.



#### *4.1.2. Fisiografía*

El área de estudio está constituida por tres unidades de terreno: el lado este, la cresta y el lado oeste. En el este, la sierra termina abruptamente en el Escarpe del Golfo que, en apenas 8 kilómetros desciende de 2800 msnm a tan solo 550 msnm en Valle Chico, desde donde se puede apreciar el gran número de cañones profundos que la disectan. La cresta es una extensa altiplanicie con lomeríos bajos de pendientes suaves, formada por praderas que van de los 1800 msnm en el sur (Arroyo Santa Eulalia) a los 2400 msnm en el norte (Vallecitos). Está rodeada por cerros en el este y por la sierra La Corona al oeste. Mientras que en 70 kilómetros hacia el oeste, la sierra presenta una suave pendiente que se ve afectada por algunos escarpes originados por una falla (Delgado, 1991; Minnich y Franco-Vizcaíno, 1999; Montoya, 1998).

Cabe mencionar que esta sierra posee la cumbre más alta de la península de Baja California con 3100 msnm, conocida como el Picacho del Diablo (Delgadillo, 1998).

#### *4.1.3. Geología*

Hace 14 millones de años se inició un evento tectónico de gran escala que cambió el límite y la dirección del movimiento relativo entre la placa del Pacífico y la de Norteamérica, dando lugar a la separación de la península y a la formación del Golfo de California. Tres millones de años después un proceso de extensión este-oeste, provocó el adelgazamiento de la corteza al este de la sierra y por lo tanto el desarrollo de fallas normales de movimiento vertical que formaron el escarpe este de la sierra.

Se menciona que el levantamiento acelerado del batolito de San Pedro Mártir comenzó aproximadamente hace 5 millones de años, con una velocidad de levantamiento de 2.2 milímetros por año, por lo que se piensa que en los últimos 3 millones de años la sierra pudo haber alcanzado su altura actual (Barajas, 1991).

Las rocas ígneas que constituyen el batolito son tonalita y granodiorita (SPP, 1982g y h).

#### *4.1.4. Edafología*

En general los suelos son jóvenes, es decir, el desarrollo de estos es insignificante y en algunos lugares corresponde a la roca misma. El tipo de suelo predominante en la región es el litosol de textura gruesa en forma pura o asociado con regosol eutríco. Este suelo es típico de las zonas montañosas y se caracteriza por tener roca dura a una profundidad de 10 cm.

El regosol eutríco considerado como la etapa inicial de formación de un gran número de suelos, se presenta con textura fina, media y gruesa y comúnmente asociado al litosol y en menor medida con feozem háplico, vertisol crómico, xerosol háplico y yermosol lúvico. Otro tipo de suelo presente en la sierra es el cambisol eutríco (Ahumada, 2000; INEGI, 2001; SPP, 1982d y e; Zúñiga, 1995).

#### 4.1.5. Hidrología

El área de estudio se ubica dentro de las regiones hidrológicas RH1 y RH4, cuyos declives se dirigen hacia el Océano Pacífico y al Golfo de California respectivamente. La RH1 está dividida en dirección este-oeste por las cuencas hidrológicas 1A (Arroyo Escopeta-Cañón de San Fernando) y 1B (Arroyo de las Animas-Arroyo Santo Domingo), mientras que la RH4 comprende únicamente la cuenca hidrológica 4A (Arroyo Agua dulce-Santa Clara) (Ahumada, 2000; Ávila, 2000; SPP, 1982f).

La cuenca hidrológica 1B se caracteriza por registrar el mayor volumen de escurrimiento medio anual para la región (49 millones de m<sup>3</sup>) y por ser el único sistema que recibe suficiente agua y tiene suficiente almacenamiento en sus acuíferos para permanecer fluyendo superficialmente hacia el Océano Pacífico durante todo el año (Escoto, 1994; Zúñiga, 1995).

El drenaje principal se dirige al oeste de la sierra donde desembocan los arroyos San Rafael, San Telmo, Santo Domingo y San Simón. En el extremo norte algunos arroyos escurren hacia el Valle de La Trinidad. Hacia el este, los arroyos bajan desde la cresta y forman cañadas profundas por todo el escarpe. Algunos arroyos tienen flujo permanente al pie de la Sierra, sin embargo, casi nunca llegan al mar porque se infiltran y evaporan en Valle Chico (Escoto, 1994).

La mayoría de los arroyos son bastante someros y no sobrepasan los 50 centímetros de profundidad, aunque se pueden encontrar profundidades hasta de 150 centímetros en algunas pozas localizadas bajo pequeñas cascadas, las cuales son formadas por la discontinuidad del relieve topográfico del lugar (Ruíz-Campos, 1993).

#### *4.1.6. Climatología*

La sierra se encuentra en el límite sur de la zona de clima mediterráneo de Norteamérica, la cual se caracteriza por presentar inviernos fríos con lluvias moderadas, seguidos de veranos secos y calientes (Delgadillo, 1998; Montoya, 1998).

La sierra se ve afectada por dos sistemas climáticos diferentes que producen lluvias de verano en el este y de invierno sobre la parte oeste. Las lluvias tipo aguacero en verano son provocadas por tormentas tropicales y ciclones que se originan en el Pacífico y las lluvias de invierno por las tormentas provenientes del norte. En la parte alta de las montañas se capta la precipitación de ambas estaciones, presentándose en invierno la de mayor longitud, con un promedio de 250 a 300 mm y con un máximo de 1000 mm (Escoto, 1994; Reyes, 1991; SPP, 1982a, b, c y d).

Por arriba de los 2000 msnm las temperaturas fluctúan entre los 3 y 21° C durante el verano, mientras que en el invierno se registran temperaturas que van desde los 0° C hasta 12° C, por lo que la mayor parte de la precipitación es en forma de nieve (Escoto, 1994; SPP, 1982a, b, c y d).

### *4.2. Características biológicas*

#### *4.2.1. Vegetación*

La distribución de la vegetación en San Pedro Mártir esta relacionada con la altitud y los gradientes de precipitación asociados a la fisiografía de las laderas, por lo que encontramos tres tipos principales de vegetación: chaparral de montaña, bosque de montaña y desierto sonorense (Delgadillo, 1998; Minnich y Franco-Vizcaíno, 1999).

El chaparral se caracteriza por presentar una vegetación densa e impenetrable que ocurre en grandes áreas sobre la pendiente del pacífico, a partir de los 700 msnm hasta los límites de los bosques de coníferas, donde a menudo los arbustos penetran en el bosque formando parte de los estratos inferiores y del sotobosque (Figura 4). El componente florístico más importante lo representan las especies *Adenostoma sparsifolium* (chamizo de vara prieta) y *Adenostoma fasciculatum* (chamizo de vara roja). Otras especies predominantes son *Ceanothus greggii* (lila), *Quercus sp.* (encino), *Artemisia tridentata* (incienso), *Arctostaphylos sp.* (manzanita), *Juniperus californica* (huata), *Yucca schidigera* (palmilla), *Rhamnus sp.* y *Rhus ovata* (lentisco) (Delgadillo, 1990).

**Figura 4.** Chaparral en la vertiente oeste de San Pedro Mártir.



Sobre la vertiente este a 1,000 m de altitud, el chaparral es menos denso y se mezcla fuertemente con *Pinus monophylla*. Mientras que en el oeste entre 1,200 y 1,800 msnm, ocurre principalmente con *Pinus quadrifolia*. Estas especies de pino piñonero se establecen en las zonas más xéricas en la sierra y están asociadas a *Juniperus californica* (Delgadillo, 1998).

Las partes altas de San Pedro Mártir están cubiertas por grandes masas boscosas con estructura abierta, que se caracterizan por presentar poco sotobosque (Figura 5). A partir de los 1,500 msnm, encontramos al abeto blanco *Abies concolor*, cuya dominancia es compartida con *Pinus jeffrey*, *P. lambertiana* y *P. murrayana*. Poblaciones de *Pinus coulteri* fueron identificadas por medio de reconocimiento aéreo, sobre las laderas con exposición norte, entre los 1,900 y 2,150 msnm (Delgadillo, 1998).



**Figura 5.** Bosque y ciénega en San Pedro Mártir.

Algunos arbustos importantes de los bosques de coníferas son *Arctostaphylos sp.*, *Quercus peninsularis* y *Salvia pachyphylla* (Minnich y Franco-Vizcaino, 1994). Las herbáceas que crecen bajo los árboles son *Ivesia argyrocoma*, *Linanthus melingii* y *Lupinus andersonii ssp. linearis* (Oberbauer, 1999).

También se manifiestan otros componentes boreales, como *Cupressus montana* (ciprés), *Calocedrus decurrens* y *Populus tremuloides* (alamillo) (Delgadillo, 1998). Por arriba de los 2200 msnm en el este, el ciprés (especie endémica) esta asociado con *Pinus lambertiana* y *Abies concolor*. La especie *Calocedrus decurrens* prospera en los arroyos, especialmente en la vertiente oeste de la montaña; mientras que el alamillo, lo hace

sobre los sitios húmedos de la altiplanicie por arriba de los 2300 msnm, principalmente en Vallecitos y La Tasajera (Minnich y Franco-Vizcaíno, 1999).

En las ciénegas como Vallecitos, La Encantada, La Grulla y Santa Rosa, la mayoría de las plantas son perennes, incluyendo *Eleocharis sp.*, *Trifolium wigginsii* (trébol de San Pedro Mártir), *Juncus sp.*, *Achillea millefolium*, *Linanthus melingii*, *Muhlenbergia richardsonis* y *Eriogonium hastatum*. La planta predominante es la procumbente cincoenrama de flores amarilla *Potentilla wheeleri* (Oberbauer, 1999).

El matorral desértico en la vertiente este, esta dominado por *Larrea tridentata* (gobernadora), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Olneya tesota* (palo fierro), *Cercidium floridum* (palo verde), así como algunas especies del desierto central como *Pachycereus pringlei* (cardón), *Fouqueria splendens* (ocotillo) y *Ferocactus* (viznaga) (Figura 6) (Minnich y Franco-Vizcaino, 1993).

**Figura 6.** Matorral desértico en la vertiente este de San Pedro Mártir.





#### 4.2.2. Fauna

Algunas de las aves registradas para la zona son: el colibrí (*Calypte anna*), el halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*), el pájaro azul (*Sialia mexicana*), la urraca piñonera (*Gymnorhinus cyanocephalus*), carpinteros (*Colaptes auratus*, *Melanerpes formicivorus*, *Picoides nutalli* y *Sphyrapicus varius*), codornices (*Callipepla californica* y *Oreortix pictus*) y palomas (*Columba fasciata* y *Zenaida macroura*) (Gerardo, 1993; Rodríguez, 1991).

Los representantes de los mamíferos en el área de estudio son el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), el coyote (*Canis latrans*), el gato montés (*Linx rufus*), el puma (*Puma concolor*), el venado bura (*Odocoileus hemionus*), la zorra gris (*Urocyon cinereargenteus*), las ardillas (*Ammospermophilus leucurus*, *Eutamias obscurus*, *Spermophilus beechey* y *Tamasciurus sp.*), los conejos (*Sylvilagus sp.*) y los ratones (*Chaetodipus sp.*, *Dipodomys sp.*, *Microtus sp.*, *Neotoma sp.*, *Perognathus sp.*, *Peromyscus sp.*, *Reithorodontomys sp.*), entre otros (Mellink, 1991).

La ictiofauna está representada únicamente por la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*). Pez endémico que se distribuía en el arroyo Santo Domingo y que fue introducido en las localidades de La Grulla, La Zanja, Valladares y San Rafael, donde actualmente existen poblaciones exitosamente establecidas (Ruíz-Campos, 1991).

En San Pedro Mártir se encuentran reptiles como lagartijas (*Callisaurus draconoides*, *Crotaphytus insularis*, *Petrosaurus mearnsi*, por mencionar algunas), camaleones (*Phrynosoma sp.*), víboras de cascabel (*Crotalus sp.*) y otras serpientes (*Lampropeltis sp.*, *Thamnophis sp.*). Los principales anfibios son las ranas (*Hyla sp.* y *rana sp.*) y sapos (*Bufo sp.*) (Welsh, 1988).



Con respecto a la fauna exótica, podemos encontrar ganado vacuno, burros y caballos ferales (Bueno, 2001).

### ***4.3. Características socioeconómicas***

#### ***4.3.1. Tenencia de la tierra***

La tenencia de la tierra en San Pedro Mártir esta conformada por un área natural protegida y varios ejidos. El Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir creado por decreto el 21 de Febrero de 1947, cuenta con 63,000 hectáreas destinadas a la conservación de la flora y fauna silvestre. Este parque colinda con terrenos ejidales que tienen una superficie 300,000 ha, entre los cuales se encuentra el Ejido El Bramadero que limita desde la parte Noroeste hasta el Sur del mismo con una colindancia aproximada de 55 km, el Ejido Plan Nacional Agrario, que limita al Oeste y Noroeste con una colindancia de 25 km y el Ejido Tepi al Norte con una colindancia de 10 km. (INE, 1999).

#### ***4.3.2. Uso de suelo***

La localidad de San Telmo y la Ex-Hacienda Sinaloa ubicadas al oeste de la sierra, tienen una población estimada de 400 habitantes, dedicada a la ganadería extensiva y a la agricultura (INE, 1999). Durante el verano, la ganadería se desarrolla cerca de fuentes de agua permanentes y las praderas más utilizadas son La Grulla, La Encantada, Santa Rosa, Santo Tomas y Vallecitos, mientras que en el invierno se ocupan las partes bajas de la sierra (Montoya, 1998).

El lado este de la sierra no es utilizado, debido a lo inaccesible del terreno. Sin embargo, al pie de esta en algunas localidades esparcidas, se ha implementado la agricultura de riego comercial y en algunos cañones se practica la ganadería (Montoya, 1998).

Sobre la cresta, los únicos asentamientos humanos son los campamentos de la Dirección del Parque Nacional y del Observatorio Astronómico de la UNAM (INE, 1999).

## 5. Metodología

### 5.1. Localidades de recolecta

Durante la primavera del 2001, en las localidades de Aguaje del Burro, Campamento Padre Kino, Los Llanitos, La Tasajera y Vallecitos en Sierra San Pedro Mártir (Figura 7), se recolectaron heces fecales de venado bura (Figura 8). Las heces fecales se colocaron en bolsas de plástico etiquetadas con coordenadas geográficas, fecha y localidad. Posteriormente Ayala (2004), determinó que las heces fecales colectadas pertenecían en su totalidad a hembras (Ayala, 2004).

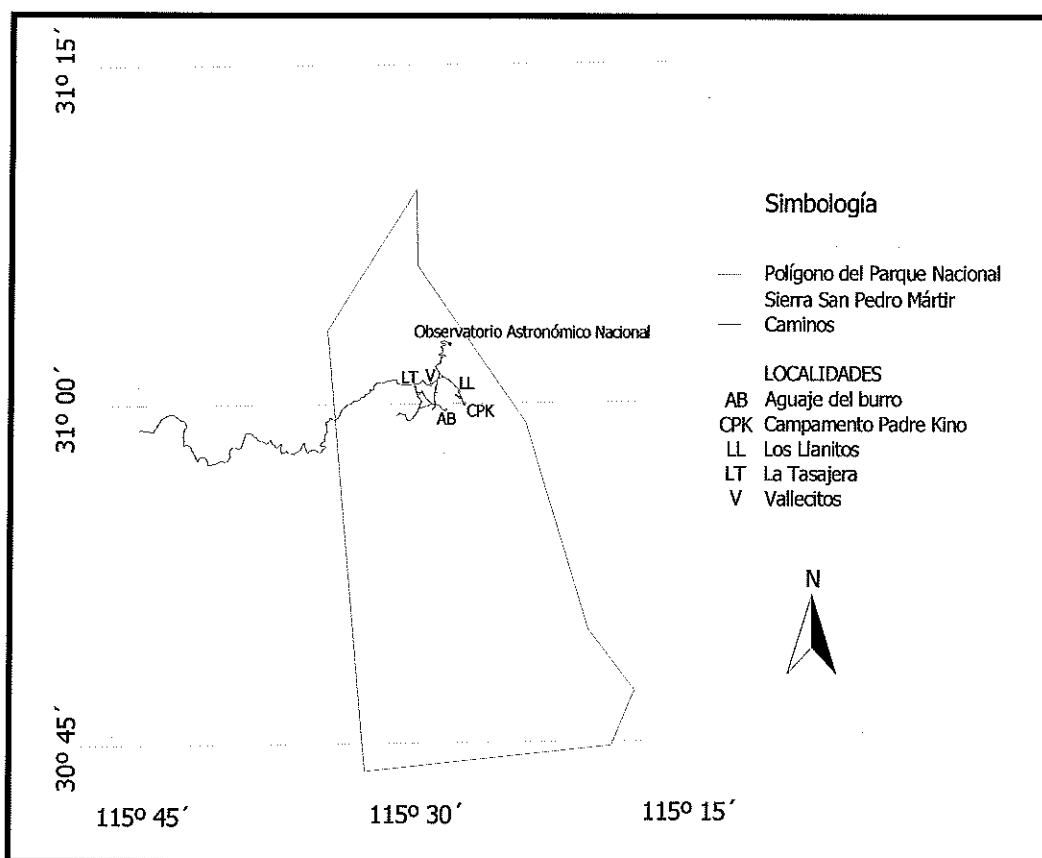


Figura 7. Localidades de muestreo.



**Figura 8.** Heces fecales de venado bura..

### *5.2. Descripción de la técnica microhistológica*

Para conocer los hábitos alimentarios del venado bura en San Pedro Mártir durante la temporada de primavera, se utilizó la técnica microhistológica, que a continuación se describe:

- I) Las heces fecales se deshidrataron en una secadora de herbario.
- II) El molido de las heces fecales se efectuó en un mortero.
- III) Posteriormente las muestras se homogeneizaron con suficiente agua en una licuadora durante un minuto a baja velocidad.
- IV) Para disminuir la presencia de pigmentos y algunos tejidos blandos que no pertenecen al tejido epidérmico, las muestras se mezclaron con una solución comercial de hipoclorito de sodio (cloro) durante un minuto. Si la presencia de pigmentos vegetales era muy notoria, se aplicó un segundo tratamiento con hidróxido de sodio al 50% durante cuatro minutos.

V) Las muestras se lavaron en un tamiz #120 con una manguera a presión, eliminando los agentes aclaradores, así como a los tejidos no identificables.

VI) Se prepararon 90 laminillas (5 localidades X 6 individuos X 3 laminillas por individuo). Para el montaje de las laminillas se hizo lo siguiente:

- 1) Las laminillas se etiquetaron con localidad, temporada y número de muestra.
- 2) Los portaobjetos para una misma muestra se colocaron en serie, para rellenar con la espátula los orificios de una regla perforada con la muestra.
- 3) La muestra se esparció sobre el portaobjetos y se agregó miel de maíz como medio de montaje, hasta cubrir el área ocupada por el cubreobjetos.
- 4) Apoyando diagonalmente un extremo del cubreobjetos sobre el portaobjetos, se dejó caer libremente, de tal manera que cubría el medio de montaje.
- 5) Si los bordes y esquinas del cubreobjetos no se cubrieron por el medio de montaje, se presionó ligeramente el cubreobjetos con el mango de la aguja de disección.

VII) El material remanente en el tamiz se secó para evitar el desarrollo de hongos y se guardó como muestra de reserva en un recipiente debidamente etiquetado.

VIII) Las preparaciones se secaron a temperatura ambiente.

### *5.3. Elaboración del catálogo fotográfico*

Se elaboró un catálogo fotográfico de las plantas recolectadas en el área de estudio y otras que pertenecían al herbario de la Facultad de Ciencias HBCMEX. Para cada especie se prepararon dos laminillas de referencia, siguiendo la técnica

microhistológica descrita anteriormente. Dicho catalogo contiene fotografías tomadas con poderes de resolución de 10X y 40X, de las siguientes estructuras celulares: drusas, estomas, haces vasculares, tipos de células y tricomas.

#### ***5.4. Identificación de especies***

La identificación de las especies se basó en la comparación de las estructuras celulares del catalogo fotográfico y las laminillas de las heces fecales.

Se observaron 20 campos por laminilla en un microscopio compuesto con poderes de resolución de 10X, 20X y 40X. Cada campo constituyó una microparcela circular que era la unidad de muestreo. El muestreo microscópico se efectuó registrando la frecuencia de ocurrencia de fragmentos vegetales identificables por campo, para cuantificar el aporte de cada especie a la dieta de venado.

#### ***5.5. Determinación de los hábitos alimentarios del venado bura en la temporada de primavera***

Los resultados obtenidos al realizar el análisis microscópico de las muestras de las heces fecales se capturaron en una base de datos con el fin de obtener la frecuencia de ocurrencia de cada especie y forma biológica para cada una de las localidades. Una vez estructurada la base de datos se obtuvieron las especies y las formas biológicas más consumidas por los venados.

Para determinar los hábitos alimentarios del venado bura, se realizó un análisis de datos por conteo basado en un Modelo Lineal Generalizado (GLIM 3.77, Royal

Statistical Society, 1985). Este análisis considera un modelo con un error de tipo Poisson, el cual asume que los datos son números enteros, cuyas varianzas son iguales a sus medias. Además, el modelo está ligado a una función logarítmica, la cual asegura que todos los valores ajustados son positivos (Crawley, 1993).

Se armó una matriz en la que se consideraron como variables explicatorias de los hábitos alimentarios a la localidad y la especie, así como a la frecuencia de ocurrencia como la variable de respuesta.

Se elaboró una segunda matriz con las formas biológicas de las especies y la frecuencia de ocurrencia como variable de respuesta, con el objetivo de determinar las formas de vida más consumidas por los venados.

Se realizó el análisis para cada una de las matrices y como resultado del mismo se obtuvo la devianza total (variación total del sistema) y los cambios de devianza debidos a las diferentes variables de cada una de las matrices. Se determinó el grado de significancia ( $\alpha = 0.05$ ) de cada variable en el modelo mediante la tabla de chi-cuadrada considerando los grados de libertad para cada factor (Crawley, 1993).

Se utilizó la prueba t-Student para determinar entre qué niveles de las variables había diferencias significativas y se calculó de la siguiente manera:

$$T_{\text{cal}} = (\text{Estimado 1} - \text{Estimado 2}) / \text{Desviación estándar estimado 2}$$

## 6. Resultados

### 6.1. Catálogo fotográfico

Se elaboró un catálogo fotográfico de 61 especies de plantas, el cual contiene 226 fotografías digitales de los diferentes tipos de estructuras celulares (Figuras 9-15).

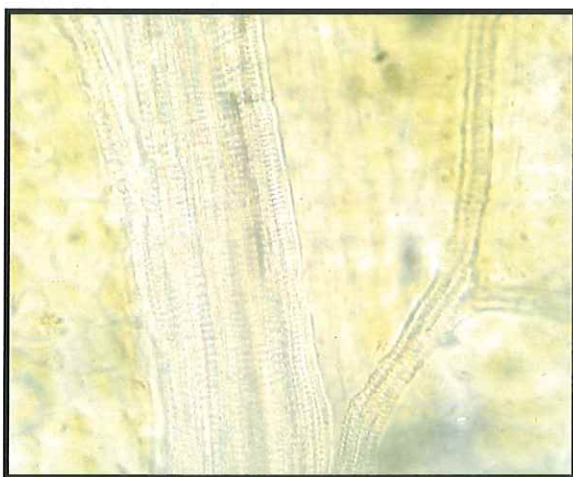


Figura 9. Haz vascular de *Acalipha californica*.

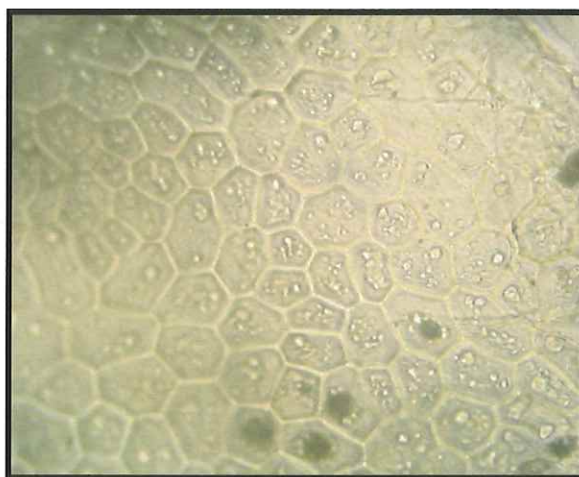


Figura 10. Células irregulares de *Gutierrezia sarothrae*.



Figura 11. Drusas de *Chorizante fimbriata*.

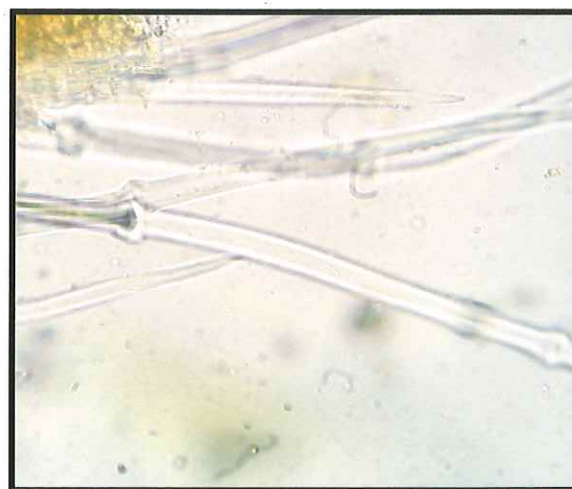


Figura 12. Tricomas articulados de *Ambrosia confertiflora*.



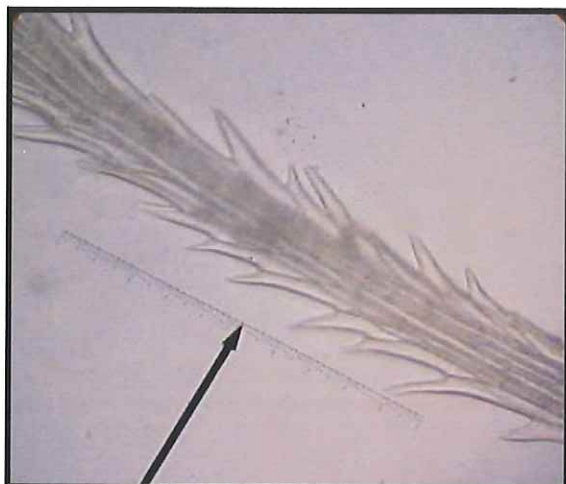


Figura 13. Estructura típica de flor de *Eupatorium herbaceum*.

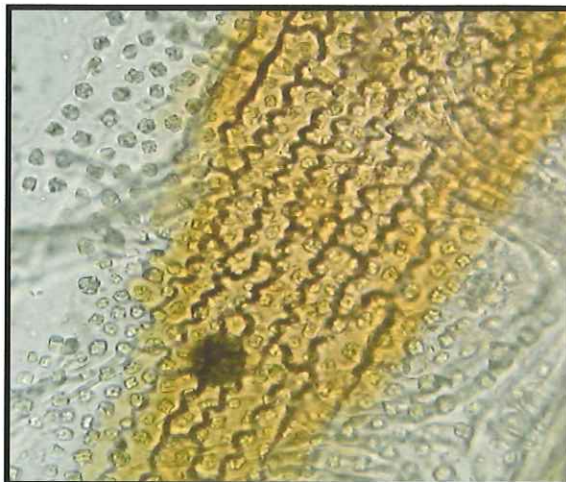


Figura 14. Células rompecabezas de *Chorizante fimbriata*.

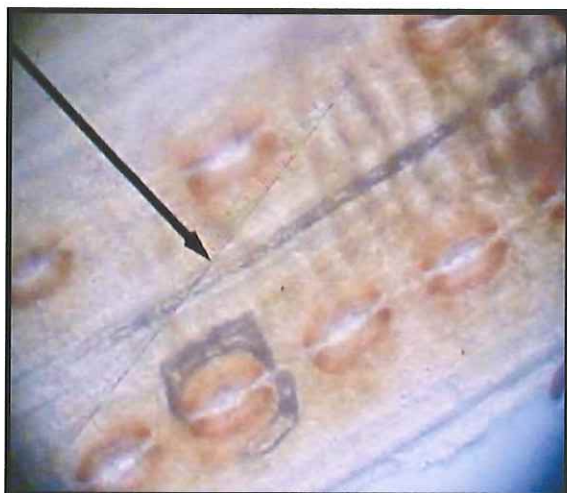


Figura 15. Estomas de *Pinus murrayana*.

## 6.2. Determinación de los hábitos alimentarios del venado bura en la temporada de primavera

### 6.2.1. Especies

De acuerdo al análisis microscópico de las estructuras celulares, el venado consumió 40 especies de plantas durante la temporada de primavera (Cuadro 1), de las cuales las especies más importantes fueron *Allium sp.*, *Fraxinus trifoliata*, *Quercus turbinella* y *Forestiera mexicana* (Figura 16).

Cuadro 1. Especies de plantas consumidas por el venado bura.

| Especie                       | Frecuencia de ocurrencia | Forma biológica | Especie                            | Frecuencia de ocurrencia | Forma biológica |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| <i>Allium sp.</i>             | 29                       | HP              | <i>Salvia pachyphylla</i>          | 6                        | HP              |
| <i>Fraxinus trifoliata</i>    | 29                       | AR              | <i>Lepidium lasiocarpum</i>        | 5                        | HA              |
| <i>Quercus turbinella</i>     | 29                       | AR              | <i>Mentha spicata</i>              | 5                        | HP              |
| <i>Forestiera mexicana</i>    | 26                       | AR              | <i>Amorpha californica</i>         | 4                        | AR              |
| <i>Nolina palmeri</i>         | 16                       | ACA             | <i>Gallium nutallii</i>            | 4                        | HP              |
| <i>Amorpha apiculata</i>      | 15                       | AR              | <i>Hedeoma martirensense</i>       | 4                        | HP              |
| <i>Euphorbia palmeri</i>      | 13                       | HP              | <i>Monardella linoides</i>         | 4                        | HP              |
| <i>Artemisa tridentata</i>    | 11                       | AR              | <i>Philadelphus microphyllus</i>   | 4                        | AR              |
| <i>Lathyrus splendens</i>     | 11                       | HA              | <i>Rhus ovata</i>                  | 4                        | AR              |
| <i>Yucca schidigera</i>       | 11                       | CAU             | <i>Arctostaphylos peninsularis</i> | 3                        | AR              |
| <i>Populus tremuloides</i>    | 10                       | A               | <i>Acalipha californica</i>        | 2                        | AR              |
| <i>Bromus ciliatus</i>        | 9                        | HA              | <i>Geranium atropurpureum</i>      | 2                        | HA              |
| <i>Rosa californica</i>       | 9                        | AR              | <i>Phlox austromontana</i>         | 2                        | HP              |
| <i>Viguiera laciniata</i>     | 9                        | AR              | <i>Astragalus grunus</i>           | 1                        | HP              |
| <i>Ambrosia confertiflora</i> | 8                        | HP              | <i>Ceanothus greggii</i>           | 1                        | AR              |
| <i>Gutierrezia sarothrae</i>  | 8                        | AR              | <i>Chenopodium fremontii</i>       | 1                        | HA              |
| <i>Castilleja martinii</i>    | 7                        | HP              | <i>Descurainia pinnata</i>         | 1                        | HA              |
| <i>Cupressus montana</i>      | 7                        | A               | <i>Pinnus jeffreyi</i>             | 1                        | A               |
| <i>Erigeron divergens</i>     | 7                        | HA              | <i>Quercus peninsularis</i>        | 1                        | AR              |
| <i>Cercocarpus betuloides</i> | 6                        | AR              | <i>Rhamnus californicus</i>        | 1                        | AR              |

A Árbol

CAU Caulescente

ACA Acaulescente

HA Hierba anual

AR Arbusto

HP Hierba perenne

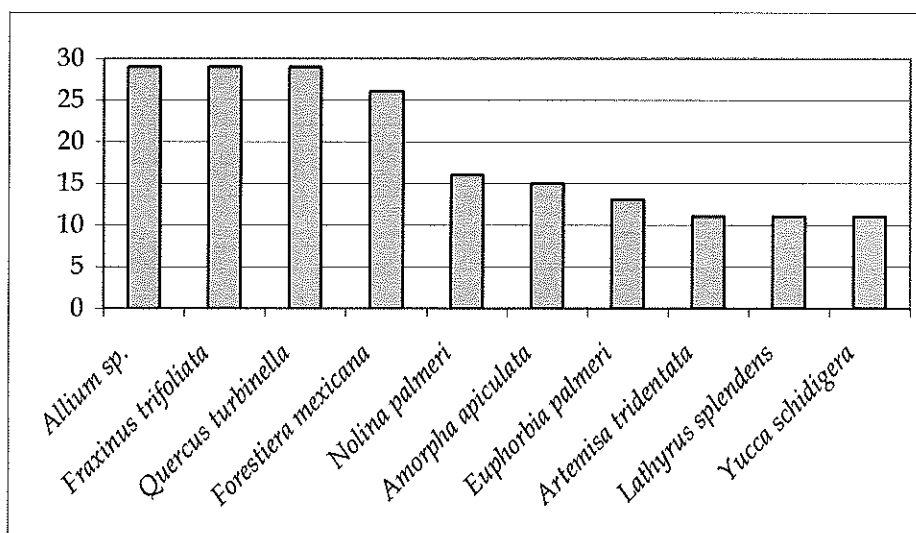


Figura 16. Frecuencia de ocurrencia de las 10 especies más consumidas por el venado bura.

Con respecto al consumo de especies por localidad, las localidades que presentaron un mayor número de especies fueron Campamento Padre Kino y La Tasajera, con un total de 28 especies, seguido de Vallecitos con 25, Aguaje del Burro con 22 y por último Los Llanitos con 18 (Tabla 2).

Las especies *Allium sp.*, *Artemisia tridentata*, *Forestiera mexicana*, *Fraxinus trifoliata*, *Nolina palmeri*, *Quercus turbinella* y *Yucca schidigera* se encontraron en las 5 localidades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de plantas consumidas por el venado bura en las localidades de muestreo.

| Especie                            | Localidad |     |    |    |    | Total |
|------------------------------------|-----------|-----|----|----|----|-------|
|                                    | AB        | CPK | LL | LT | V  |       |
| <i>Acalipha californica</i>        |           |     |    |    | ✓  | 1     |
| <i>Allium</i> sp.                  | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 5     |
| <i>Ambrosia confertiflora</i>      | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  |    | 4     |
| <i>Amorpha apiculata</i>           | ✓         | ✓   |    | ✓  | ✓  | 4     |
| <i>Amorpha californica</i>         | ✓         | ✓   |    |    | ✓  | 3     |
| <i>Arctostaphylos peninsularis</i> |           | ✓   | ✓  |    |    | 2     |
| <i>Artemisia tridentata</i>        | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 5     |
| <i>Astragalus grunus</i>           |           |     |    | ✓  |    | 1     |
| <i>Bromus ciliatus</i>             |           |     |    | ✓  | ✓  | 2     |
| <i>Castilleja martini</i>          | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  |    | 4     |
| <i>Ceanothus greggii</i>           |           |     |    | ✓  |    | 1     |
| <i>Cercocarpus betuloides</i>      | ✓         | ✓   |    |    | ✓  | 3     |
| <i>Chenopodium fremontii</i>       | ✓         |     |    |    |    | 1     |
| <i>Cupressus montana</i>           |           | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 4     |
| <i>Descurainia pinnata</i>         |           | ✓   |    | ✓  |    | 2     |
| <i>Erigeron divergens</i>          | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  |    | 4     |
| <i>Euphorbia palmeri</i>           | ✓         | ✓   |    | ✓  | ✓  | 4     |
| <i>Forestiera mexicana</i>         | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 5     |
| <i>Fraxinus trifoliata</i>         | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 5     |
| <i>Gallium nuttallii</i>           | ✓         | ✓   |    |    | ✓  | 3     |
| <i>Geranium atropurpureum</i>      |           |     |    | ✓  | ✓  | 2     |
| <i>Gutierrezia sarothrae</i>       | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  |    | 4     |
| <i>Hedeoma martirensense</i>       | ✓         | ✓   | ✓  |    |    | 3     |
| <i>Lathyrus splendens</i>          |           |     |    | ✓  | ✓  | 2     |
| <i>Lepidium lasiocarpum</i>        |           | ✓   | ✓  |    | ✓  | 3     |
| <i>Mentha spicata</i>              | ✓         | ✓   |    | ✓  |    | 3     |
| <i>Monardella linoides</i>         |           |     |    |    | ✓  | 1     |
| <i>Nolina palmeri</i>              | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 5     |
| <i>Philadelphus microphyllus</i>   |           |     |    |    | ✓  | 1     |
| <i>Phlox austromontana</i>         | ✓         | ✓   |    |    |    | 2     |
| <i>Pinus jeffreyi</i>              |           |     |    | ✓  |    | 1     |
| <i>Populus tremuloides</i>         |           | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 4     |
| <i>Quercus peninsularis</i>        | ✓         |     |    |    |    | 1     |
| <i>Quercus turbinella</i>          | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 5     |
| <i>Rhamnus californica</i>         |           |     |    | ✓  |    | 1     |
| <i>Rhus ovata</i>                  |           | ✓   |    | ✓  | ✓  | 3     |
| <i>Rosa californica</i>            | ✓         | ✓   |    | ✓  | ✓  | 4     |
| <i>Salvia pachyphyla</i>           |           | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 4     |
| <i>Viguiera laciniata</i>          |           | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 4     |
| <i>Yucca schidigera</i>            | ✓         | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | 5     |
| Total                              | 22        | 28  | 18 | 28 | 25 |       |

### 6.2.2. Formas biológicas

La forma biológica predominante en los hábitos alimentarios del venado bura fueron los arbustos, seguidos de hierba perenne, hierba anual, árboles, caulescentes y acaulescentes (Figura 16).

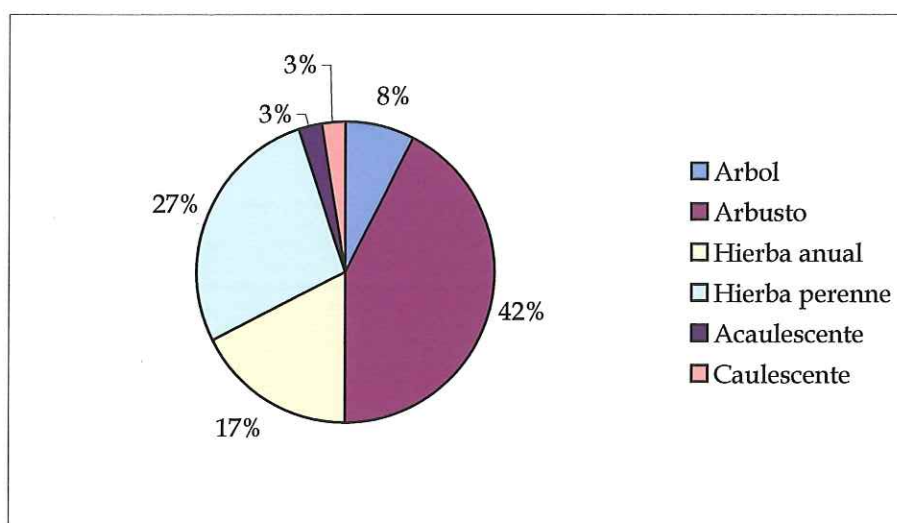


Figura 17. Porcentaje de las formas biológicas consumidas por el venado bura.

El venado bura consumió un total de 16 especies de arbustos, de las cuales las especies más importantes por su consumo fueron *Fraxinus trifoliata*, *Quercus turbinella*, *Forestiera mexicana*, *Amorpha apiculata* y *Artemisia tridentata*. Mientras que las menos consumidas fueron *Quercus peninsularis*, *Ceanothus gregii* y *Rhamnus californica* (Figura 18).

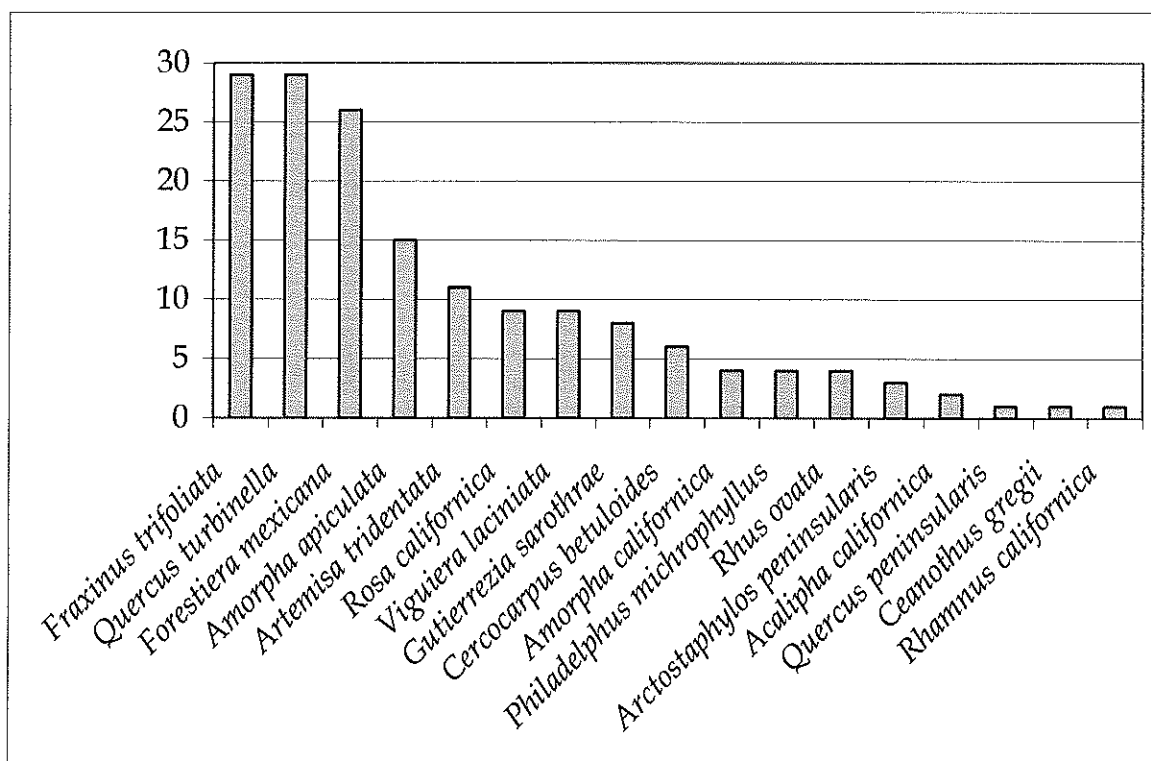


Figura 18. Frecuencia de ocurrencia de los arbustos consumidos por el venado bura.

De las 11 especies de hierbas perennes consumidas, la más importante fue *Allium* sp. y la menos importante fue *Astragalus grunus* (Figura 19).

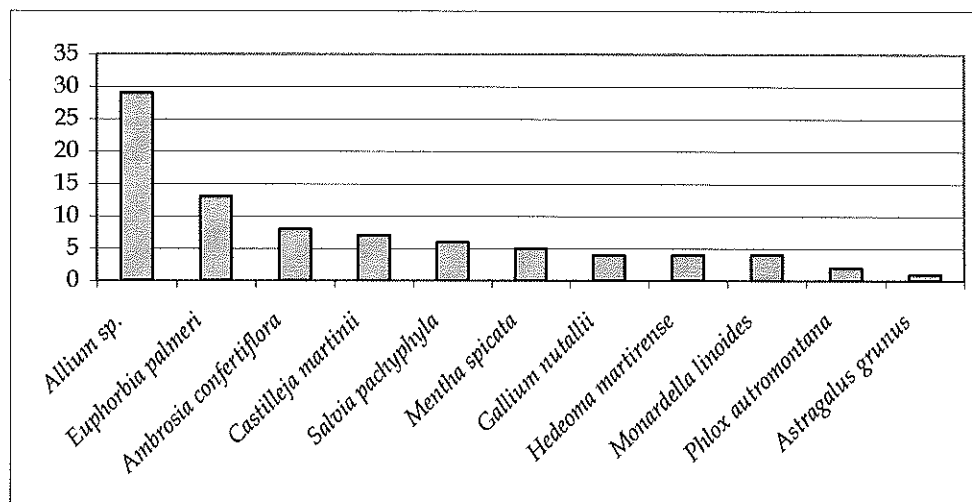


Figura 19. Frecuencia de ocurrencia de las hierbas perennes consumidas por el venado bura.

Con respecto a las hierbas anuales, solo se encontraron 7 especies, siendo *Lathyrus splendens* la más consumida (Figura 20).

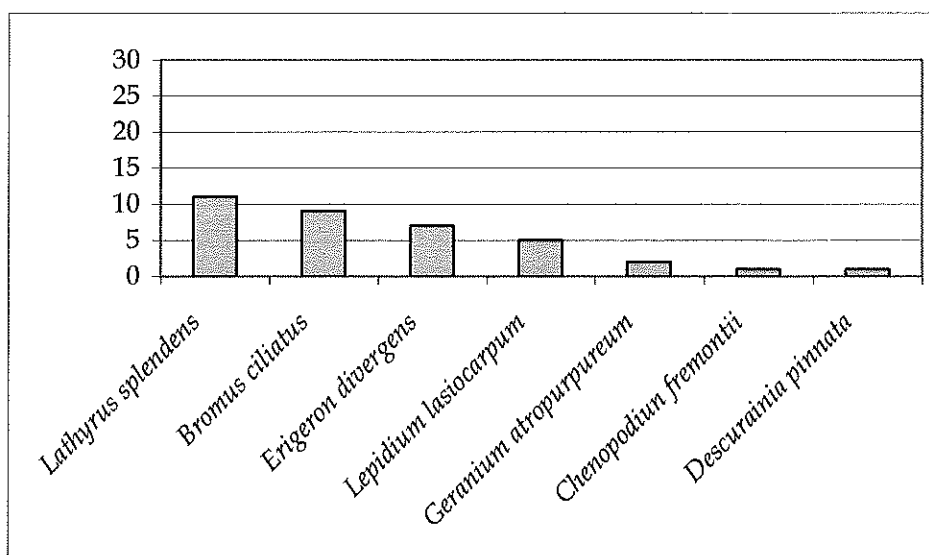


Figura 20. Frecuencia de ocurrencia de las hierbas anuales consumidas por el venado bura.

El venado bura solo consumió 3 especies de árboles, siendo las más importantes *Populus tremuloides* y *Cupresus montana* (Figura 21).

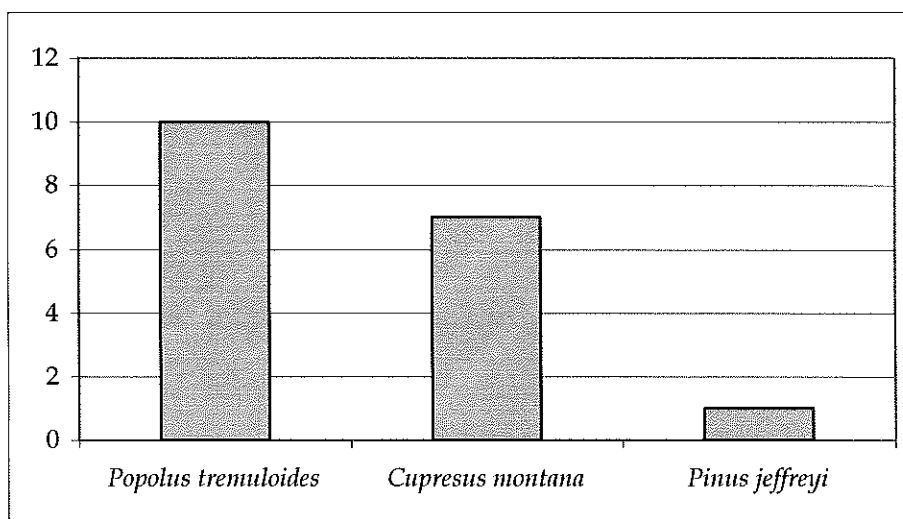


Figura 21. Frecuencia de ocurrencia de los árboles consumidos por el venado bura.

El venado consumió una especie de planta acaulescente *Nolina palmeri* (16) y en la forma biológica caulescente consumió únicamente *Yucca schidigera* (11).

### 6.2.3. Modelo lineal generalizado: localidad y especie

De acuerdo al análisis realizado se encontró que el comportamiento de la variable de respuesta es explicada en un 69.7 % por la variable especie y tan solo en 2 % por la localidad (ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de explicación de la variable de respuesta para cada uno de los factores.

| Factor       | Devianza | % de explicación | Grados de libertad | X <sup>2</sup> |
|--------------|----------|------------------|--------------------|----------------|
| Modelo       | 139.93   | 100              | 120                |                |
| Localidad    | 2.814    | 2                | 4                  | -              |
| Especie      | 97.47    | 69.7             | 39                 | *              |
| No explicada | 39.646   |                  |                    |                |

\* Significativo

- No significativo

Lo anterior indica que no existen diferencias significativas en la frecuencia de ocurrencia de las especies por localidad, pero que si existen diferencias significativas en la frecuencia de ocurrencia de las diferentes especies (Cuadro 2, Figura 22).

Al realizar la prueba t de student ( $\alpha 0.05$ ) para la variable especie, se encontraron diferencias significativas entre los siguientes grupos de especies:



|                                                                                                            |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Allium</i> sp.<br><i>Fraxinus trifoliata</i><br><i>Quercus turbinella</i><br><i>Forestiera mexicana</i> | > | <i>Nolina palmeri</i><br><i>Amorpha apiculata</i><br><i>Euphorbia palmeri</i><br><i>Artemisa tridentata</i><br><i>Lathyrus splendens</i><br><i>Yucca schidigera</i><br><i>Populus tremuloides</i><br><i>Bromus ciliatus</i><br><i>Rosa californica</i><br><i>Viguiera laciniata</i><br><i>Ambrosia confertiflora</i><br><i>Gutierrezia sarothrae</i><br><i>Castilleja martinii</i><br><i>Cupressus montana</i><br><i>Erigeron divergens</i><br><i>Cercocarpus betuloides</i><br><i>Salvia pachyphyla</i><br><i>Lepidium lasiocarpum</i> | <i>Mentha spicata</i><br><i>Amorpha californica</i><br><i>Gallium nutallii</i><br><i>Hedeoma martirens</i><br><i>Monardella linoides</i><br><i>Philadelphus microphyllum</i><br><i>Rhus ovata</i><br><i>Arctostaphylos peninsularis</i><br><i>Acalipha californica</i><br><i>Geranium atropurpureum</i><br><i>Phlox austromontana</i><br><i>Astragalus grunus</i><br><i>Ceanothus greggii</i><br><i>Chenopodium fremontii</i><br><i>Descurainia pinnata</i><br><i>Pinus jeffreyi</i><br><i>Quercus peninsularis</i><br><i>Rhamnus californicus</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 6.2.4. Modelo lineal generalizado: formas biológicas

De acuerdo al análisis realizado se encontró que el comportamiento de la variable de respuesta es explicada en un 90.2 % por la variable formas biológicas (Cuadro 4).

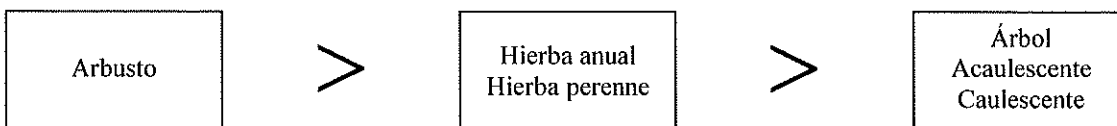
Cuadro 4. Porcentaje de explicación de la variable de respuesta para cada uno de los factores.

| Factor            | Devianza | % de explicación | Grados de libertad | X <sup>2</sup> |
|-------------------|----------|------------------|--------------------|----------------|
| Modelo            | 275      | 100              | 28                 |                |
| Formas biológicas | 248      | 90.2             | 5                  | *              |
| No explicada      | 27       |                  |                    |                |

\* Significativo

- No significativo

Al realizar la prueba t de student ( $\alpha 0.05$ ), se encontraron diferencias significativas entre los siguientes grupos de formas biológicas:



## 7. Discusiones

### 7.1. Variables explicatorias

Con base en los modelos lineales generalizados se determinó que los hábitos alimentarios del venado bura son explicados de manera significativa ( $p < 0.05$ ) por las variables: especie y forma biológica.

Otra variable que se consideró en los modelos lineales generalizados fue la localidad, sin embargo esta no explicó de manera significativa ( $p > 0.05$ ) los hábitos alimentarios del venado, debido a que los venados consumieron prácticamente la misma cantidad de especies en las diferentes localidades de muestreo (Cuadro 2).

El sexo era una de las variables a considerar en el presente trabajo, debido a que los machos y las hembras hacen un uso diferenciado de los recursos, de acuerdo a sus necesidades fisiológicas y de conducta. Sin embargo, Ayala (2004) determinó que las heces fecales utilizadas en el presente trabajo pertenecían en su totalidad a hembras, por lo que ya no se pudo realizar la comparación de los hábitos alimentarios entre sexos. El hecho de que se colectaran únicamente excretas de hembras de venado bura, indica que en las localidades de muestreo se distribuyen hembras y que los machos de venado bura se distribuyen en otras áreas de la Sierra de San Pedro Mártir. Esto puede deberse a que en los valles de San Pedro Mártir existen fuentes de agua y alimento con alto contenido nutricional, que requieren las hembras durante la gestación y la lactancia.

## 7.2. Especies

Debido a que el venado bura consumió una gran diversidad de especies, se considera una especie generalista (Ramírez, 1999). Este comportamiento se puede observar claramente en el cuadro 1, donde algunas especies presentan frecuencias de ocurrencia muy similares entre sí, lo que indica que al venado le da lo mismo alimentarse de una especie que de otra. Así mismo podemos observar que dentro de las especies consumidas están representadas cinco de las siete formas biológicas que existen en San Pedro Mártir (Cruz, 2001), a excepción de la frutescente y la suculenta, lo que también evidencia el comportamiento de generalista.

Las especies *Allium sp.*, *Fraxinus trifoliata*, *Quercus turbinella* y *Forestiera mexicana* son las más importantes, por el alto consumo que realizan los venados, debido probablemente a la alta palatabilidad o al gran contenido nutricional que presentan. Es importante resaltar el consumo de estas especies, ya que su uso puede estar relacionado con los eventos reproductivos de la población, dado que las hembras son las encargadas de gestar y lactar a las crías.

## 7.3. Formas biológicas

Se decidió trabajar con formas biológicas con el fin de agrupar los datos, ya que cuando se realizó el modelo lineal generalizado de las especies consumidas, los datos estaban muy fraccionados. Además de que la información generada a través del consumo de las formas biológicas, puede ser comparada con información generada en

otros lugares que tienen las mismas comunidades vegetales, pero diferentes especies de plantas a las presentes en la sierra de San Pedro Mártir.

Así mismo, las formas biológicas nos brindan una perspectiva más real de lo que sucede en el área de estudio, debido a que los animales están adaptados a utilizar la estructura vertical de la vegetación (Morrison et al, 1992).

### 7.3.1. Arbustos

De acuerdo a los resultados, la forma biológica más consumida por el venado bura fueron los arbustos. Esto concuerda con lo establecido en la literatura (Anderson et al, 1965; Anthony y Smith, 1974; Krausman et al, 1997; Ramírez, 1999; Urness, 1981) y puede deberse a que durante la temporada de primavera los arbustos comienzan a desarrollar nuevos brotes que concentran los nutrientes o a que los arbustos son las formas biológicas predominantes en el bosque de coníferas y el chaparral de San Pedro Mártir (Cruz, 2001).

### 7.3.2. Hierbas perennes y hierbas anuales

En las hierbas perennes, la especie *Allium sp.* es una de las mas consumidas por el venado bura, esto posiblemente se deba a que es una especie palatable o con un alto contenido nutricional.

Dentro de las hierbas anuales tenemos solamente una especie de pasto (*Bromus ciliatus*) consumida por el venado. El bajo consumo de hierbas anuales y por ende de pastos, posiblemente se pueda relacionar con la heterogeneidad que presenta la sierra

de San Pedro Mártir y por ende a la gran variedad de forraje disponible. También puede deberse a que las hierbas anuales son más abundante durante el verano, debido a que crecen después de las lluvias y como se menciona en la literatura, en esta temporada son muy utilizadas por el venado (Crouch, 1981, Dixon, 1934 y Urness, 1981).

### 7.3.3. Árboles

El hecho de que los árboles hayan presentado un bajo consumo por el venado bura, se puede deber a que las coníferas y en general las especies leñosas, ofrecen alimento durante el invierno o en periodos con escasez de forraje, por lo que son un alimento alternativo que proporciona el mínimo de nutrientes requeridos por el venado (Wallmo, 1981).

### 7.3.4. Acaulescente y caulescente

Las formas biológicas acaulescente y caulescente son las formas biológicas menos representadas en el área de estudio (Cruz, 2001). Sin embargo, su presencia en los hábitos alimentarios del venado bura es muy interesante, debido a que ambas formas biológicas no se encuentran en las localidades de muestreo, sino que están presentes en algunas laderas cercanas a dichas localidades (acaulescente) o en la zona de transición del bosque y el chaparral (caulescente). El consumo de *Nolina palmeri* (acaulescente) probablemente se deba a que el ámbito hogareño de las venadas en San Pedro Mártir, les permite realizar movimientos constantes entre las laderas y los valles. En el caso de

la *Yucca schidigera* (caulescente), puede deberse a que los venados estaban realizando sus movimientos estacionales y que estaban regresando a la parte alta de la Sierra después de haber pasado el invierno en lugares de menor altura, donde el invierno no es tan crudo.

#### **7.4. El venado y su relación con otros herbívoros**

Para fines de manejo es importante conocer la relación que guarda el venado con el borrego cimarrón y el ganado en la región de estudio, para establecer acciones que eviten o disminuyan la competencia entre las especies.

Es interesante comparar los hábitos alimentarios del borrego cimarrón y el venado bura en San Pedro Mártir, ya que a pesar de que el borrego se distribuye en la porción este del parteaguas de la sierra y el venado bura se distribuye en la porción oeste, durante el trabajo de campo encontramos evidencias directas e indirectas de ambas especies en áreas cercanas al parteaguas de la sierra. Ambas especies comparten el consumo de 14 especies de plantas, *Allium sp.*, *Acalipha californica*, *Astragalus grunus*, *Bromus ciliatus*, *Ceanothus greggii*, *Euphorbia palmeri*, *Monardella linoidea*, *Nolina palmeri*, *Pinnus jeffreyi*, *Philadelphus microphyllum*, *Quercus peninsularis*, *Quercus turbinella*, *Rhus ovata* y *Salvia pachyphyla*, lo que resulta en un moderado traslape en la dieta de ambos organismos (Galindo, 2000).

Con relación al impacto del ganado sobre el venado, se señala que la competencia entre ambas especies es mínima cuando hay disponibilidad de alimento, pero cuando el alimento escasea esta competencia aumenta (Dasmann, 1971). Esta situación se agrava

por el pastoreo excesivo del ganado, especialmente cerca de los depósitos de agua en las regiones áridas, debido a que el ganado consume gran parte del forraje que era consumido por los venados, lo que limita a las poblaciones de venado (Leopold, 1977).

También se conoce que el ganado causa problemas a la población de venado cuando se presenta en grandes cantidades, propiciándose competencia por espacio, más que por alimento, además de que el pastoreo excesivo provoca la pérdida de cobertura incrementando así la posibilidad de depredación.

De acuerdo con la literatura consultada y los resultados de este trabajo, en la Sierra de San Pedro Mártir el ganado podría estar afectando a la población de venado bura, ya que ambas especies comparten los mismos movimientos estacionales y durante el verano se alimentan principalmente de hierbas y pastos, lo que puede estar disminuyendo la cantidad de alimento para las venadas que se encuentran amamantando a sus crías y por ende disminuye la calidad de la leche que estas producen.

## 8. Conclusiones

- Se determinó que el venado bura consumió 40 especies de plantas, siendo las más importantes *Allium sp.*, *Forestiera mexicana*, *Fraxinus trifoliata*, y *Quercus turbinella*.
- La forma biológica más consumida por el venado bura es la arbustiva.
- El venado bura en la sierra de San Pedro Mártir se comporta como una especie generalista durante la temporada de primavera.
- Los factores que explican de manera significativa los hábitos alimentarios del venado bura son la especie y la forma de vida.
- El presente trabajo complementa la propuesta de plan de manejo para el venado bura en la sierra de San Pedro Mártir (Ahumada, 2000) en su componente de alimentación, ya que se generó información básica sobre los hábitos alimentarios de la especie.



## 9. Recomendaciones

- Se sugiere realizar estudios de abundancia de las especies más consumidas por el venado bura, para complementar los resultados obtenidos en el presente trabajo y poder utilizarlos para el manejo de la especie con respecto a sus hábitos alimentarios.
- Se recomienda realizar estudios bromatológicos de las especies de plantas más consumidas por el venado bura, *Allium sp.*, *Forestiera mexicana*, *Fraxinus trifoliata*, y *Quercus turbinella*. Con el objetivo de determinar el aporte nutricional de cada una de las especies a los hábitos alimentarios del venado.
- Se sugiere realizar un estudio sobre los hábitos alimentarios del ganado en San Pedro Mártir, con el fin de determinar si existe un impacto de este sobre la población de venado bura en el área de estudio.
- Se recomienda realizar un estudio en el cual se determinen los requerimientos nutricionales durante los periodos de preñez y lactancia, para proponer estrategias de manejo que mejoren la disponibilidad de alimento nutritivo para las hembras y de esta manera aumentar el número de nacimientos y la sobrevivencia de los cervatillos.

- También sería muy interesante determinar los requerimientos nutricionales del venado bura por estación, para poder conocer cual es la época crítica para el venado y de esta manera proponer estrategias de manejo encaminadas a mejorar la calidad de la alimentación y poder incrementar o mantener a la población de venado bura en el área de estudio.
- Debido al comportamiento generalista del venado bura y a la gran variedad de especies y formas biológicas que este consume, la alimentación de esta especie no se puede restringir a una o dos especies o formas biológicas, sino que más bien debe ser manejada con base en la variedad de especies más consumidas y en las diferentes formas biológicas.

## 10. Literatura citada

- AHUMADA, C., R. 2000. Propuesta de plan de manejo para el venado bura (*Odocoileus hemionus fuliginatus*) en la Sierra de San Pedro Mártir. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Tesis de maestría. Manejo de ecosistemas de zonas áridas. Ensenada, Baja California. México.
- ALCERREGA, C. Y F. MATA. 2001. Los ciervos de México. Página electrónica <http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/ciervos.htm>
- ÁLVAREZ DEL VILLAR J. 1981. Los cordados: origen, evolución y hábitos de los vertebrados. Compañía Editorial Continental, S. A. México, D. F. 372 p.
- ANDERSON, A., W. SNYDER y G. BROWN. 1965. Stomach content analyses related to condition in mule deer, Guadalupe Mountains, New Mexico. *Journal of wildlife management* 29(2): 352-366.
- ANTHONY y SMITH. 1974. Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets. *Journal of Wildlife Management* 38 (3): 535-540.
- ÁVILA, V., S. 2000. Impacto del puma (*Puma concolor*) en la actividad pecuaria del Ejido El Bramadero, B. C. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Tesis de maestría. Manejo de ecosistemas de zonas áridas. Ensenada, Baja California. México.
- AYALA, S. 2004. Comunicación personal.
- BAILEY, J. 1984. Principles of wildlife management. John Wiley and Sons, Inc. Estados Unidos de Norteamérica. 373 p.
- BARAJAS, A. M. 1991. La Sierra de San Pedro Mártir: crecimiento de un gigante. III semana de la exploración y la historia: Sierra San Pedro Mártir. Universidad Autónoma de Baja California. 27-28 pp.
- BUENO C., A. 2001. Hábitos alimentarios del puma *puma concolor* (Carnivora: Felidae) en la sierra San Pedro Mártir (SSPM), Baja California, México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de Biología. Tesis de licenciatura. Biología. Puebla, Puebla. México.
- BRONSON, F. H. 1989. Mammalian reproductive biology. University of Chicago Press. Chicago. 325 p.

- CRAWLEY, M. J. 1983. Herbivory: The dynamics of animal-plant interactions. University of California Press. Gran Bretaña. 379 p.
- CRAWLEY, M. J. 1993. GLIM for ecologist. Blackwell Science. Gran Bretaña. 379 p.
- COOPERRIDER, A. 1986. Food habits. Pp. 699-710 en Inventory and monitoring of wildlife habitat (R. J. Boyd y H. R. Stuart). Department of the Interior, Bureau of Land Management. Estados Unidos de Norteamérica.
- COWAN, I McT. 1936. Distribution and variation in deer (*Odocoileus hemionus*) of the Pacific Coastal Region of North America. California Fish and Game. 22(3): 156-246.
- CROUCH, G. L. 1981. Coniferous forest habitats: Part 1. Food habits and nutrition. Pp. 423-433 en Mule and black-tailed deer of North America (O. C. Wallmo). University of Nebraska Press. Lincoln, Nebraska.
- CRUZ V., D. S. 2001. Diagnósis de las formas biológicas y de vida de la flora vascular de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Tesis de licenciatura. Biología. Ensenada, Baja California. México.
- DASMANN, W. 1971. If deer are to survive. Stackpole Books. Harrisburg, Pennsylvania. 128 p.
- DELGADILLO R., J. 1998. Florística y ecología del norte de Baja California. Segunda edición. Universidad Autónoma de Baja California. 407 p.
- DELGADO A., L. A. 1991. El plutón de San Pedro Mártir: una visita ecológica. III semana de la exploración y la historia: Sierra San Pedro Mártir. Universidad Autónoma de Baja California. 25-27 pp.
- DEMARAIS, S. y P. KRAUSMAN. 2000. Ecology and management of large mammals in North America. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 778 p.
- DIXON, J. S. 1934. A study of the life history and food habits of mule deer in California. Part II. Food habits. California fish and game 20: 315-364.
- ESCOTO R., M. 1994. Balance del agua del suelo en tres sitios de estudio en la sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Tesis de licenciatura. Biología. Ensenada, Baja California. México.

- GALINDO M., M. E. 2000. Hábitos alimentarios del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremonobates*) en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Tesis de maestría. Manejo de ecosistemas de zonas áridas. Ensenada, Baja California. México.
- GALLINA, S., S. ÁLVAREZ-CÁRDENAS y P. GALINA-TESSARO. 2000. Familia Cervidae. Pp. 793-815 en Mamíferos del noroeste de México II (S. T. Álvarez-Castañeda y J. L. Patton). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur, México.
- GEIST, V. 1981. Behavior: adaptative strategies in mule deer. Pp. 1-223 en Mule and black-tailed deer of North America (O. C. Wallmo). University of Nebraska Press. Lincoln, Nebraska.
- GERARDO A., A. 1993. Composición sistemática y ecológica de la ornitofauna de hábitats riparios del noroeste de Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Tesis de licenciatura. Biología. Ensenada, Baja California. México.
- HALL, R. 1981. The mammals of North America. Volumen II. 2da. Edición. John Wiley and Sons. Nueva York. 1078-1137 pp.
- HILL, R. 1956. Forage, food habits and range management of the mule deer. Pp. 393-414 en The deer of North America: the white-tailed, mule and black-tailed deer, Genus *Odocoileus*: their history and management (W. P. Taylor). The Stackpole Co. Harrisburg, Pennsylvania.
- INE. 1999. Sierra de San Pedro Mártir: Parque Nacional. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAP-INE.  
<http://www.ine.gob.mx/ucanp/data/consultaFicha.php3?anp=78>
- KOWALSKI, K. 1981. Mamíferos: manual de teriología. H. Blume Ediciones. Madrid, España. 421-430 pp.
- KORSCHGEN, L. J. 1980. Procedures for food-habits analyses. Pp 113-127 en Wildlife management techniques manual (S. D. Schemnitz). The Wildlife Society. Washington, D. C.
- LANG, E. M. 1957. Deer of New Mexico. New Mexico Department of Game and Fish. Santa Fe, Nuevo México. Boletín #5 8-17 pp.
- LEOPOLD, A. 1977. Fauna silvestre de México: aves y mamíferos de caza. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D. F. 570-576 pp.

- McSHEA, W. J., H. B. UNDERWOOD y J. H. RAPPOLE. 1981. Deer management and the concept of overabundance. Pp. 1-7 en *The science of overabundance: deer ecology and population management* (W. J. McShea, H. B. Underwood y J. H. Rappole). Smithsonian Institution Press. Washington, D. C.
- MELLINK, E. 1991. Mamíferos conocidos de la Sierra de San Pedro Mártir. III Semana de la exploración y la historia: Sierra de San Pedro Mártir. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 45-48 pp.
- MINNICH, R. A. y E. FRANCO-VIZCAÍNO. 1999. La protección de la vegetación y los regímenes de incendios de la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California. *Fremontia*. Revista de la Sociedad de Plantas Nativas de California. 28-38 pp.
- MONTOYA, L., M. 1998. Evaluación del hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates* Elliot, 1903) con fines de manejo en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Tesis de maestría. Manejo de ecosistemas de zonas áridas. Ensenada, Baja California. México.
- NUDDS, T. 1980. Forage "preference": theoretical considerations of diet selection by deer. *Journal of Wildlife Management*. 44(3):735-740.
- OBERBAUER, T. A. 1999. La Sierra de San Pedro Mártir. *Fremontia*. Revista de la Sociedad de Plantas Nativas de California. 23-27 pp.
- ORR, R. 1978. *Biología de los Vertebrados*. Nueva Editorial Interamericana. Cuarta edición. México, D. F. 545 p.
- PEÑA, N., J. M. y R. HABIB. 1980. La técnica microhistológica: Un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. SARH. Departamento de Manejo de Pastizales. Serie técnico-científica. Vol. I, No. 6. 81 p.
- RAMÍREZ A., J. 1999. Preferencias alimentarias del venado bura *Odocoileus hemionus* Rafinesque 1817, en Arroyo Grande, Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Tesis de maestría. Manejo de ecosistemas de zonas áridas. Ensenada, Baja California, México.
- REYES-COCA, S. 1991. Climatología de Baja California: Sierra de San Pedro Mártir. III Semana de la exploración y la historia: Sierra de San Pedro Mártir. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 29-33 pp.
- RODRÍGUEZ-MERAZ, M. 1991. Las aves de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. III Semana de la exploración y la historia: Sierra de San Pedro

- Mártir. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. México. 41-44 pp.
- RUIZ-CAMPOS, G. 1991. Caracterización limnológica de los arroyos de la sierra San Pedro Mártir, como hábitats de la trucha endémica *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Everman). III Semana de la exploración y la historia: Sierra de San Pedro Mártir. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 39-41 pp.
- RUIZ-CAMPOS, G. 1993. Bionomía y ecología poblacional de la trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Everman), de la sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Tesis de doctorado. Doctorado en ciencias con especialidad en ecología acuática y pesca. Monterrey, Nuevo León. México.
- SEVERSON, K. 1981. Food habitats and nutritional relationships of mule deer in southwestern United States. Pp. 149-164 en *Deer biology, habitat requirements and management in Western North America* (P. F. Ffolliot y S. Gallina). Instituto de Ecología, A. C. México D. F.
- SHORT, H. L. 1966. Methods for evaluating forages for wild ruminants. *Transactions of North American Wildlife and Natural Resource Conference* 31: 122-128.
- SHORT, H. L. 1981. Nutrition and metabolism. Pp. 99-128 en *Mule and black-tailed deer of North America* (O. C. Wallmo). University of Nebraska Press. Lincoln, Nebraska.
- SPP. 1982a. Carta de efectos climáticos regionales, mayo-octubre 1:250,000. Lázaro Cárdenas H11-5-6. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- \_\_\_\_\_. 1982b. Carta de efectos climáticos regionales, mayo-octubre 1:250,000. San Felipe H11-3. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- \_\_\_\_\_. 1982c. Carta de efectos climáticos regionales, noviembre-abril 1:250,000. Lázaro Cárdenas H11-5-6. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- \_\_\_\_\_. 1982d. Carta de efectos climáticos regionales, noviembre-abril 1:250,000. San Felipe H11-3. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- \_\_\_\_\_. 1982e. Carta edafológica 1:250,000. San Felipe H11-3. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- \_\_\_\_\_. 1982f. Carta estatal hidrológica superficial 1:250,000. San Felipe H11-3. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.

\_\_\_\_. 1982g. Carta geológica 1:250,000. Lázaro Cárdenas H11-5-6. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.

\_\_\_\_. 1982h. Carta geológica 1:250,000. San Felipe H11-3. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.

STEWART, D. R. M. 1967. Analysis of plant epidermis in feces: A technique for studying the food preferences of grazing herbivores. *Journal of Applied Ecology* 4: 83-111.

URNESS, P. J., D. J. NEFF y J. R. VAHLE. 1975. Nutrient content of mule deer diets from poderosa pine range. *Journal of wildlife management* 39(4): 670-673.

URNESS, P. J. 1981. Desert and chaparral habitats: Part 1. Food habits and nutrition. Pp. 347-365 en *Mule and black-tailed deer of North America* (O. C. Wallmo). University of Nebraska Press. Lincoln, Nebraska.

VAUGHAN, T. A. 1986. Mamíferos. Tercera edición. Nueva Editorial Interamericana. México. 586 p.

WALLMO, O. C., L. H. CARPENTER, W. L. REGELIN, R. B. GILL y D. L. BAKER. 1977. Evaluation of deer habitat on a nutrition basis. *Journal of range management* 30(2): 122-127.

WALLMO, O. C. 1981. Mule and black-tailed deer distribution and habitats. Pp. 1-25 en *Mule and black-tailed deer of North America* (O. C. Wallmo). University of Nebraska Press. Lincoln, Nebraska.

WALLMO, O. C y W. L. REGELIN. 1981. Rocky mountain and intermountain habits: Part 1. Food habits and nutrition. Pp. 387-398 en *Mule and black-tailed deer of North America* (O. C. Wallmo). University of Nebraska Press. Lincoln, Nebraska.

WELSH, H. 1988. An ecogeographic analysis of the herpetofauna of the sierra San Pedro Mártir region, Baja California, with a contribution to the biogeography of the Baja California herpetofauna. *Proceedings of the California academy of sciences*. 46(1):1-72.

ZÚÑIGA C., W. R. 1995. Ordenamiento integral de la cuenca del arroyo Santo Domingo, Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. Tesis de maestría. Manejo de ecosistemas de zonas áridas. Ensenada, Baja, California. México.