

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS**

**Maestría en Ciencias en  
Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas**



**PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA EL VENADO BURA  
(*Odocoileus hemionus fuliginatus*) EN LA SIERRA SAN PEDRO  
MÁRTIR.**

**TESIS**

**QUE PRESENTA**

**RAMIRO AHUMADA CERVANTES**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS**



**Ensenada, Baja California, México**

**Noviembre, 2000**

**PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA EL VENADO BURA  
(*Odocoileus hemionus fuliginatus*) EN LA SIERRA SAN PEDRO  
MÁRTIR.**

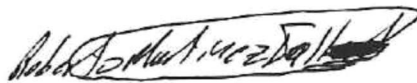
**TESIS**

**QUE PRESENTA**

**RAMIRO AHUMADA CERVANTES**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**APROBADO POR:**



**DR. ROBERTO MARTÍNEZ GALLARDO  
DIRECTOR DE TESIS**



**DR. VÍCTOR SÁNCHEZ-CORDERO  
DÁVILA  
SINODAL**



**M.C. JORGE ALANIZ GARCÍA  
SINODAL**

## DEDICATORIA

A mis padres, Clarisa y Ramiro, por su cariño, por su constante esfuerzo para sacarme adelante, porque gracias a su apoyo nunca me he rendido.

A mi hermana Brenda, por su ayuda constante, por sus consejos y regaños.

A mis hermanos, José Ramón y Juan Miguel, por echarme la mano cuando lo he necesitado.

A Mardaya, por su amor y paciencia, gracias.

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a las personas que me han brindado su amistad y me han ayudado a sacar adelante esta tesis.

Gracias al Dr. Roberto Martínez Gallardo, mi director de tesis, por su ayuda en el trabajo de campo y por su asesoría en la elaboración de la tesis.

A mis compañeros Edith, Erika, Julián, Angel, y Sergio, por la calidez humana que me brindaron y por aguantar mis bromas.

A mis asesores de tesis, Dr. Víctor Sánchez-cordero y M.C. Jorge Alaniz, por sus comentarios y sugerencias para la elaboración de la tesis.

A la M.C. Brenda Ahumada, por su constante apoyo y por sus comentarios en la edición de la tesis.

A Sonia, Eva y Ricardo por su ayuda en el trabajo de campo.

A Juan Diego, por su ayuda en la elaboración de mapas y por hacerme reír mientras escribía la tesis en la sala de computo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada durante mis dos años de estancia en la maestría.

Al USFWS-SEMARNAP convenio 1448-98210-99-6339, por su apoyo económico parcial durante el último año de estancia en la maestría.

A los proyectos de borrego cimarrón y de puma, por aceptarme en sus equipos y permitirme realizar parte del trabajo de campo.

Al SIMAC, por el apoyo económico al proyecto: Plan de manejo para el venado bura (*Odocoileus hemionus*) en La Sierra San Pedro Mártir, Ejido Bramadero., con clave No. 990106003, del cual este trabajo forma parte.

## RESUMEN

El venado bura ha sido poco estudiado en el estado de Baja California, existen algunos trabajos sobre hábitos alimenticios, pero no se sabe nada sobre aspectos importantes como: densidad, estructura de edades, proporción de sexos, tasas de mortalidad y natalidad, entre otros. Es importante llevar a cabo este tipo de estudios, ya que sirven como base para la elaboración de planes de manejo que ayuden al aprovechamiento sustentable de la especie. El objetivo del presente estudio fue elaborar una propuesta de manejo para el aprovechamiento sustentable del venado bura (*Odocoileus hemionus fuliginatus*) en la Sierra San Pedro Mártir, para lo cual se realizó una estimación de la densidad del venado en el área, se obtuvieron parámetros poblacionales (proporción de sexos, estructura de edades) y se efectuó una caracterización del hábitat del venado. En la estimación de la densidad se utilizó el método de transecto en línea; se hicieron muestreos en los meses de julio, septiembre y diciembre de 1999; abril, junio y agosto de 2000. Se recorrieron alrededor de 101 kms. en los cuales se observó un total de 81 venados. Tanto la densidad como la proporción de sexos y la estructura de edades variaron a través del tiempo, dicha variación puede ser debida a los ritmos en cambios de actividad relacionados con cambios en el ciclo reproductivo y en el hábitat. En la caracterización de hábitat se utilizó el método de líneas de Canfield, se realizó un análisis de correlación y se aplicó el programa estadístico GLIM para determinar los factores que facilitan la presencia de venados en el área. Los resultados muestran una tendencia de los venados a preferir los lugares con cobertura vegetal de 20 a 40%, con abundancia de hierbas, con poca pendiente y pedregosidad; además de los lugares con agua temporal. Los resultados obtenidos se utilizaron para armar la propuesta de plan de manejo, la cual se dividió en dos partes: a) manejo de la población y b) manejo del hábitat. En la primera parte se ofrecen recomendaciones sobre acciones para el mantenimiento de la densidad, ajuste de la proporción de sexos y estructura de edades; además, se recomiendan acciones para la cacería, ecoturismo y monitoreo de enfermedades; también se elaboró un calendario para el manejo y monitoreo de la población de venado. En la segunda parte se dan recomendaciones para el mejoramiento y mantenimiento del hábitat, además de un calendario para el manejo de hábitat.

## ABSTRACT

Mule deer has been little investigated in Baja California, there is some frameworks about deer foods, but there is little knowledge of important aspects like, density, age structure, buck:doe ratio, mortality and natality rates, etc. It is important to accomplish this type of survey, because they are the base for the elaboration of management plans. The objective of the present study was to elaborate a proposal of management plan for a good exploitation of mule deer (*Odocoileus hemionus fuliginatus*) in Sierra San Pedro Martir. For this, were estimated the density and sex ratio, age structure and a habitat characterization was realized. For the estimation of the density, the line transect sampling was used. The line transect sampling was done on July, September and December of 1999, April, June and August of 2000. Were walked about 101 km. and 81 deer were observed. The density, sex ratio and age structure varied throughout of the time. This variation perhaps is consequence of the rhythms in changes of activity concerning with changes in the reproductive cycle and the habitat. In the habitat characterization the lines Canfield method was utilized, besides, was realized an analysis of correlation and the statistical GLIM program was applied for determining the factors that favor the presence of deer in the area. The aftermath show a tendency of the deer to preferring the places with cover of 20 to 40 %, with herbal abundance, little slope and little stony. The obtained aftermath were utilized for arming the proposal of management plan, it was separated in two parts: A) population management and b) habitat management. In the first part were recommended the density maintenance, sex ratio and age structure adjustments, besides hunting, Ecological tourism and diseases monitoring were recommended, also a calendar for management and monitoring of the population of deer was done. In the second part put to work for the habitat improvement and its maintenance went proposed, in addition to a calendar of habitat management.

<b>ÍNDICE</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
2.1. PROBLEMÁTICA RELACIONADA CON EL MANEJO DE LA FAUNA SILVESTRE EN MÉXICO.....	3
2.2. DISTRIBUCIÓN, ESPECIES Y SUBESPECIES DE VENADO EN MÉXICO.....	5
2.3. CARACTERÍSTICAS, REPRODUCCIÓN Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL VENADO BURA.....	6
2.4. MÉTODOS PARA ESTUDIAR LAS POBLACIONES DE VENADO.....	9
2.5. COMPETENCIA ENTRE EL VENADO Y EL GANADO.....	12
2.6. MANEJO.....	15
<b>III. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>IV. OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
<b>V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>19</b>
5.1. FISIOGRAFÍA.....	19
5.2. GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA.....	19
5.3. HIDROLOGÍA.....	21
5.4. CLIMATOLOGÍA.....	22
5.5. VEGETACIÓN.....	22
5.6. FAUNA.....	23
5.7. USO DEL SUELO.....	23
<b>VI. METODOLOGÍA.....</b>	<b>24</b>
6.1. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD Y DETERMINACIÓN DE PROPORCIÓN DE SEXOS Y ESTRUCTURA DE EDADES.....	24
6.2. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT.....	26
6.3. DISEÑO DE LA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO.....	29
<b>VII. RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
7.1. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD.....	30
7.2. PROPORCIÓN DE SEXOS Y ESTRUCTURA DE EDADES.....	30
7.3. CONDICIÓN DE LA POBLACIÓN DE VENADO.....	32
7.4. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT.....	35
7.4.1. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.....	38
7.4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GLIM.....	40
<b>VIII. DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>

8.1. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD, PROPORCIÓN DE SEXOS Y ESTRUCTURA DE EDADES.....	44
8.2. CONDICIÓN DE LA POBLACIÓN DE VENADO.....	49
8.3. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT.....	50
8.3.1 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.....	50
8.3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GLIM.....	53
<b>IX. CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>X. PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA EL VENADO BURA EN LA SIERRA SAN PEDRO MÁRTIR.....</b>	<b>59</b>
A. ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DE LA POBLACIÓN DE VENADO.....	59
1. MANTENIMIENTO DE LA DENSIDAD.....	59
2. AJUSTE DE LA PROPORCIÓN DE SEXOS.....	61
3. AJUSTE DE LA ESTRUCTURA DE EDADES.....	62
4. CACERÍA.....	63
5. MONITOREO DE ENFERMEDADES.....	65
6. ECOTURISMO.....	66
7. CALENDARIO DE MANEJO Y CICLO BIOLÓGICO DE LA POBLACIÓN.....	67
B. ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DEL HÁBITAT DEL VENADO.....	68
1. MEJORAMIENTO DE HÁBITAT.....	68
2. MANTENIMIENTO DE HÁBITAT.....	72
3. CALENDARIO DE MANEJO DE HÁBITAT.....	75
<b>XI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Clases en las que se dividió a los factores localidad y fuentes de agua, para el análisis estadístico de GLIM.....	28
CUADRO II. División de los factores pendiente, pedregosidad y sexo para el análisis estadístico de GLIM.....	28
CUADRO III. Resultados de la estimación de la densidad en el programa DISTANCE.....	33
CUADRO IV. Correlaciones de la densidad total, de machos y de hembras con la cobertura y frecuencia de hierbas, arbustos y árboles.....	40
CUADRO V. Correlación de la densidad total, de machos y hembras con pendiente y pedregosidad.....	40
CUADRO VI. Porcentaje de la devianza total que es explicado por cada factor (localidad, fuentes de agua y la interacción entre los dos) en el análisis estadístico de GLIM.....	41
CUADRO VII. Resultados de la prueba de significancia de t-student que se realizó entre las clases de los factores localidad y fuentes de agua.....	42
CUADRO VIII. Porcentaje de la devianza total explicado por cada uno de los factores (pendiente, pedregosidad, sexo y la interacción entre los tres) en el análisis de GLIM.....	43
CUADRO IX. Resultados de la prueba de significancia de t-student que se hizo entre las clases de los factores pendiente, pedregosidad y sexo.....	43
CUADRO X. Calendario de manejo y ciclo biológico de la población.....	68
CUADRO XI. Calendario de manejo de hábitat.....	76

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1. Ubicación del área de estudio.....	20
FIGURA 2. Venado solitario observado por el camino al observatorio.....	31
FIGURA 3. Venada solitaria observada en Llanitos.....	31
FIGURA 4. Variación de la densidad a lo largo del estudio poblacional, de julio de 1999 a agosto de 2000.....	33
FIGURA 5. Variación de la proporción de sexos a lo largo de la investigación, de julio de 1999 a agosto de 2000.....	34
FIGURA 6. Variación de la estructura de edad (adulto:joven) de julio de 1999 a agosto de 2000.....	34
FIGURA 7. Variación de la estructura de edades entre hembras y entre machos a lo largo del estudio, de julio de 1999 a agosto de 2000.....	35
FIGURA 8. Localidades donde se hizo la caracterización de hábitat.....	39
FIGURA 9. Hembra joven observada en La Corona.,.....	45
FIGURA 10. Hembra joven descansando a orillas del camino a La Corona.....	45
FIGURA 11. Venado macho con astas vistosas de dos puntas cada una.....	51
FIGURA 12. Venado macho con astas vistosas de tres puntas cada una.....	51
FIGURA 13. Cercanía de las fuentes de agua con las localidades donde se observó venado y se hizo la caracterización de hábitat.....	56

## I. INTRODUCCIÓN.

En México los programas orientados a la conservación de las especies silvestres se han concentrado en aquellas que tienen importancia cinegética y comercial. En general, estos proyectos son aislados y han carecido de la cooperación de la sociedad por no existir mecanismos e instancias suficientes de participación. A partir de la última década, se han hecho sentir procesos de colaboración por parte de los productores rurales en acciones para la protección de la vida silvestre, básicamente a través del establecimiento de criaderos, viveros y unidades de producción extensiva que están demostrando su alta viabilidad como elementos de desarrollo económico. La importancia de dichas unidades radica tanto en la conservación del hábitat como de las especies silvestres. En estos centros la tarea recae directamente en los particulares, quienes elaboran e instrumentan sus propios planes de manejo (SEMARNAP, 1997).

El manejo para aprovechar y conservar cualquier especie silvestre debe estar basado en el conocimiento de la demografía de la población de interés y de sus relaciones con otras especies y su hábitat (Mandujano, 1994). Un diseño de manejo para el venado debe contener un adecuado sistema de análisis y monitoreo de los cambios en la población a través del tiempo, tanto de la densidad, como proporción de sexos y estructura de edades, para definir las acciones de manipulación más adecuadas, así como el número óptimo de animales que se pudieran cazar cada temporada de caza (Alcalá, 1990). También, es importante evaluar y monitorear las condiciones del hábitat, conocer lo mejor posible la biología de la especie y sus posibles relaciones con especies vecinas.

El manejo del hábitat involucra una serie de acciones que se orientan a mantener las condiciones naturales promoviendo el incremento poblacional de la especie. Esto depende del tipo de vegetación, su estado de conservación y la presencia de actividades productivas como la agricultura y la ganadería (SEMARNAP, 1997); algunas de las manipulaciones que se hacen a nivel de hábitat son las de suplir la deficiencia de alimento, de agua y de cobertura e incremento del área usada, entre otras ( Bailey, 1984; Gallina y González, 1993).

El venado bura (*Odocoileus hemionus*), se encuentra entre las especies con mayor demanda para la actividad cinegética y se distribuye en la mayor parte del estado de Baja California. El principal problema relacionado con este animal, es la escasez de estudios sobre aspectos importantes como abundancia, estructura de sus poblaciones, uso de hábitat, ámbito hogareño, así como tasas de reproducción y mortalidad. La ausencia de este tipo de información necesaria para su manejo y conservación, ha fomentado la disminución de sus poblaciones silvestres (Ezcurra *et al.*, 1980).

Es necesario empezar a realizar estudios que tomen en cuenta todas las características poblacionales y las necesidades de hábitat, ayudando con esto al establecimiento de prácticas de manejo que permitan un aprovechamiento sostenido de la especie a largo plazo y a su vez contribuya en cierta manera al desarrollo de la región.

## **II. ANTECEDENTES.**

### **2.1. PROBLEMÁTICA RELACIONADA CON EL MANEJO DE LA FAUNA SILVESTRE EN MÉXICO.**

En los países en vías de desarrollo como México, las políticas y prácticas agrícolas y ganaderas inadecuadas, aunadas a la ignorancia y avaricia, son responsables de la pérdida de grandes extensiones de hábitat para la fauna sobre todo en las regiones centro, sur y sureste del país. Menos dramática ha sido la pérdida de hábitats de fauna en el norte y noroeste de la República, ya que aquí muchos de los rancheros son cazadores y han procurado mantener en sus grandes extensiones de tierra algunos animales (Gallina y González, 1993).

En la actualidad en México la fauna silvestre es un recurso poco organizada y sin bases. La emisión de permisos de cacería se lleva a cabo con una total ignorancia del estado poblacional de las especies animales, ya que no existe información sobre la abundancia de las especies explotadas, ni de sus tendencias poblacionales (Galindo, 1993). México no ha contado con un programa definido que promueva, oriente y organice en el largo plazo la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (SEMARNAP, 1997). En general, un factor que impacta en gran medida a especies significativas es el aprovechamiento ilegal, el cual incluye a la cacería furtiva, captura, colecta, transporte y comercio no autorizado de ejemplares (SEMARNAP, 1997).

Las prácticas ilegales están asociadas a problemas culturales y de educación, a la falta de opciones de desarrollo socioeconómico, a insuficiencia y desconocimiento del marco legal vigente, así como a una escasa o nula

vigilancia y al incremento constante en la demanda de recursos relacionados con la vida silvestre (SEMARNAP, 1997).

El sector cinegético empieza a tener una creciente importancia en la conservación de la fauna silvestre. A diferencia de la cacería furtiva, los clubes y prestadores de servicios organizados inciden de manera determinante en la valorización y cuidado de los ejemplares de fauna, debido principalmente al interés que manifiestan por la conservación de su actividad y a la introducción de precios de mercado reales asignados a cada espécimen (SEMARNAP, 1997). De acuerdo con el número de permisos y con el monto de los pagos realizados por concepto de derechos de caza, el venado es una de las especies con mayor demanda o interés cinegético en México (SEMARNAP, 1997).

El manejo del venado se ha dado principalmente en criaderos. Los criaderos extensivos e intensivos que existen en el país son producto de esfuerzos aislados y de la iniciativa de sus actuales propietarios (SEMARNAP, 1997). La especialización cinegética de criaderos extensivos puede resultar no solamente una excelente oportunidad de diversificación económica, sino también en una acción contra el furtivismo (SEMARNAP, 1997). A partir de los últimos años, el manejo del venado y de la fauna silvestre en general se hace dentro de Unidades de Manejo y Aprovechamiento (UMAs). La puesta en marcha de estas unidades se basa en: el registro de las unidades, el manejo del hábitat, el monitoreo poblacional de las especies de interés, el aprovechamiento controlado, el plan de manejo y la certificación de la producción; en la categoría de UMAs entran las modalidades generales de producción y aprovechamiento que se reconocen actualmente desde el punto de vista administrativo y de manejo; estas son: intensivas y extensivas (SEMARNAP, 1997).

## 2.2. DISTRIBUCIÓN, ESPECIES Y SUBESPECIES DE VENADO EN MÉXICO.

Históricamente, los miembros de la familia Cervidae se han distribuido en toda la República Mexicana y se registran cuatro especies: a) el tamazate (*Mazana americana*), distribuido en zonas húmedas tropicales; b) el wapiti (*Cervus elaphus*) en el norte del país, ya desaparecido; c) el venado bura (*Odocoileus hemionus*), con una distribución principalmente en zonas templadas y áridas; y d) el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), que tiene la distribución más amplia (Galindo, 1993).

Galindo (1993), menciona que existen cuatro subespecies mexicanas de venado bura las cuales se encuentran en estado precario. La subespecie *Odocoileus hemionus cerrosensis*, restringida a la isla cedros, ha sido clasificada como rara debido principalmente al impacto de la cacería. *O. h. peninsulae* también se ha considerado en peligro. *O. h. crooki*, que originalmente ocupaba el área más amplia, desde Hidalgo y norte del estado de México, hasta la frontera con Estado Unidos, ha desaparecido de la mayor parte de su distribución, actualmente sólo se encuentra en el norte de Durango, Chihuahua y Sonora, en poblaciones extremadamente bajas y aisladas. La cuarta subespecie es *O. h. fuliginatus* de Baja California de la cual se desconoce su situación actual. Con el presente trabajo se busca dar un antecedente sobre esta última especie para el estado de Baja California y acabar con la incertidumbre de no saber las tendencias poblacionales de la población de venado en esta área del país.

Leopold (1977), menciona que en México existen dos tipos principales de venado bura: a) el de Baja California, el cual tiene preferencia por un hábitat bien cubierto con vegetación de chaparral, pino o encino, y b) el del desierto e interior de México, que es un animal de terrenos desnudos y vive en áreas

desérticas con escasa vegetación. En el área de estudio los venados generalmente se encuentran en los valles y praderas del bosque de pino.

### **2.3. CARACTERÍSTICAS, REPRODUCCIÓN Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL VENADO BURRA.**

El venado burra es robusto con largas orejas y astas que se ramifican dicotómicamente. El pelaje de invierno es gris, mientras que el de verano es rojizo. La cola es cilíndrica de color blanco, con un negro terminal que nunca se extiende más allá de la mitad de la cola. Todas las especies de venado burra tienen una larga glándula metatarsal en la parte exterior de cada pierna trasera; esta glándula es usualmente de 12 centímetros (Hungerford *et al.*, 1981). Las hembras no tienen astas. Los machos adultos normalmente tienen unas astas fuertes de 10 puntas, 8 de las cuales son bifurcaciones de las dos ramas principales en que cada asta se divide; las otras, dos son como pequeñas protuberancias que salen cerca de la base del asta respectiva; las astas de los machos jóvenes tienen pocas puntas y las de los adultos pueden tener hasta 10 (Leopold, 1977). Esto depende de la buena o mala nutrición que tengan los venados.

El venado burra vive la mayor parte del año en pequeños grupos, las hembras con sus cervatillos y animales de un año tienden a formar unidades sociales estables de 2 a 6 individuos y los machos se reúnen en pequeñas manadas de igual tamaño. Algunos machos, especialmente los jóvenes, se asocian regularmente con hembras y algunos venados de cualquier sexo, sin embargo pueden vivir solos. Los burras suelen vivir cerca de los depósitos de agua o cauces de los ríos durante la época seca, pero suben a las mesetas en épocas de lluvias. En San Pedro Mártir, pasan el verano cerca de las crestas y bajan a lugares de menor altura cuando viene la nieve, pero en ningún tiempo

bajan sin alguna razón pues siempre tienen un área de habitación ( Leopold, 1977). La calidad del área de habitación es afectada por muchos factores variables, además de las actividades del hombre, la inclinación del terreno, altura, condiciones del suelo, suplemento de agua natural, plantas y otros animales. Estos factores son influenciados por el clima y algunas veces por fuego (Dasmann, 1972).

En Baja California, la reproducción se efectúa en noviembre o diciembre y los cervatillos nacen al final de junio o en julio (Leopold, 1977). Las hembras adultas y algunas de un año entran en brama más o menos al mismo tiempo. Los machos de dos años y aun los de uno están capacitados fisiológicamente para reproducirse, pero los venados más viejos los obligan a apartarse de las hembras. Las hembras de un año normalmente tienen un sólo cervatillo, pero las adultas pueden tener uno o dos. La proporción en que dan a luz dos cervatillos en una manada es un resultado de la calidad de alimento que las hembras individualmente pueden conseguir (Leopold, 1977). En Texas se reporta que una venada adulta en un buen nivel nutricional debe producir cervatos gemelos y una hembra joven de 1.5 años de edad usualmente tiene un cervato (Davis, 1996). Las hembras de venado bura son más productivas cuando tienen tres años de edad (Cantú y Richardson, 1997). El potencial reproductivo de una manada de venados en un buen nivel de nutrición es de 1.5 a 1.8 cervatos por hembra. Sin embargo, la tasa de sobrevivencia de cervatos raramente se aproxima a este potencial en estado silvestre. En Texas la influencia de factores como calidad de hábitat, sobrepoblación de venado y ganado, depredación y clima provocan que la tasa de sobrevivencia sea de 50 cervatos por 100 hembras cada verano (Davis, 1996). En Baja California no se tiene información sobre este tema, por lo que se desconoce lo productivas que puedan ser las venadas en esta área.

En sus hábitos alimentarios el venado requiere de 16% de proteínas y proporciones balanceadas de calcio y fósforo, para esto el venado debe comer una gran variedad de plantas, ya que una sola especie no le proporciona todos los requerimientos nutricionales (Davis, 1996; Cantú y Richardson, 1997). Los requerimientos de energía del venado varían de acuerdo a la edad, sexo, peso y estatus de producción (crecimiento, lactancia, embarazo, etc.); la energía requerida por una hembra lactante de 45 kg. puede ser la misma para un macho adulto de 60 kg. en invierno o la requerida por un cervato en crecimiento (Henry, 1972); los alimentos principales del venado en la época lluviosa son: el pasto verde y diversas hierbas. En invierno o tiempos de sequía el venado come renuevos de ramitas y yemas de arbustos y arboles. En la región de estudio este se alimenta de encino, lila silvestre (*Ceanothus sp*), chamizo (*Adenostoma sp*) y halchapulín (*Rhamnus sp*) (Leopold, 1977). Según Ramírez (1999), en la localidad de Arroyo Grande, Baja California, el venado bura consume principalmente arbustos en todas las estaciones del año, seguido por especies arbóreas, herbáceas, suculentas, parásitas y gramíneas. En su estudio la dieta varió estacionalmente en función de la disponibilidad, diversidad y calidad del forraje, siendo *Acalypta californica* una especie clave en los hábitos alimentarios del venado.

La composición en los hábitos alimentarios del venado puede mostrar variaciones estacionales en un mismo año y entre años diferentes atribuyéndose estos cambios a las variaciones fenológicas e influencias climáticas que regulan la abundancia de los diferentes tipos de forraje y la preferencia de consumo de los mismos (Leopold, 1977; Wallmo, 1981 y Heydon *et al.*, 1993, en Ramírez, 1999). Al hacer el manejo de alguna especie, es importante conocer sus preferencias alimentarias en las diferentes épocas del año, para que con base en estas preferencias se establezcan estrategias de manejo importantes, en lo que respecta a su alimentación.

## 2.4. MÉTODOS PARA ESTUDIAR LAS POBLACIONES DE VENADO.

La colección de datos de una población usualmente envuelve algunos tipos de censos. Esta es básicamente una técnica diseñada para contar el número de individuos en un área. Diferentes tipos de métodos han sido diseñados a lo largo de los años como son: censos a pie, censos en carro, conteos con spotlight, conteos de huellas, conteos de grupos de excretas, censos aéreos, etc. Algunos de estos métodos son especiales para diferentes regiones y todas sus limitaciones, pero ninguno es 100% seguro (Cantú y Richardson, 1997 y Davis, 1996).

Existen numerosos artículos y trabajos sobre métodos para el conteo de animales, principalmente de transecto en línea, de este tema han escrito algunos autores como Burnhan *et al.* (1979 y 1980); Buckland *et al.*, (1996); Anderson *et al.* (1979); Mandujano (1994); Mandujano y Aranda (1993). El método de conteo de animales en transectos es una opción interesante para estimar la densidad de poblaciones animales silvestres, es fácil de aplicar, no es costoso y lo respalda una teoría simple pero sólida (Mandujano, 1994). El método de transecto tiene dos versiones: a) el transecto en franja y c) el transecto en línea. Sin embargo, el primero es un caso especial del transecto en línea (Burnhan *et al.*, 1980 y Mandujano, 1994) y consiste en establecer un largo conocido, dentro del área donde interese conocer el tamaño de la población. El transecto de franja tiene dos supuestos, que son 1) sólo se deben contar los individuos que están dentro del ancho del transecto previamente definido y 2) se debe tener la seguridad de contar a todos los individuos que están dentro de este ancho (Mandujano y Aranda, 1993). En el transecto en línea a parte de contar a los individuos se debe tomar en cuenta 1) la distancia de detección perpendicular del animal al transecto ó 2) la distancia radial y el ángulo del observador al animal. El ancho  $w$  se considera infinito pero

en la práctica  $w$  es la observación del animal más lejano del centro del transecto. Los supuestos de este transecto son: 1) los animales que estén a cero metros perpendiculares del transecto nunca deben pasar desapercibidos, 2) los animales están fijos al momento inicial en que se observan por primera vez, 3) ningún animal es contado dos veces, 4) las distancias son medidas exactamente y 5) las observaciones son eventos independientes (Burnhan *et al.*, 1980; Mandujano, 1994 y Anderson *et al.*, 1979).

Karanth y Sunquist (1992), utilizaron el muestreo de transecto en línea para estudiar la estructura de la población, densidad y biomasa de 7 especies de ungulados y de dos primates en un bosque tropical de Nagarahole, India, obteniendo buenos resultados.

Mandujano y Gallina (1993), analizaron la utilidad del conteo directo de venados en transectos de línea como método de censo en un bosque tropical caducifolio. Se compararon las estimaciones de la densidad con nueve modelos de este método, durante el periodo julio 1989 a junio 1991, las estimaciones variaron entre 5 a 22 venados/km<sup>2</sup> dependiendo del modelo y la época del año. Los modelos binomial-negativa, polinomial-exponencial y Cox2, dieron las estimaciones más altas; los modelos serie-exponencial, de franja con un ancho de 20 m y Cox1, las más bajas; y los modelos serie-Fourier, normal-media y de franja con un ancho de 10 m, intermedias. Los histogramas de frecuencias de las observaciones de venados variaron entre épocas y años, de manera tal que el modelo no paramétrico basado en la serie de Fourier podría ser el más adecuado para estimar la densidad en este tipo de hábitat tropical. Por lo tanto, la densidad promedio para el periodo de estudio se estimó en 11 venados/km<sup>2</sup>.

En un estudio sobre densidades poblacionales de los venados cola blanca, y bura en Norteamérica Galindo (1993), encontró 228 estimaciones para

venado cola blanca y 82 para venado bura. En el caso de *Odocoileus hemionus*, los registros se repartieron en cinco tipos de hábitat y las densidades promedio más altas se obtuvieron en el chaparral (10%), en el bosque de coníferas templado-seco (32%), en el bosque de coníferas templado húmedo (26%), en el matorral-pastizal árido (17%) y en el matorral árido (13%).

Fafarman y De Young (1986), realizaron un estudio para la evaluación del conteo con lámpara en el sur de Texas, en el cual concluyeron que la hora en que se realiza el muestreo tiene relación con el número de animales observados. Estimaron que en el primer tercio del período nocturno se puede observar entre el 82 y 98 % de una población que se asume verdadera. Es importante conocer la hora en la cual se podrían observar el mayor número de individuos para hacer los muestreos a esa hora y no cometer errores en el momento de evaluar la densidad.

Alcalá y Avila (1995), desarrollaron un estudio con el objetivo de evaluar los cambios en la densidad poblacional y la reproducción de crías bajo diferentes condiciones de manejo, en tres sitios del desierto sonorense donde habita el venado bura, los cambios poblacionales y la productividad neta, los estimaron a partir de la interpretación de datos obtenidos en la observación directa de los venados, mediante la técnica de conteo nocturno con ayuda de lámpara sobre rutas permanentes de muestreo en cada sitio. La densidad de población al inicio del estudio fue similar para los tres sitios, con aproximadamente un venado por cada 90 a 100 ha, al final del período de estudio, el sitio donde se protegió al venado y se realizaron prácticas a favor de su sobrevivencia e inmigración presentó una tendencia notable en el incremento de su densidad, hasta de un venado cada 39 ha. De igual forma en este sitio se observaron la mejor producción de crías, donde la relación al final del período fue de 1.12 crías por hembra. La población en los otros sitios permaneció estable con tendencia a

disminuir. El venado bura respondió favorablemente en el predio en que se protegió, donde la densidad aumentó al doble gracias a la sobrevivencia e inmigración del venado por el uso de atrayentes (alimento).

Beasom y Wigger (1981), revisaron mas de 125 artículos científicos sobre las relaciones hembra-crías, tasas de ovulación, tasas de preñez y producción fetal del venado bura y el venado cola blanca, correspondientes a diferentes regiones de Norteamérica. En dicha revisión compararon la productividad de estas dos especies de venado, los resultados mostraron que ambas especies tienen el mismo potencial para la producción de crías cuando se encuentra en condiciones ambientales similares, aunque en general el venado cola blanca presento valores mas altos de productividad, estos se atribuyen al alto uso de áreas agrícolas en algunas regiones, cuya disponibilidad de alimento con alto valor nutricional le permite alcanzar mejores índices reproductivos que el venado bura u otros cola blanca que no tienen acceso a dichas áreas.

Loft y Kie (1988), compararon el método de conteo de grupos fecales con el de triangulación radiotelemétrica para el uso relativo del hábitat por hembras adultas de venado bura en un ámbito de verano en las Montañas de Sierra Nevada. Al aplicar la prueba de chi-cuadrada ( $X^2$ ) encontraron que existen diferencias significativas entre los dos métodos; los conteos de grupos fecales indicaron los hábitats que recibieron mayor y menor uso durante el verano y fueron apropiados para ordenar el uso cuando hubo una clara disparidad en el porcentaje del mismo entre los hábitats.

## **2.5. COMPETENCIA ENTRE EL VENADO Y EL GANADO.**

Varios autores han retomado la relación venado-ganado señalando que la competencia entre estas dos especies es mínima cuando hay disponibilidad de

alimento, pero cuando el alimento se escasea esta competencia aumenta (Ezcurra *et al.*, 1980 y Gallina, 1993a). El ganado por naturaleza, tiene la habilidad de causar severo deterioro al hábitat del venado (Davis, 1996). 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 excesivo pastoreo provoca la perdida de cobertura incrementando la posibilidad de depredación (Loft *et al.*, 1987). Con un apropiado manejo, el ganado y el venado pueden permanecer sin problemas en el mismo lugar, pero cuando el número de ganado es excesivo, compite con el venado por la disponibilidad de alimento; como la competencia por forraje aumenta, la cantidad y calidad de plantas disponibles para el venado declina, causando decremento en tasas reproductivas, tamaño del cuerpo y calidad de astas (Cantú y Richardson, 1997). Un sistema controlado de pastoreo y una apropiada tasa de cosecha son importantes componentes de un programa de manejo para un rancho (Davis, 1996).

En La Reserva de la Biosfera La Michilía, el ganado come principalmente pastos (54% de especies consumidas) y hierbas (24%), mientras que el venado se alimenta de arbustos (51%), árboles (32%) y hierbas (15%); las especies básicas en la dieta del venado son injertos, cedros, encinos, etc. El componente herbáceo de la dieta es prácticamente nulo durante la época seca (invierno y primavera), cuando el alimento escasea y la competencia entre el venado y el ganado es potencialmente alta. El traslape de dietas durante la época de sequía es bajo y muchas especies son comidas exclusivamente por uno de los dos animales. Por lo tanto, la competencia por el alimento durante la época critica parece ser baja. Los valores mas elevados observados en la época de lluvias no necesariamente indican un alto grado o nivel de competencia, ya que en este tiempo el forraje es muy abundante y la diversidad de la dieta se incrementa para ambos herbívoros (Ezcurra *et al.*, 1980).

El venado es una especie mejor adaptada al bosque, ya que en este hábitat encuentra el alimento que prefiere y tiene la cobertura de escape que necesita. El ganado se desarrolla mejor en los pastizales porque tiene la capacidad fisiológica de aprovechar los pastos de manera óptima, la presencia del venado no interfiere con el ganado en cuanto a competencia por recursos, porque el venado es ramoneador por excelencia, en tanto que el ganado prefiere los pastos (Gallina, 1993b). Carrillo (1992, en Gallina, 1993b) en un estudio realizado en La Michilia, encuentra que una baja intensidad de pastoreo por ganado es benéfico para el venado, porque al hacer uso de las gramíneas, permite el desarrollo de las herbáceas que el venado si consume.

El manejo de ganado usualmente afecta la conducta de los animales silvestres, el venado responde diferencialmente a este, acorde a su sexo; los machos generalmente reaccionan a la presencia de ganado escapando rápidamente de este factor disturbante a un lugar cercano, frecuentemente dejando su área original de habitación. Las hembras escapan de su ámbito, pero retornan en pocas horas (Ezcurra y Gallina, 1981).

Loft *et al.* (1991), estudiaron los efectos que tiene el ganado en la selección de ámbitos hogareños y hábitats por hembras de venado bura sobre ámbitos de verano en Sierra Nevada, California. Ellos compararon tres niveles de pastoreo: no pastoreo, poco y mucho pastoreo, por tres años, para esto utilizaron radio collares encontrando que los mayores efectos del ganado sobre la selección del hábitat por el venado ocurrieron durante el final del verano con mucho pastoreo cuando el forraje y la cobertura son mínimos en los lugares preferidos. Las hembras de venado redujeron el uso de hábitats preferidos por el ganado e incrementaron el uso de los rechazados.

## 2.6. MANEJO.

Un programa de manejo para venado debe estar dividido en dos importantes segmentos: a) manejo de hábitat y b) manejo de la población. Los animales tienen necesidades básicas de alimento, cobertura y agua para poder sobrevivir. El manejo de hábitat incluye la manipulación de estos tres factores, para proveer nutrición y protección al venado; existen muchos factores que influyen el hábitat, tipo de suelo, sequías, inviernos severos y otros fenómenos de la naturaleza que el hombre no puede controlar. Sin embargo, otros factores si pueden ser controlados como son: el sistema de pastoreo de ganado, el suplemento alimenticio, la distribución del agua, los fuegos controlados, la disponibilidad de cobertura, etc. Las decisiones y técnicas de manejo conciernen a estos factores, mismos que pueden hacer exitoso o fallido un plan de manejo (Davis, 1996). En el manejo de la población se manipula el número de venados, la proporción de sexos y la estructura de edades. En realidad, las dos fases son inseparables, la calidad de hábitat influye directamente con el número de venados, así como el número de venados impacta la calidad de hábitat (Cantú y Richardson, 1997). Entonces, lo ideal sería mantener en buenas condiciones el hábitat y mantener el número de venados estable sin sobrepasar la capacidad de carga, esto se puede lograr con ayuda de la cacería ya que algunos individuos podrían destinarse a esta actividad. Lógicamente todo esto depende de los objetivos del manejo.

El manejo de la población es similar a un negocio, primero se hace un inventario del producto (censo), después se vende el producto (cosecha) y se apuntan los récords (edad, peso, medidas de astas) para evaluar las decisiones de manejo; esto permite al manejador determinar el estatus de la población en un momento dado, así como evaluar la tendencia de la misma en un periodo de años (Cantú y Richardson, 1997).

El nivel de población en el cual una población de venado es mas productiva es llamado densidad óptima. A este nivel, los animales tienen alimento, agua y cobertura adecuados. Una población mal manejada se incrementa mas allá de la densidad óptima para la máxima capacidad de carga de su hábitat, cuando esto pasa, la población mantiene un mal balance con un fluctuante suplemento de alimento y ocasionalmente; y menos frecuentemente la disponibilidad de cobertura, puede ser un factor limitante (Dasmann, 1972).

El venado debe comer y beber para sobrevivir, pero sus necesidades de cobertura varían con condiciones locales y estacionales. La cobertura puede ser clasificada por su uso como: hechadero, escondite, camuflaje y escape. Cuando el clima es venecioso y los enemigos pocos, el venado puede prosperar en mínima cobertura. Cuando el calor o el frío se intensifican, la profundidad de la nieve o depredadores y cazadores se incrementan, las necesidades de cobertura del venado llegan a ser más críticas. El venado usa la cobertura más en algunas estaciones del año y en algunos periodos del día que en otros (Dasmann, 1972).

El desarrollo de cobertura puede consistir de la introducción de vegetación de un tipo sostenible dentro de áreas donde hay poca o nula cobertura o de la abertura de extensivas áreas de denso matorral o bosque para mezclar cobertura y áreas de alimentación. Plantar cobertura donde hay poca vegetación puede extender el rango del venado proveyendo a este de agua y alimento cercano, por otro lado crear valles en un bosque denso puede incrementar el número de venados en un área dada (Dasmann, 1972).

La disponibilidad de agua es un factor importante para proveer calidad de hábitat para el venado (Davis, 1996). Un adecuado suplemento de agua es un

componente esencial para el hábitat del venado, pero sus necesidades de este elemento son menores en los periodos cuando la vegetación suculenta es abundante que cuando están secas o latentes. La temperatura, la evaporación, el contenido de agua en el alimento y el movimiento determinan la cantidad de agua que un venado bebe cada día, la cantidad de agua, así como su calidad son elementos importantes en un área para el venado, el suplemento de esta es gobernado por el clima, pero afectado por el tipo de suelo, geología, condición del área, densidad de la vegetación y fuego. El agua puede estar libre en estanques, arroyos, pozos, etc.; o ésta puede presentarse en pequeñas cantidades en materia fresca como pasto y hojas verdes (Dasmann, 1972). La falta de agua puede ser un factor limitante en la distribución y densidad del venado. La construcción de más fuentes de agua debe ser considerado si se necesita, de preferencia deben estar colocadas cerca de una cobertura adecuada (Davis, 1996). Estudios de venado bura han revelado que su lugar de habitación esta asociado con fuentes de agua. En, Nuevo México y Texas el venado bura del desierto incrementa significativamente su número cuando hay agua presente (Cantú y Richardson, 1997).

### **III. JUSTIFICACIÓN.**

El venado bura es una de las especies mas importantes de la fauna silvestre mexicana. Hay muchos problemas asociados con este animal, la falta de estudios sobre su dinámica poblacional, la falta de conocimiento sobre los elementos importantes del hábitat y su manipulación, el furtivismo, etc. son algunos de ellos. Para hacer frente a estos problemas es necesario empezar a hacer los estudios necesarios para con base en ellos dictar acciones de manejo que contribuyan a la conservación y aprovechamiento sustentable de la especie.

#### **IV. OBJETIVOS.**

##### **4.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Elaborar una propuesta de manejo para el aprovechamiento sustentable del venado bura (*Odocoileus hemionus fuliginatus*) en la Sierra San Pedro Mártir.

##### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Estimar la densidad del venado bura en el área de estudio.
- Determinar parámetros poblacionales como: proporción de sexos, estructura de edades y su variación temporal y espacial.
- Realizar la caracterización del hábitat del venado bura.
- Diseñar la propuesta de plan de manejo.

## **V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

El área de estudio es la Sierra San Pedro Mártir (SSPM), esta se encuentra aproximadamente a 240 kilómetros al suroeste de Ensenada Baja California entre los paralelos 30° 30' y 31° 10' de latitud norte y los meridianos 115° 44' y 115° 13' de longitud oeste (Figura 1).

### **5.1. FISIOGRAFÍA.**

El área de estudio es parte de la provincia península de Baja California y de la subprovincia sierras de Baja California Norte (INEGI, 1997 y CONAGUA, 1995). San Pedro Mártir es una montaña rodeada por fallas geológicas, orientada de noroeste a sureste (Minnich y Franco, 1999b), dicha área Cuenta con altiplanicies mayores a los 2000 msnm (Escoto, 1994; Minnich y Franco, 1999a). Los picos más altos llegan hasta los 3100 msnm (Delgadillo, 1992). Desde Vallecitos a las praderas de La Grulla y La Encantada, la sierra esta constituida por un Plutón masivo de granito, que da lugar a cerros de topografía irregular. Los cuerpos graníticos más resistentes a la interperización forman espectaculares superficies de roca fracturada en Cerro Venado Blanco y desde Cerro Botella Azul al oeste hacia La Grulla. Al sur de La Grulla y La Encantada hay grandes exposiciones de rocas metamórficas que se interperizan formando laderas de topografía más homogénea. Las unidades metamórficas también afloran en el centro norte de Vallecitos, así como en los cerros del extremo norte de la sierra (Minnich y Franco, 1999b).

### **5.2. GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA.**

La geología esta representada por roca ígnea intrusiva del periodo Cretácico de la era Mesozoica (INEGI, 1982a; INEGI, 1982b; INEGI, 1997). El Plutón de la

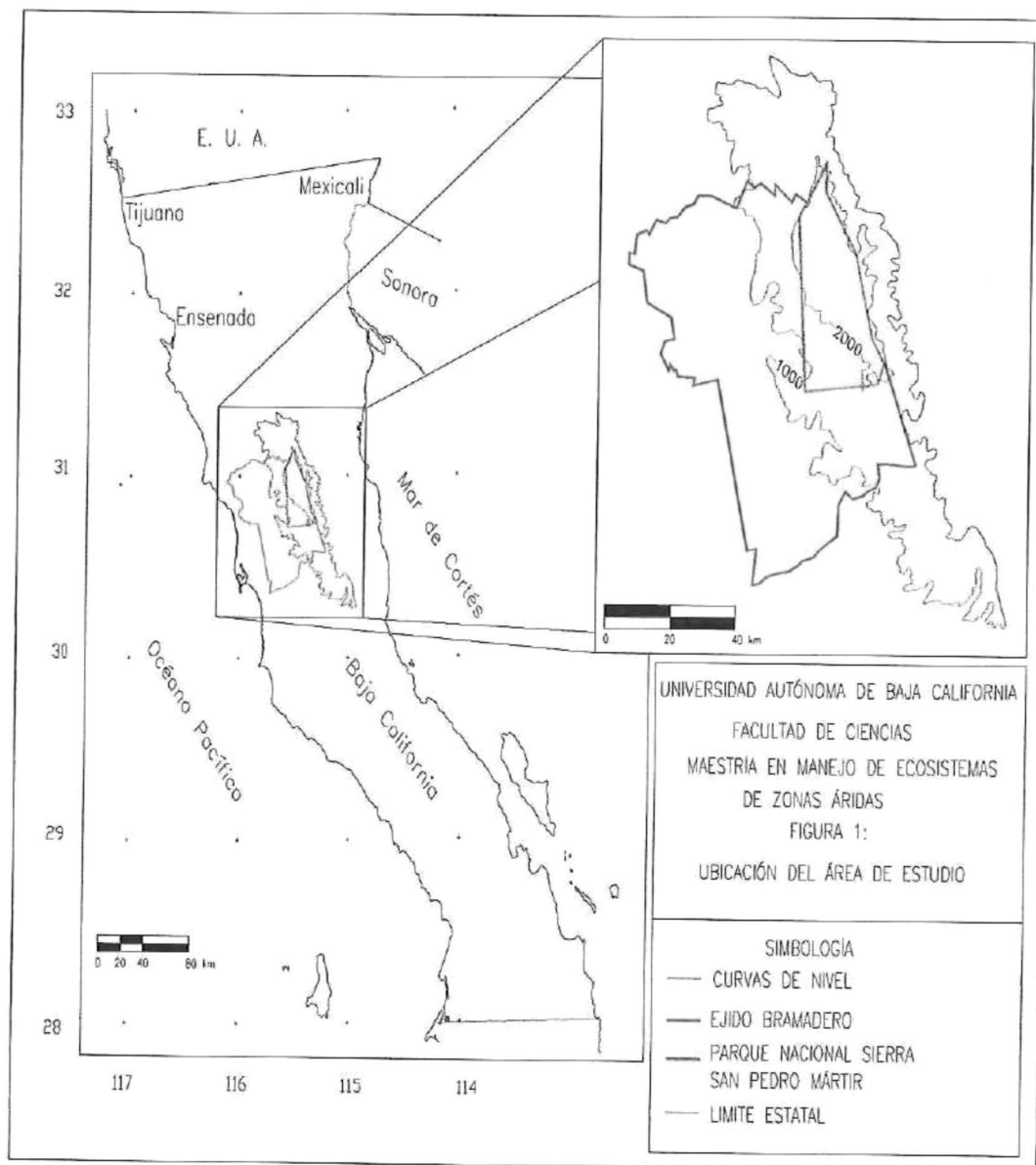


Figura 1.- Ubicación del área de estudio.

SSPM es uno de los varios que conforman el batolito peninsular. Las rocas que lo constituyen son tonalita y granodiorita, las cuales dominan la mayor parte de la sierra (Escoto, 1994). El tipo de suelo presente es el lútosol típico de las altas y escarpadas sierras, donde el desarrollo de suelo es insignificante y de hecho en algunos lugares corresponde a la roca misma. El suelo propiamente dicho es somero, de fase lítica y textura evidentemente pedregosa. El regósol eutrúco también está presente en el área, al igual que el cambisol eutrúco. El regósol es el suelo más comúnmente asociado al lútosol y refleja fielmente la litología circundante evidenciando el poco transporte sufrido (CONAGUA, 1995; INEGI, 1982c; INEGI, 1982d).

### 5.3. HIDROLOGÍA.

El área pertenece a la región hidrológica no:1 (Baja California Noroeste) y a la cuenca b de esta región (resto del municipio de Ensenada) (INEGI, 1997 y CONAGUA, 1995). El drenaje principal es hacia la parte oeste de SSPM. En esta vertiente drenan cuatro importantes sistemas de ríos, pero sólo tres se ven beneficiados por los escurrimientos del área de estudio: el San Rafael y el San Telmo hacia el noroeste y el Santo Domingo al suroeste. El arroyo San Rafael atraviesa Vallecitos, en la altiplanicie de la sierra y baja hasta desembocar en Punta Colonet (Minnich y Franco, 1998). El área del arroyo San Rafael es de  $1336.4 \text{ km}^2$ , su precipitación media anual es de  $279.50 \text{ mm}$ . y su escurrimiento medio anual es del orden de los  $30.77 \text{ Mm}^3$ . El arroyo San Telmo tiene un área de  $925.3 \text{ km}^2$ , su precipitación media alcanza los  $193.60 \text{ mm}$  y su escurrimiento medio anual es de  $16.42 \text{ Mm}^3$ . El arroyo Santo Domingo abarca un área aproximada  $1,684.7 \text{ km}^2$ , con una precipitación media de  $349.9 \text{ mm}$  y un escurrimiento medio anual de  $44.49 \text{ Mm}^3$ . (CONAGUA, 1995).

#### 5.4. CLIMATOLOGÍA.

El área es parte de la provincia climática del noroeste, el tipo de clima es semifrío subhúmedo con lluvias de invierno C(E)s (Zuñiga, 1995 y CONAGUA, 1995), el periodo lluvioso es del mes de noviembre a marzo, pero también en el verano se capta una precipitación apreciable debido a que es la parte alta de la sierra y recibe en invierno la humedad que fluye del suroeste y en verano la que viene del sureste (Minnich *et al.*, 1993). El promedio de precipitación mensual para cada uno de los meses de invierno son cercanos a los 300 mm. La precipitación total registrada es de 500 a 700 mm (Delgadillo, 1992; Rzedowski, 1988; INEGI, 1997 y CONAGUA, 1995). La nieve también es una importante fuente de agua, ya que el promedio anual de agua equivalente a la nieve que cae arriba de los 2200 m excede el 50 % de la precipitación anual. En el verano el promedio de lluvia, en el periodo que va de julio a septiembre, es de 50 a 100 mm. (Minnich y Franco, 1998 y 1999a). En lo que respecta a la temperatura, la media es de aproximadamente 10° C, la máxima alcanza los 30° C y el mes más frío es el de marzo con temperaturas de hasta -1.5° C (Escoto, 1994).

#### 5.5. VEGETACIÓN.

La región se encuentra en una área fitogeográfica boreal *Pinus jeffreyi*, *Abies concolor* y *Pinus contorta* son las especies preponderantes, formando grandes masas boscosas entre 1500 y 2200 m de altitud sus acompañantes más comunes son especies de *Quercus* (Anónimo, en Rzedowski, 1978 y Oberbauer, 1999); *Pinus contorta* es común cerca de las praderas y a lo largo de los arroyos en Vallecitos; *Calocedrus decurrens*, prospera en los arroyos, especialmente en la vertiente oeste de la montaña; el alamillo, *Populus tremuloides*, se distribuye ampliamente en los sitios húmedos de la altiplanicie, arriba de los 2,300 msnm y *Populus trichocarpa* ocurre sobre el arroyo La Grulla

y el San Rafael (Minnich y Franco, 1999b). Es notable el poco sotobosque que hay en estas montañas, especialmente en las zonas planas mientras que en las regiones altas tienen espacios bajo los árboles, donde generalmente crecen herbáceas como *Ivesia argyrocomoa*, *Linanthus melingii* y *Lupinus andersonii* sp. *linearis*. En las praderas como Vallecitos, La Encantada y La Grulla, la mayoría de las plantas son perennes, incluyendo *Eleocharis* sp, *Trifolium wigginsii*, *Juncus* sp, *Achillea millefolium*, *Linanthus melingii*, *Muhlenbergia richardsonis* y *Eriogonum hastatum*. En estas praderas la planta predominante es la procumbente cincoenrama de flores amarillas (*Potentilla wheeleri*) (Oberbauer, 1999).

## 5.6. FAUNA.

La fauna del lugar pertenece a la región o reino Holártico, subregión Neártica, provincia biótica Californiana, distritos faunísticos San Dieguense y Martinense (Darlington, 1982, en Zuñiga, 1995). Entre la fauna más importante se encuentran varias especies de aves y de mamíferos, en lo que respecta a las aves se encuentran codorniz (*Callipepla californica*), gavián pajarero (*Accipiter striatus*), urraca piñonera (*Gimnorhinus cyanocephalus*) y varias especies de carpinteros, entre otros. Los mamíferos están representados por el borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*), venado bura (*Odocoileus hemionus fuliginatus*), puma (*Puma concolor*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), por mencionar algunos (Zuñiga, 1995).

## 5.7. USO DEL SUELO.

El suelo no es apto para la agricultura y su uso potencial es el aprovechamiento de la vegetación natural para el pastoreo de ganado (CONAGUA, 1995).

## VI. METODOLOGÍA.

### 6.1. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD Y DETERMINACIÓN DE PROPORCIÓN DE SEXOS Y ESTRUCTURA DE EDADES.

El método utilizado para estimar la densidad fue el transecto en línea. Se establecieron transectos principalmente en caminos y arroyos, la longitud de estos transectos vario de 1.5 a 7 km. Dichos transectos fueron recorridos en camioneta y a pie, principalmente en la tarde-noche y noche-mañana de dos a tres veces cada mes de muestreo. Los meses en que se muestreo fueron julio, septiembre y diciembre de 1999; abril, junio y agosto de 2000.

Cuando se detecto a los venados, se tomaron los siguientes datos: la distancia perpendicular del animal al transecto ( $x$ ), o el ángulo ( $\Theta$ ) y la distancia radial ( $r$ ) del observador al animal, la edad, el sexo, el tamaño de los individuos, la hora, la actividad que realizaban, las condiciones climáticas generales, el tamaño de grupo, la apariencia, el tipo de hábitat, el grado de perturbación, la cobertura, la presencia o ausencia de agua, la disponibilidad de alimento, la presencia de otras especies, etc. Las mediciones de distancia se hicieron con una cinta métrica o con un medidor óptico de distancias, también se utilizó un gps para tomar la ubicación geográfica de la observación de cada venado o grupo de venados.

La densidad de venados/km<sup>2</sup> se calculo con la siguiente formula:

$$D = \frac{nf(0)}{2L}$$

Donde:  $D$  es la densidad estimada,  $n$  es el número de venados detectados,  $f(0)$  es la función probabilística de densidad a una distancia de cero metros y  $L$  es el largo del transecto (Mandujano y Gallina, 1993; Mandujano, 1994; Burnham *et al.*, 1980 y Buckland *et al.*, 1993).

El parámetro  $f(0)$  se obtiene a partir de las distancias perpendiculares de los animales observados en los transectos y existen diversos modelos para calcularlo. Los datos de distancia perpendicular fueron analizados con el programa DISTANCE versión 3.5 (Thomas *et al.*, 1998), dicho programa analiza los datos y determina cual es el modelo mas adecuado para calcular  $f(0)$  y el mismo programa calcula la densidad.

Los modelos utilizados por el programa para calcular la densidad son el uniforme, normal-media, Hazard-rate y Negativa exponencial. Cuando el modelo no tiene el suficiente ajuste a los datos se utilizan expansiones o ajustes que son, coseno, simple polynomial y hermite polynomial. El criterio de información de Akaike (AIC) es un método cuantitativo para la selección del modelo, este criterio es similar en carácter a una prueba de proporción de probabilidad para modelos jerárquicos. El AIC se calcula como :

$$AIC = -2. [\log_e(\hat{L}) - q]$$

Donde:  $\log_e(\hat{L})$  es el valor del logaritmo de la función de probabilidad evaluado a la máxima probabilidad de las estimaciones de los parámetros del modelo y  $q$  es el numero de parámetros en el modelo. El AIC es calculado por el programa para cada modelo y selecciona el modelo con el mínimo AIC para hacer el análisis y la inferencia (Buckland *et al.*, 1993).

La densidad fue calculada por separado para cada mes de muestreo. La proporción de sexos y estructura de edades fueron calculados de las observaciones de venados obteniendo el número de hembras por macho y el porcentaje de adultos jóvenes y cervatos, éstos cálculos también se hicieron por separado para cada mes de muestreo.

## 6.2. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT.

Para la caracterización del hábitat se utilizó el método de líneas de Canfield (Montoya, 1998). Se ubicaron ocho localidades donde se observaron venados y se hicieron los transectos en éstos lugares, cuatro transectos por localidad, sumando 32 en total. Se trazaron transectos en línea de 30 metros, la dirección de cada transecto se tomó al azar. Para trazar el transecto se auxilió de una cinta métrica y se midieron aquellas plantas que tocaban o estaban sobre la cinta. A cada planta se le midió la distancia de su proyección perpendicular sobre la cinta; se registró la especie y se anotó su forma de vida (árbol, arbusto y hierba). Otra información que se tomó fue tipo de suelo, pedregosidad, pendiente, grado de conservación, perturbaciones, ubicación geográfica, presencia o ausencia de fuentes de agua, etc. Para todas las localidades la formación vegetal fue bosque, ya que dominaban las especies arbóreas.

Con los datos obtenidos se obtuvieron la cobertura y la frecuencia de ocurrencia, primero para cada transecto y después para cada localidad.

Cobertura:  $C = (L / T) \times 100$

donde: L= Longitud de la proyección del individuo por metros

T= Longitud total del transecto en metros

Frecuencia:  $F_i = ( X_i / N ) \times 100$

donde:  $X_i$  = Número de individuos de la forma de vida  $i$

$N$  = Número total de formas de vida

Con los datos de cobertura total, cobertura y frecuencia de hierbas, cobertura y frecuencia de arbustos, cobertura y frecuencia de árboles, pendiente y pedregosidad se hicieron análisis de correlación teniendo como  $Y$  el número de venados observados en cada localidad, se tomó en cuenta el número total y también por separado se analizó la presencia de hembras y de machos. Estos análisis se hicieron para determinar que tan correlacionados están estos elementos con la presencia o ausencia de venados.

Se hicieron dos análisis estadísticos basados en un modelo lineal generalizado ( GLIM v. 3.77, 1985), para identificar que elementos estructurales determinan la presencia de venado (variable de respuesta) en el área de estudio.

Para hacer el análisis estadístico con el GLIM los elementos considerados para el primer análisis fueron localidad y fuentes de agua; se tomaron en cuenta las 8 localidades y las fuentes de agua se dividieron en permanente, temporal y ausente, se asignó el número de venados observados (variable de respuesta) a cada localidad, obviamente tomando en cuenta las divisiones de fuentes de agua (Cuadro I).

Cuadro I.- Clases en las que se dividió a los factores localidad y fuentes de agua, para el análisis estadístico de GLIM.

<b>FACTOR/ CLASE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Localidad	Loc1	loc2	loc3	loc4	loc5	loc6	loc7	Loc8
Agua	Permanente	Temporal	Ausente					

Para el segundo análisis los elementos considerados, en orden de aparición fueron la pendiente, la pedregosidad y el sexo, la variable de respuesta siguió siendo el número de venados observados. En éste análisis no se tomo en cuenta la cobertura porque los transectos se realizaron en una sola época del año y la cobertura varía con respecto a la época. La pendiente fue dividida en tres clases, lo mismo que la pedregosidad, mientras que el sexo fue dividido sólo en dos (Cuadro II).

Cuadro II.- División de los factores pendiente, pedregosidad y sexo para el análisis estadístico de GLIM.

<b>FACTOR/CLASE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Pendiente	0-10%	10-20%	20-30%
Pedregosidad	0-16%	16-32%	32-48%
Sexo	Hembra	Macho	

El grado de significancia para los dos análisis fue del 95 %, se obtuvo la devianza total del modelo y la devianza parcial para cada factor determinándose el grado de explicación de cada factor con respecto a la presencia de venado.

Se obtuvieron los estimados para cada una de las clases de cada factor y su error standard y con estos se hicieron pruebas de t-student para determinar que nivel de factor fue diferente de otro, la formula es la siguiente:

$$t = (\text{estimado 1} - \text{estimado 2}) / \text{error standard 2}$$

### **6.3. DISEÑO DE LA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO.**

Después de obtener los resultados de la dinámica poblacional y la caracterización del hábitat y de leer sobre algunas técnicas de manejo de la población y manejo de hábitat se diseño la propuesta de manejo para la zona de bosque de coníferas en la Sierra San Pedro Mártir, para esto los resultados obtenidos se adecuaron dentro de un contexto de manejo. La propuesta de manejo se dividió en a) manejo de la población de venado y b) manejo del hábitat del venado. Tanto para la población como para el hábitat se ideó un calendario de manejo, tomando en cuenta todos los eventos que suceden a lo largo del año; también se recomiendan algunas técnicas para la manipulación del hábitat y la población, además se obtuvo una tasa de cosecha.

## VII. RESULTADOS.

### 7.1. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD.

Se establecieron de 5 a 8 transectos que fueron recorridos de dos a tres veces cada mes de muestreo, el total de muestras tomadas fueron 33 y se recorrieron alrededor de 101 km., en los cuales se observo a un total de 81 venados; el índice de observación ( $n/L$ ) fue 0.80; las manadas de hembras por lo general estuvieron compuestas de 2 a 5 individuos y las de machos sólo de 2; también, se observaron animales solitarios (Figuras 2 y 3) y manadas de un macho y una hembra juntos. La estimación de la densidad vario entre 1.89 y 7.26 venados/km<sup>2</sup> dependiendo del mes de muestreo (Figura 4). Abril de 2000 fue el mes en el que se obtuvo la mayor densidad con 7.26 venados/km<sup>2</sup>, en este mes se observaron 34 venados y por tanto fue el que tuvo el mayor índice de observación por kilometro de transecto recorrido ( $n/L$ ) 2.56. El mes de diciembre de 1999 mostró las densidades mas bajas con 1.89 venados/km<sup>2</sup> (Cuadro III). El modelo seleccionado por el programa DISTANCE, en la mayoría de lo casos fue el uniforme y sólo en el mes de junio el modelo hazar-rate fue el adecuado para calcular  $f(0)$ .

### 7.2. PROPORCIÓN DE SEXOS Y ESTRUCTURA DE EDADES

La proporción de sexos, al igual que la densidad, se consideró por mes de muestreo, para el mes de julio del 99 la proporción fue de 0.25 hebras/macho; en el mes de septiembre del 99 la proporción aumento, siendo de 2.67 hembras/macho; para diciembre del 99 la proporción de hembras/macho fue de 2, mientras que en abril del 2000 esta proporción aumento notablemente presentándose 14 hembras/macho, cabe mencionar que en este mes sé observó un grupo de hasta 14 hembras. En junio del 2000 la proporción volvió



Figura 2.- Venado solitario observado por el camino al observatorio.



Figura 3.- Venada solitaria observada en Llanitos.

a lo normal, siendo de 2 hembras/macho. Agosto del 2000 fue el ultimo mes de muestreo y la proporción de sexo bajo a 0.67 hembras/macho (Figura 5).

El análisis de la estructura de edades muestra que en casi todos los meses los adultos son más numerosos, excepto en septiembre y agosto donde los jóvenes predominan. Se presentó una situación especial, ya que en ningún mes se observaron cervatos. Para julio del 99 la estructura de edades fue de 60% adultos y 40% jóvenes; en septiembre del 99, el 45.5% fueron adultos y el 54.5 jóvenes; los adultos dominan en diciembre del 99 con 75%, dejando el restante 25% para los jóvenes. En el 2000 los adultos se presentaron con mayor proporción en abril y junio con el 67.7% en abril y el 69.2% en junio, los jóvenes se presentaron con el 32.3% en abril y con el 30.8% en junio. En agosto los adultos no fueron observados ocupando los jóvenes el 100% de la proporción (Figura 6). La mayor cantidad de hembras adultas fue observada en abril y junio de 2000 y la de hembras jóvenes en septiembre del 99 y abril de 2000. Los machos adultos tuvieron una mayor densidad en julio y septiembre del 99 y en junio de 2000, mientras que los machos jóvenes en julio del 99 y en agosto de 2000 (Figura 7).

### **7.3. CONDICIÓN DE LA POBLACIÓN DE VENADO.**

La condición de la población del venado bura en la Sierra San Pedro Mártir parece buena, aunque la densidad es un poco baja, los animales que se observaron se ven en buena condición del cuerpo, no se observó a ningún individuo anoréxico, las astas se ven grandes, fuertes y vigorosas. La presencia de un porcentaje alto de animales jóvenes (una media de 47% aproximadamente) refleja un buen reclutamiento y asegura que año con año una buena cantidad de animales jóvenes pasen a la categoría de adultos.

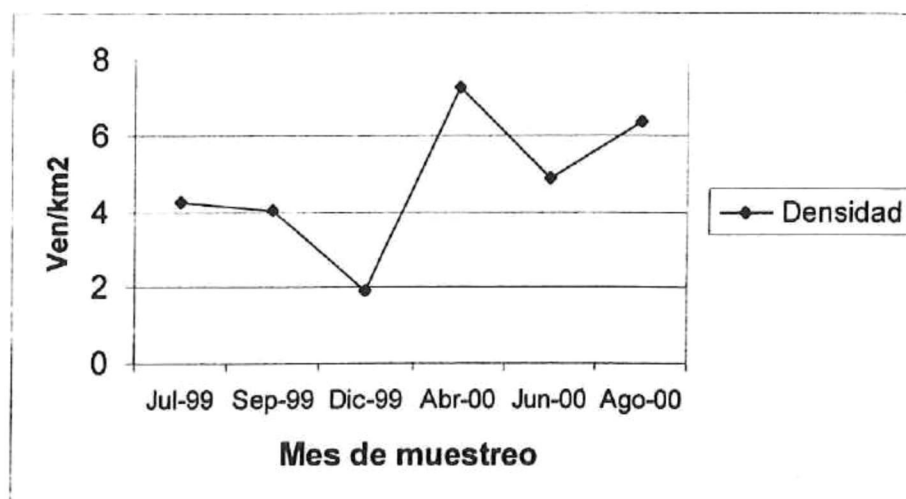


Figura 4.- Variación de la densidad a lo largo del estudio poblacional, de julio de 1999 a agosto de 2000.

Cuadro III.- Resultados de la estimación de la densidad en el programa DISTANCE. Meses muestreados, densidad obtenida, error estándar de la estimación de la densidad en el programa DISTANCE (EE), porcentaje de coeficiente de variación (%CV), número de venados observados (n), índice de observación por kilómetro de transecto caminado (n/L), largo total de los transectos (L) y el número de transectos.

MES	DENSIDAD/ KM <sup>2</sup>	EE	%CV	n	n/L	L	No. DE TRANSECTOS
Jul-99	4.24	0.25	5.99	5	0.53	9.31	3
Sep-99	4.05	1.12	27.61	10	0.45	21.98	5
Dic-99	1.89	0.92	49.17	12	0.57	21.2	8
Abr-00	7.25	4.2	58	34	2.6	13.1	6
Jun-00	4.88	2.85	58.34	13	0.59	22.2	7
Agos-00	6.35	3.36	52.89	6	0.44	13.5	4

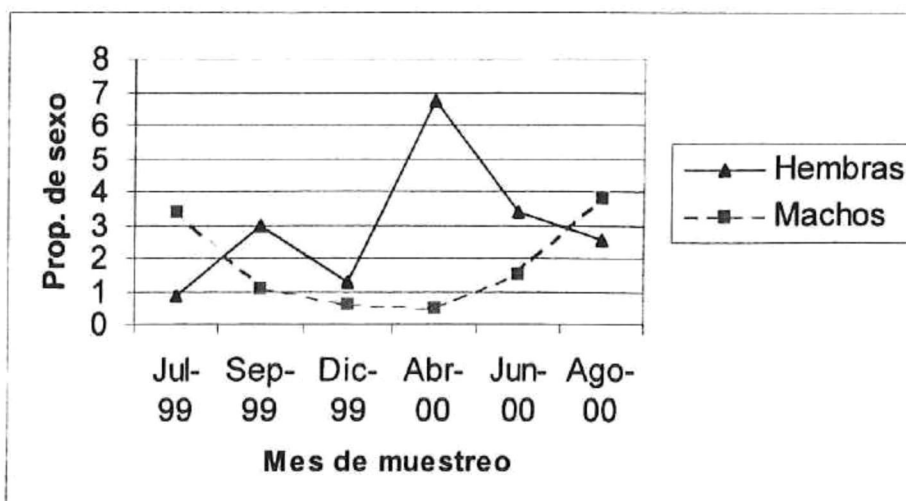


Figura 5.- Variación de la proporción de sexos a lo largo de la investigación, de julio de 1999 a agosto de 2000. Las hembras son mas numerosas que los machos en septiembre, diciembre, abril y junio; por su parte los machos tienen mayor presencia que las hembras en julio y agosto.

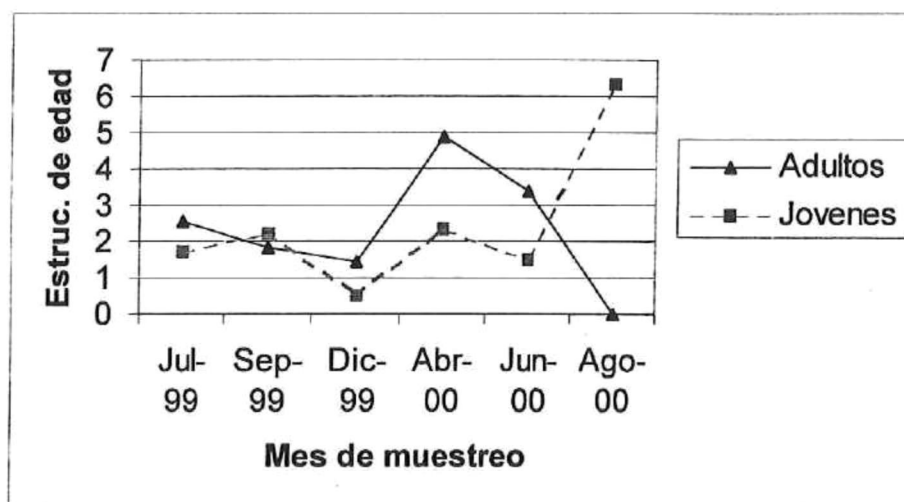


Figura 6.- Variación de la estructura de edad (adulto:joven) de julio de 1999 a agosto de 2000. Los adultos son mas numerosos que los jóvenes en julio, diciembre, abril y junio; mientras que los jóvenes predominan mas que los adultos en septiembre y agosto.

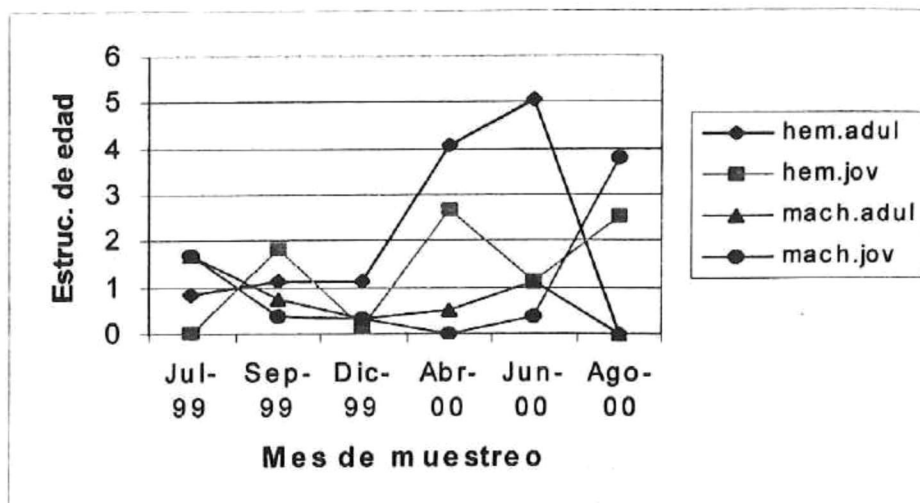


Figura 7.- Variación de la estructura de edades entre hembras y entre machos a lo largo del estudio, de julio de 1999 a agosto de 2000. Las hembras adultas son más numerosas con respecto a las jóvenes en los meses de julio, diciembre, abril y junio; mientras que las jóvenes tienen mayor presencia que las adultas en septiembre y agosto. Los machos adultos son más numerosos con respecto a los jóvenes en septiembre, abril y junio; en agosto los jóvenes son más numerosos que los adultos, y en julio y diciembre se observó la misma cantidad en ambas clases de edad.

#### 7.4. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT.

En la localidad 1 (Padre kino), la cobertura vegetal ocupa el 55.82% del área, siendo las especies arbóreas las que ocupan la mayor parte con el 55.33%, seguido por los arbustos con 1.25% y por último las hierbas con 1.23%. La frecuencia de ocurrencia está dominada por el estrato herbáceo con un porcentaje de 51.35, seguido por los árboles con un 43.24% y los arbustos con 5.41%. La pendiente en esta área tiene una media de 13.75% de inclinación y una desviación estándar de 11. La media de la pedregosidad es 25%, y la

desviación estándar es de 19. En esta localidad no se encontró fuente de agua permanente, solo temporal.

En la localidad 2 (Arroyo Vallecitos), la cobertura vegetal es poca, ya que ocupa el 34.55% del área, dominando los arboles con un 26.94%, seguido de las hierbas con 5.26% y los arbustos con 2.35%. La frecuencia de ocurrencia es dominada por las hierbas con el 85.71%, la siguen los árboles con 8.8% y los arbustos con 5.49. Esta área tiene poca pendiente, ya que la media es de 6.67% y la desviación estándar de 5.8. La pedregosidad es alta con una media de 46.67% y una desviación estándar de 11.55. Aquí la fuente de agua es permanente.

En la localidad 3 (Vallecitos), la cobertura es más baja que en todas las localidades, ya que ocupa sólo el 19.6% del área, 13.5% es ocupado por los árboles y 6.1% por las hierbas. Las hierbas dominan fuertemente porque ocurren con una frecuencia de 97.8%, las siguen los arboles con 2.22%, los arbustos no tienen presencia en esta área. La pedregosidad y la pendiente son bajas con medias de 10% y 3.75% respectivamente. En esta área la fuente de agua es temporal.

En localidad 4 (Arroyo Tasajera), la cobertura vegetal es más alta que en las demás localidades con 70.85% del área, este aspecto lo dominan los árboles ocupando el 63.4% del área, los siguen las hierbas con 5.24% y los arbustos con 2.26%. La frecuencia de hierbas domina con 86.6%, seguida por la de arboles con 7.64% y de arbustos con 5.73%. La pendiente, al igual que en la localidad 3, tiene una media de 3.75. La pedregosidad ocupa el 38.75% del área, siendo de las más altas, rebasado únicamente por la localidad 2. La fuente de agua es temporal, ya que el arroyo agarra agua sólo cuando llueve.

En la localidad 5 (Las Viejas), la cobertura vegetal ocupa la mitad del área, dominando los árboles con 46.81%, seguido de las hierbas y los arbustos con 5.1% y 1.39% respectivamente; además dominan las hierbas, ya que se encuentran con una frecuencia de 82.3%, los árboles ocurren con el 15.39% y los arbustos con el 1.39%. La media de la pendiente es baja 5% y de la pedregosidad es moderada 28.75%. En esta localidad el agua es temporal.

En la localidad 6 (Camino Tasajera), La cobertura vegetal es escasa, ya que ocupa el 23.7% del área, 16.83% corresponde a los árboles, 5.98% a las hierbas y 0.89% a los arbustos. Las hierbas ocurren con el 93.5%, los árboles y arbustos con el 3.25% cada uno. En estas localidades, al igual que en la anterior, la pedregosidad es moderada con 28.75% y la pendiente es baja con 5.25%. En esta área no hay fuentes de agua.

En la localidad 7 (Aguaje del Burro), la cobertura vegetal ocupa un poco menos de la mitad del área 46%, este aspecto lo dominan los árboles con 30.32%, los arbustos y las hierbas los siguen con 13.7% y 3.36% respectivamente. La frecuencia de ocurrencia de hierbas es de 80.32%, la de arbustos de 15% y de los árboles de 4.72%. La pendiente y pedregosidad no son considerables, porque la media es de 7% para la pendiente y de 11.25% para la pedregosidad. El agua ocurre permanentemente.

En la localidad 8 (La Corona), la cobertura vegetal ocupa el 47.6%, siendo los árboles los que dominan con 40.26%, las hierbas ocupan el 4.7% y los arbustos el 2.65%. Las hierbas dominan la frecuencia de ocurrencia, como en todas las localidades anteriores 88.12%, los árboles ocurren con el 8.91% y los arbustos con el 2.97%. Esta localidad tiene un promedio de pendiente de 30% y de pedregosidad de 26.25%. Las fuentes de agua están alejadas de esta área.

En la figura 8 se muestra la localización de cada una de las ocho localidades donde se hizo la caracterización de hábitat.

#### *7.4.1. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.*

En lo que respecta a la cobertura y a la frecuencia de ocurrencia, existe una ligera correlación positiva entre la presencia de hembras y la cobertura y frecuencia de hierbas (entre más cobertura y presencia de hierbas más hembras), con la cobertura de arbustos y árboles la presencia de hembras no tiene correlación considerable, pero con la ocurrencia de éstos si, hay una ligera tendencia de las hembras a evitar los lugares con mayor ocurrencia de arbustos y árboles. Los machos parece que prefieren los arbustos en lugar de hierbas y árboles, al analizar el número total de venados se encontró una ligera correlación a preferir los lugares con cobertura y ocurrencia de hierbas y a evitar la de los árboles; los arbustos no tienen mucha relación, ni positiva ni negativa (Cuadro IV).

En el análisis de correlación con pendiente y pedregosidad, hay una correlación de las hembras a evitar los lugares con mucha pendiente y pedregosidad; mientras que los machos prefieren pendientes elevadas, pero su relación con la pedregosidad es poca. Parece ser que la tendencia de los venados sin distinción de sexos es a visitar los lugares sin mucha pendiente y con poca pedregosidad (Cuadro V).

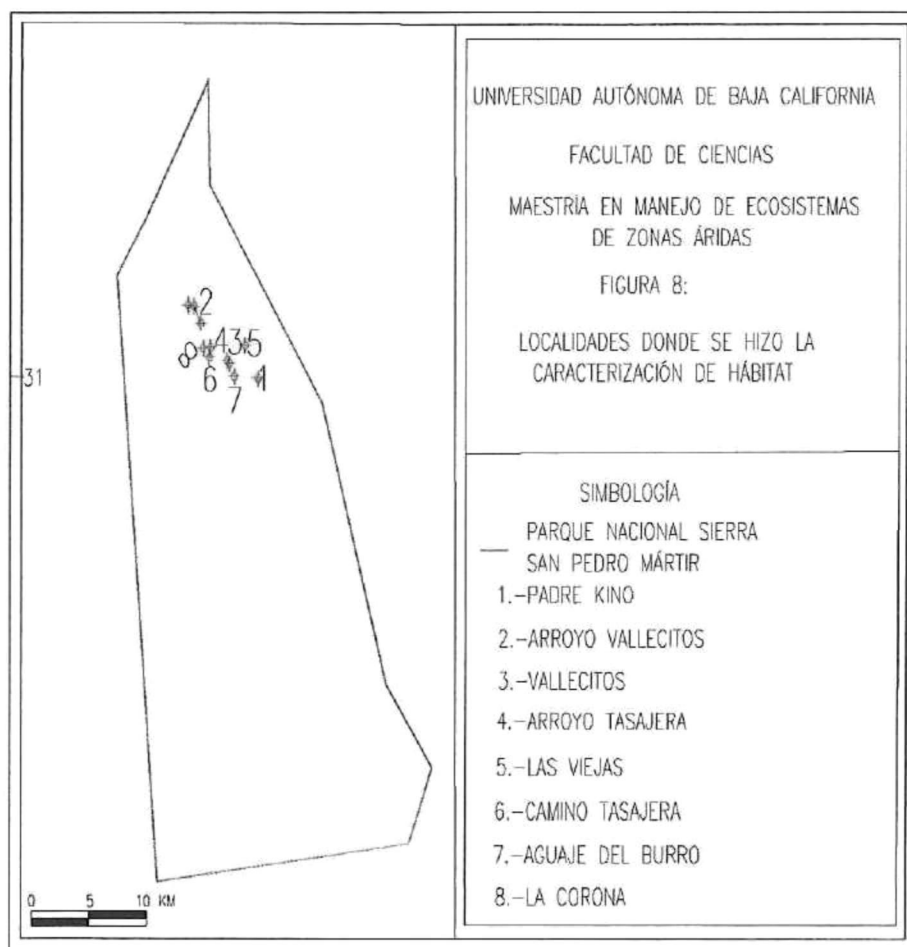


Figura 8.- Localidades donde se hizo la caracterización de hábitat

Cuadro IV.- Correlaciones de la densidad total, de machos y de hembras con la cobertura (C) y frecuencia de ocurrencia (FO) de hierbas (hierb.), arbustos (arbus.) y árboles (arbol.).

	C. hierb.	C. arbus.	C. arbol.	C. total	FO. hierb.	FO. arbus.	FO. arbol.
hembras	0.34	-0.09	-.03	-0.3	0.35	-0.24	-0.29
machos	-0.27	0.7	-0.13	-0.004	-0.03	0.58	-0.16
total	0.47	0.13	-0.66	-0.61	0.57	-0.09	-0.57

Cuadro V.- Correlación de la densidad total, de machos y hembras con pendiente y pedregosidad.

	Pendiente	Pedregosidad
hembras	-0.58	-0.53
machos	0.64	-0.17
total	-0.51	-0.72

#### 7.4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GLIM.

Con el análisis estadístico de GLIM para localidades y fuentes de agua se obtuvo una devianza total de 175.65 con 23 grados de libertad. La interacción de localidad con agua fue la que explicó mejor la presencia de venado 69% (Cuadro VI). Al hacer la prueba de significancia t-student, se encontraron diferencias entre localidades, pero no entre todas, en las clases del factor agua

sólo hubo diferencias entre agua temporal y ausente, pero ninguna de las dos fue diferente de agua permanente (Cuadro VII).

En el análisis de GLIM para pendiente y pedregosidad la devianza total del modelo fue 155.1, la pendiente explica fuertemente la presencia de venados 67.64% (Cuadro VIII). La prueba de t-student reveló que la pendiente uno tiene diferencias con la dos y la tres, pero entre dos y tres no las hay. En la pedregosidad las tres clases son diferentes, lo mismo que en las dos clases del sexo (Cuadro IX).

Cuadro VI.- Porcentaje de la devianza total que es explicado por cada factor (localidad, fuentes de agua y la interacción entre los dos) en el análisis estadístico de GLIM.

<b>Devianza total</b>	<b>175.65</b>			<b>23 g.l.</b>
<b>FACTORES</b>	<b>% EXPLICACIÓN</b>	<b>CAMBIO DE DEVIANZA</b>	<b>X<sup>2</sup> (95%)</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Localidad	16.19	-28.43	*	7
Agua	14.81	-26.02	*	2
Localidad-agua	69	-121.2	*	14

\* (Significativo); n.s. (No significativo)

Cuadro VII.- Resultados de la prueba de significancia de t-student que se realizó entre las clases de los factores localidad y fuentes de agua.

Factor	Clase	Diferencia	95%	
Localidad	loc1	loc1-loc2	n.s.	
	loc2	loc1-loc3	*	
	loc3	loc1-loc4	n.s.	
	loc4	loc1-loc5	*	
	loc5	loc1-loc6	n.s.	
	loc6	loc1-loc7	n.s.	
	loc7	loc1-loc8	n.s.	
	loc8	loc2-loc3	*	
			loc2-loc4	n.s.
			loc2-loc5	*
			loc2-loc6	n.s.
			loc2-loc7	n.s.
			loc2-loc8	n.s.
			loc3-loc4	*
			loc3-loc5	*
			loc3-loc6	*
			loc3-loc7	*
			loc3-loc8	*
			loc4-loc5	*
			loc4-loc6	n.s.
			loc4-loc7	*
			loc4-loc8	n.s.
			loc5-loc6	*
			loc5-loc7	*
			loc5-loc8	*
			loc6-loc7	n.s.
			loc6-loc8	n.s.
			loc7-loc8	n.s.
Fuentes de Agua	Permanente (p)	p-t	n.s.	
	Temporal (t)	p-a	n.s.	
	Ausente (a)	t-a	*	

\* (Significativo); n.s. (No significativo)

Cuadro VIII.- Porcentaje de la devianza total explicado por cada uno de los factores (pendiente, pedregosidad, sexo y la interacción entre los tres) en el análisis de GLIM.

<b>DEVIANZA TOTAL</b>	<b>155.1</b>			<b>17 g.l.</b>
<b>FACTORES</b>	<b>% EXPLICACIÓN</b>	<b>CAMBIO DE DEVIANZA</b>	<b>X<sup>2</sup> (95%)</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Pendiente (pen)	67.64	-104.91	*	2
Pedregosidad (ped)	3.56	-5.53	n.s.	2
Sexo (sex)	15.6	-24.2	*	1
Pen-ped	8.21	-12.73	*	4
Pen-sex	4.45	-6.9	*	2
Ped-sex	0.54	-0.83	n.s.	2

\* (Significativo); n.s. (No significativo)

Cuadro IX.- Resultados de la prueba de significancia de t-student que se hizo entre las clases de los factores pendiente, pedregosidad y sexo.

<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Diferencia</b>	<b>95%</b>
Pendiente	Pen1	pen1-pen2	*
	Pen2	pen1-pen3	*
	Pen3	pen2-pen3	n.s.
Pedregosidad	Ped1	ped1-ped2	*
	Ped2	ped1-ped3	*
	Ped3	ped2-ped3	*
Sexo	Sex1	sex1-sex2	*
	Sex2		

\* (Significativo); n.s. (No significativo)

## VIII. DISCUSIÓN.

### 8.1. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD, PROPORCIÓN DE SEXOS Y ESTRUCTURA DE EDADES.

La estimación de la densidad de venado bura vario dependiendo del mes. La densidad en julio y septiembre es de alrededor de 4 ven/Km<sup>2</sup>, en diciembre baja a 1.89 ind./Km<sup>2</sup>, en abril aumenta considerablemente a 7.25 ven/Km<sup>2</sup>, en junio vuelve a bajar a 4.88 ind./Km<sup>2</sup> y en agosto de nuevo se incrementa a 6.35 ven/Km<sup>2</sup>. Esta variación mensual de la densidad, Mandujano y Gallina (1993), mencionan que podría explicarse mejor por los ritmos en cambios de actividad relacionados con cambios en el ciclo reproductivo y en el hábitat.

Los meses correspondientes a la época de verano tienen densidades parecidas, excepto agosto que es el mes en el cual acaba de pasar la temporada de nacimientos, en este mes la densidad fue mayor, pero no así la proporción de encuentro ( $n/L$ ), que es muy parecida a la de los otros meses de esta época, además se caracterizó por la presencia de individuos jóvenes por lo regular en tránsito y en lugares donde antes no se habían observado (Figuras 9 y 10). La densidad no varía considerablemente de un año a otro en la estación de verano, que fue la única que se muestreo dos años diferentes. En esta época hay disponibilidad de agua debido a que se presentan algunas lluvias de verano que la proveen, incluso durante los muestreos que se hicieron en esta época, siempre hubo precipitación, por lo tanto se puede deducir que los venados no deben caminar mucho para encontrar agua; cabe señalar que la época de verano del 2000 fue más seca que la del 99. En lo que respecta al alimento, este se encontró disponible sin mucho esfuerzo, incluso en la época de verano los ganaderos del ejido Bramadero llevan al ganado a pastar en las praderas que se encuentran en San Pedro Mártir.



Figura 9.- Hembra joven observada en La Corona.

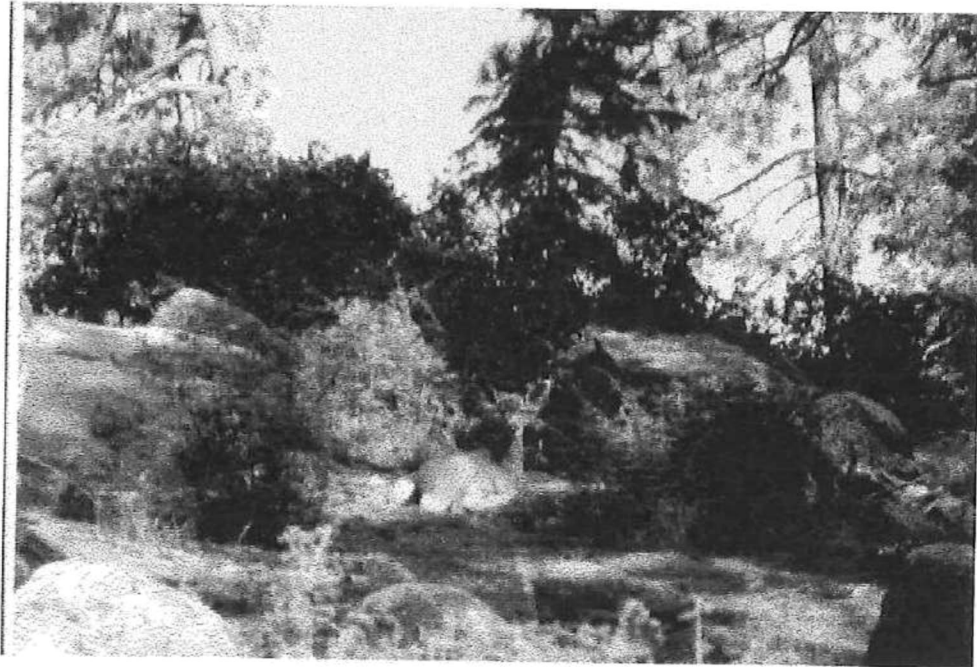


Figura 10.- Hembra joven descansando a orillas del camino a La Corona.

En el mes de diciembre la densidad disminuyó considerablemente, durante los recorridos se observó la vegetación seca, no había mucha agua, además como es la época de invierno y en las partes altas baja la temperatura, los venados descienden al chaparral a resguardarse, porque la vegetación está más cerrada y no se cubre con la nieve como pasa arriba. Este hecho concuerda con lo que mencionan Hungerford *et al.* (1981) para Arizona y Nuevo México, ya que el venado bura se mueve de las altas montañas a lugares con menor elevación debido a que la nieve reduce el suplemento alimenticio y dificulta la movilidad. En abril, cuando se están presentando las últimas nevadas, se encontró la mayor densidad, en su mayoría compuesta por hembras preñadas, que se concentraban en grandes grupos en los valles (praderas) y orillas de los arroyos, alimentándose de las hierbas y pastos que brotan ahí, preparándose así para la época de parto que es a finales de junio y principios de julio.

Se puede concluir que las densidades encontradas en Sierra San Pedro Mártir son relativamente bajas en comparación a las encontradas por Galindo (1993) en hábitats similares, las densidades que él encontró en su revisión de bibliografía variaron entre 12 y 18 ven/Km<sup>2</sup>. Para estas estimaciones Galindo no contó con datos de *Odocoileus hemionus fuliginatus* de Baja California, por no existir trabajos disponibles sobre este venado. Anderson y Wallmo (1984) también reportan densidades altas en comparación con las que se encontraron, ellos reportan una densidad de 18.5 ven/Km<sup>2</sup> para el hábitat de bosque. Kufeld *et al* (1980, en Anderson y wallmo, 1984) reportan densidades de 10 ven/Km<sup>2</sup> en una estimación de invierno, después de la temporada de caza. Otra estimación hecha en invierno en Montana reporta 3.9 ven/Km<sup>2</sup> (Makie, 1970, en Anderson y wallmo, 1984). Para la península de Baja California, en La Sierra de La Laguna, Gallina y González (1993) reportan una densidad de 20 ven/Km<sup>2</sup> la cual también es alta con respecto a la estimada en Sierra San Pedro Mártir.

Los machos en abril fueron muy escasos por lo que la proporción de sexos fue muy dispareja, según observaciones de los vaqueros en esta época los machos andan escondidos y no se dan a ver. Rue (1989) menciona que los venados se mueven a menores alturas a finales del otoño y principios de invierno y en primavera regresan a las alturas, pero las hembras y los jóvenes son los primeros en regresar; esta migración se da en abril cuando la nieve se empieza a derretir. Los machos grandes tienden a vagar durante su migración, siendo los últimos en llegar a las partes altas, el bajo número de venados machos observados en el mes de abril puede deberse a lo mencionado anteriormente. En los meses de septiembre, diciembre y junio, la proporción de sexo fue más cercana a la óptima. Cantú y Richardson (1997), indican que una proporción de 1:3 macho:hembra es buena cuando la producción y sobrevivencia de cervatos es baja. En áreas donde la mortalidad natural es alta y las densidades bajas, un alto número de hembras es necesario para mantener o incrementar la población. Davis (1996), menciona que la proporción puede variar de 1 macho por 5 o 10 hembras, pero que esta debe depender de los objetivos del manejo; si uno de los objetivos es obtener tasas de cosechas una proporción de 2 hembras por macho es buena, esta proporción debe proveer un número óptimo de machos para la cacería, mientras mantiene un adecuado número de hembras para el reclutamiento de la población.

En julio y agosto la proporción de machos fue mayor que la de hembras, en julio las pocas hembras que se observaron todavía estaban preñadas y en agosto eran muy jóvenes. La poca presencia de hembras podría explicarse por el hecho de que acaban de parir y están escondidas junto con sus cervatos protegiéndolos de los depredadores.

Es conocido (Teer *et al.*, 1965, en Ezcurra y Gallina, 1981) que la estructura de edades de una población de venados estable es aproximadamente en una proporción de 30%:20%:50% para cervatos, jóvenes y adultos respectivamente. En estudios hechos con el venado bura en la Sierra de La Laguna, Baja California Sur, la estructura de edades fue de 25% crías, 52% jóvenes y 23% adultos (Gallina *et al.*, 1992, en Gallina y González, 1993). Kelker (1947, en Ezcurra y Gallina, 1981), reporta que las poblaciones de venado que no han sido cazadas tienen una proporción de 30 a 40% machos adultos. En la presente investigación se encontró que en Sierra San Pedro Mártir los machos adultos ocupan un promedio de 23% de la población, esto puede ser un indicador de que la población está teniendo alguna clase de presión que la ha hecho disminuir. Los resultados de la estructura de edades en San Pedro Mártir no se asemejan en nada a lo encontrado en La Sierra de La Laguna, ya que la estructura de edades se caracterizó por la presencia, en su mayor parte, de animales adultos en la mayoría de los meses, excepto septiembre y agosto, en estos meses los animales jóvenes dominaron la estructura. Según Rue (1989) un mes antes de que las venadas den a luz se vuelven bien inquietas y muy antagónicas hacia otras y hacia sus propios hijos jóvenes, esto propicia que estos animales jóvenes empiecen a dispersarse en grupos de dos o más buscando formar otras manadas. Lo anterior explica porque los individuos jóvenes se observan más en los meses siguientes al nacimiento de los cervatillos, ya que son los animales que más se encuentran en tránsito.

Los cervatillos no fueron observados en ninguna época, tal vez porque no se pudieron ver en julio y septiembre y para los siguientes meses muestreados estos ya entraron en la categoría de jóvenes; después de septiembre el siguiente mes de muestreo fue diciembre, así los animales nacidos en junio y julio ya tendrían de 4 a 5 meses de edad. Cabe mencionar que el hecho de no observar cervatos, no quiere decir que no los hubiera, simplemente que no se

observaron directamente, por lo tanto no entraron en el conteo, pero sí se observaron huellas de animales muy pequeños, sobre todo en los arroyos en partes donde la vegetación ripiaría está muy cerrada. Rue (1989) y Hungerford *et al.* (1981) mencionan que las madres no permiten que sus cervatillos las acompañen en las primeras semanas, dejándolos escondidos, pero retornando periódicamente a amamantarlos. Regularmente, la madre se alimenta lejos de ellos para que su olor no atraiga a los depredadores y así, no ponerlos en peligro. Cantú y Richardson (1997) mencionan que el impacto de la depredación en la población de venado es directamente relacionado con la calidad de hábitat y que ésta tiene más impacto sobre los cervatos, incluso mencionan una investigación de Salwasser (1975) donde se comprueba la importancia de la cobertura como escondite para los cervatos, en dicho estudio se compararon dos áreas donde había una alta cantidad de depredadores, pero diferentes en cuanto a la disponibilidad de cobertura; el sitio con mayor cobertura tuvo la mayor sobrevivencia de cervatos, comprobándose así que la cobertura es importante en los primeros meses después del nacimiento de los cervatillos.

## **8.2. CONDICIÓN DE LA POBLACIÓN DE VENADO**

La condición de la población del venado bura en la Sierra de San Pedro Mártir parece buena, aunque como se dijo anteriormente, comparada con otros trabajos (Anderson y Wallmo, 1984; Galindo, 1993; Gallina y González, 1993) la densidad es un poco baja. La presencia de una media de 47% de animales jóvenes refleja un buen reclutamiento, debido a que un reclutamiento de 30 a 35% es bueno para mantener estable una población (Cantú y Richardson, 1997). La presencia de 47% de animales jóvenes asegura que año con año una buena cantidad de estos animales pase a la categoría de adultos. Kelker (1947, en Ezcurra y Gallina, 1981) menciona que en poblaciones que no han sido

cazadas, entre un 18 y 20 % de animales jóvenes pasan a la categoría de adultos cada año.

Los animales se ven con una buena condición física, por lo que parece que la nutrición de éstos es buena. La condición física y una buena nutrición influyen fuertemente muchos procesos importantes en el ciclo biológico de la población (Cantú y Richardson, 1997). Algunos de éstos procesos son: las tasas de ovulación, la sobrevivencia de los cervatos al nacer y el crecimiento de las astas en los machos, las cuales estaban grandes, fuertes y vigorosas en los individuos observados (Figuras 11 y 12).

### **8.3. CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT.**

#### **8.3.1 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.**

La caracterización de hábitat se llevó a cabo tomando en cuenta las 8 localidades donde más se observaron venados. En la medición de la cobertura se seleccionó sólo la cobertura vegetal, dejándose fuera a la cobertura que puedan proporcionar piedras, pendientes y cualquier otra característica física. Los bosques cuando son muy densos hacen pobre el hábitat para los venados propiciando bajas densidades, esto resulta del monopolio de la luz y los nutrientes del suelo por el establecimiento de árboles que no dejan crecer a las hierbas y los arbustos que sirven como alimento al venado (Davis, 1996). En San Pedro Mártir la presencia de grandes valles (ciénegas) proveen un hábitat excelente para el venado bura, debido a que el venado prefiere lugares de alimentación abiertos con poca cobertura, pero un área alterna con buena cobertura para escapar.



Figura 11.- Venado macho con astas vistosas de dos puntas cada una.



Figura 12.- Venado macho con astas vistosas de tres puntas cada una.

La cobertura vegetal varió del 20% en la localidad de Vallecitos (3) a 71 % en el Arroyo Tasajera (4). En todas las localidades los árboles dominan la cobertura, aunque no por eso se encuentran en mayor número, porque las hierbas dominan la frecuencia de ocurrencia de manera considerable, pero sus ramas y hojas no tienen comparación con la de los árboles, ya que uno o dos árboles pueden abarcar más que la cobertura de todas las hierbas en una localidad. Los arbustos no fueron muy numerosos y sólo en la localidad del Aguaje del Burro (7) hubo una cantidad considerable de ellos que en su mayoría fueron manzanita (*Arctostaphylos sp.*).

Al realizar un análisis de correlación lo que se busca es saber si existe una relación lineal entre  $X$  y  $Y$ , en este caso  $X$  serían los elementos estructurales (cobertura, frecuencia de ocurrencia, pendiente y pedregosidad) que podrían relacionarse con la presencia o ausencia de venado en el área ( $Y$ ) (Milton y Tsokos, 1987). Tanto la cobertura como la frecuencia de ocurrencia de hierbas tienen una ligera relación positiva con la presencia de venados; mientras que los árboles tienen una relación negativa, esto implica que la presencia de hierbas atrae a los venados y que la de árboles los aleja ó que los árboles dificultaron la visibilidad para poder detectar a los venados. Dasmann (1972), menciona que los venados se alimentan en los valles y claros de los bosques teniendo buena visibilidad, pero siempre cerca de un lugar que tenga buena cobertura para facilitar el escape. Los muestreos de cobertura se hicieron en los lugares donde se observaron los venados, pero no hacia donde escaparon, que fueron lugares donde a simple vista se observó buena cobertura, sin embargo no se hicieron muestreos en estas áreas. Las hembras siempre fueron observadas en los valles y claros de los bosques en la orilla de los caminos donde las hierbas dominan, mientras que los machos se observaron en su mayoría en localidades como la 7 (Aguaje del Burro) y 8 (La Corona) donde los arbustos tienen mayor presencia, además los machos siempre estuvieron más

alejados de los caminos que las hembras. Rue (1989) menciona que los machos son más desconfiados, es decir, se esconden más que las hembras, esta preferencia de unas u otros se puede observar en el análisis de correlación.

La pendiente y pedregosidad son otros factores que pueden determinar la presencia o ausencia de venados, de hecho los resultados muestran que los animales evitan lugares con pendientes y pedregosidades elevadas, ésta relación es más fuerte con las hembras que con los machos, pero éste tema se toca con mayor detalle en la sección 8.3.2.

### *8.3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GLIM.*

En el análisis de GLIM la interacción de la localidad con el agua explica en un 69 % la devianza total del modelo. La localidad 3, fue la más visitada por los venados, seguida por la 5 y la 7, cabe mencionar que las localidades 3 y 7 fueron las que tuvieron menos cobertura vegetal (alrededor de 20 a 48%) y corresponden a valles y claros en el bosque, esto reafirma lo que menciona Dasmann (1972) que los venados ocupan áreas con poca cobertura; además, Cantú y Richardson (1997), mencionan que en Texas el venado bura prefiere coberturas del 40% o menos, muy parecido a lo observado en San Pedro Mártir. Entre las fuentes de agua, los venados prefirieron las localidades donde había fuentes de agua temporales, ya que el 63% de las observaciones se dieron en estas áreas, seguidas por las localidades con agua permanente y ausente con 24% y 13% respectivamente. Acorde a Robinette (1966, en Ezcurra y Gallina, 1981) la disponibilidad de agua no es el factor central determinante de la presencia de venado en alguna área; lo importante es una buena cobertura de árboles y una buena dieta. Por otro lado, estudios de requerimientos de agua del venado bura indican que su área de habitación es cercanamente asociada

con fuentes de agua permanente (Cantú y Richardson, 1997). Rogers *et al.* (1978, en Ezcurra y Gallina 1981) encontraron que el área de habitación del venado bura generalmente incluye 2 o 3 fuentes de agua permanente. Ellos observaron que los cambios estacionales de disponibilidad de agua no afectan los movimientos del venado y no restringe su uso de hábitat. Michel (1965, en Ezcurra y Gallina, 1981) señala que el área de habitación de los machos generalmente abarca 1.74 Km<sup>2</sup> y la de las hembras 0.6 Km<sup>2</sup>. por lo tanto, puede ser que donde se observó a los venados no haya agua, pero eso no quiere decir que su área de habitación no incluya alguna fuente de agua permanente. En la figura 13, se observa que las localidades muestreadas están alrededor de fuentes de agua permanente, a distancias no mayores de 2000 metros.

En el análisis de GLIM para la pendiente y pedregosidad, la primera explica el 67.64% de la devianza total del modelo y es altamente significativa. Al igual que en el análisis de correlación un alto porcentaje de las observaciones (92.5%) se concentraron en la primera clase de pendiente, o sea que los animales prefieren lugares con poca o nula pendiente, también visitaron mas los lugares con poca pedregosidad, pero esto no es significativo. La mayoría de las observaciones fueron hembras 79% y todas visitaron lugares con poca pendiente y poca pedregosidad. Los machos se encontraron en el 21% de las observaciones, prefiriendo pendientes poco elevadas y pedregosidades moderadas. Cantú y Richardson (1997) indican que el venado bura prefiere lugares altos, cañones accidentados y áreas abiertas. En La Michilía, Durango, el venado cola blanca prefiere hábitats con sitios planos como son las mesetas o partes elevadas, donde la diversidad de plantas es mayor (Gallina, 1990, en Gallina y González, 1993). En la Sierra de La Laguna, el venado bura prefiere sitios con pendientes pronunciadas y terreno rocoso, donde encuentra protección contra depredadores, cercanos a lugares con agua libre, donde

también existe alimento disponible y cobertura (Gallina *et al.*, 1991, en Gallina y González, 1993). De acuerdo con Rue (1989) los venados usan las pendientes para protegerse del viento y la nieve, las de mayor preferencia son las pendientes con cara al sur, sureste y oeste porque la nieve es menos espesa, se derrite más rápido y la vegetación es más densa protegiéndose así del frío. Es importante apuntar que los transectos se hicieron única y exclusivamente por caminos y cauces de arroyos, por lo tanto, los lugares donde se observó a los venados y se realizó la caracterización de hábitat no contaba con pendientes muy pronunciadas. Lo recomendable es usar la telemetría para determinar con mayor exactitud los lugares que más prefieren los venados y el porcentaje de inclinación que prefieren en una pendiente.

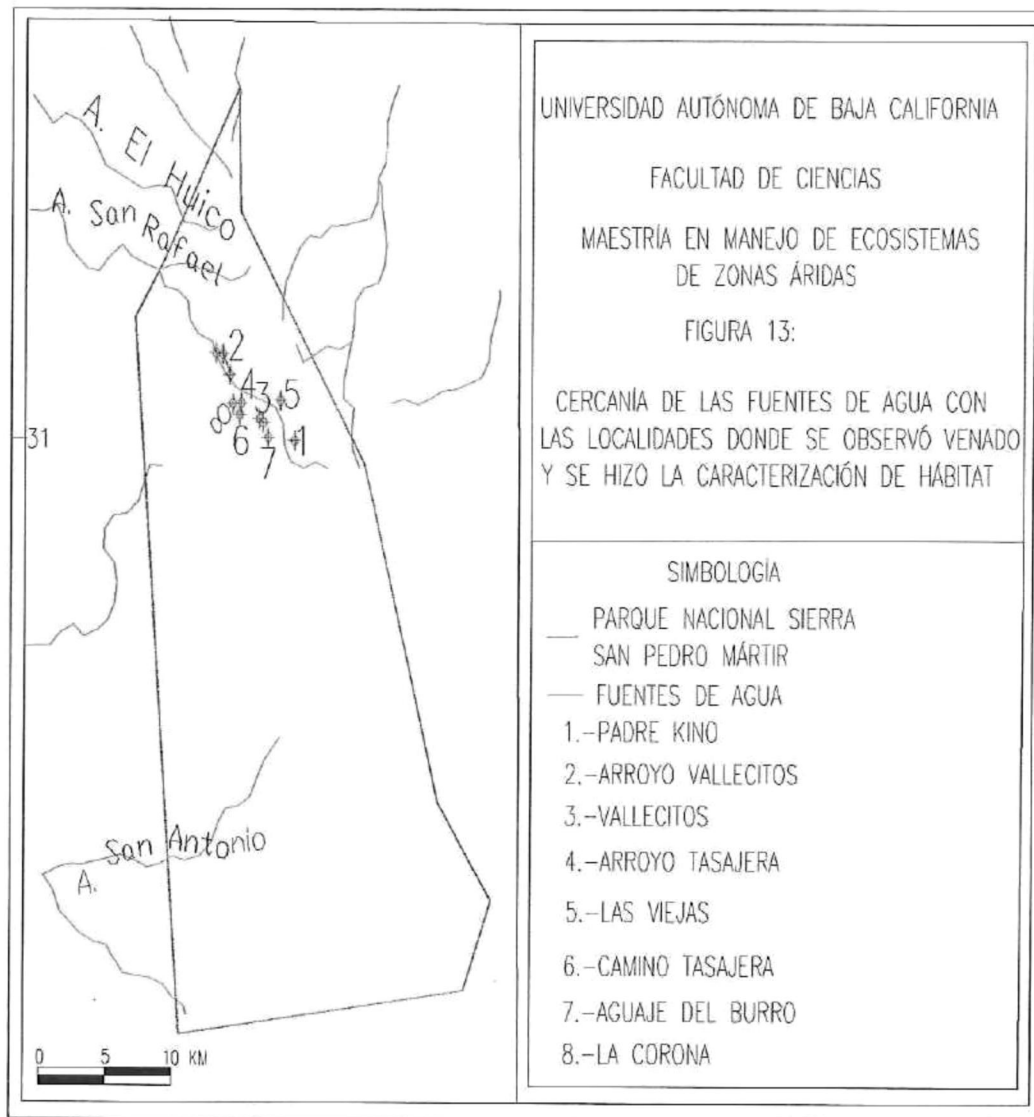


Figura 13.- Cercanía de las fuentes de agua con las localidades donde se observó venado y se hizo la caracterización de hábitat.

## IX. CONCLUSIONES.

- La densidad del venado bura por kilómetro cuadrado obtenida a través del transecto en línea en la Sierra San Pedro Mártir, vario dependiendo de la época del año.
- En comparación con estudios realizados en hábitats parecidos al de San Pedro Mártir, se concluye que las densidades encontradas son relativamente bajas.
- La época de verano fue la única que se muestreo en dos años diferentes y las densidades fueron similares en cada uno de los meses.
- La proporción de sexos vario dependiendo de la época del año, pero en general se manifiesta una mayor presencia de hembras.
- La estructura de edades está mejor representada por los adultos en la mayoría de los meses, las hembras adultas son las más numerosas, los jóvenes predominan en agosto por ser los que más se encuentran en tránsito en ésta época del año.
- La ausencia de cervatillos se debe a que las madres los esconden después de nacer y permanecen en lugares con mucha cobertura hasta que están mas fuertes y vigorosos.
- La condición de los venados se observó buena, las astas grandes, fuertes y vistosas reflejan una buena nutrición de la población.

- Las localidades de Las Viejas y Vallecitos fueron las más visitadas por los venados, en su mayoría hembras.
- Los venados prefieren áreas cuyo % de cobertura vegetal varía de 20 a 40%, además prefirieron los lugares con mayor abundancia de hierbas.
- Los lugares con poca pendiente y poca pedregosidad son preferidos por los venados, al igual que los lugares con fuentes de agua no permanente y permanente.
- El presente trabajo aporta las bases sobre el estado poblacional del venado bura en la Sierra San Pedro Mártir. Sin embargo, es necesario llevar a cabo otro tipo de estudios como: análisis de dietas, tasas de natalidad, mortalidad y sobrevivencia, análisis de la salud de los animales; también se recomienda hacer estudios de telemetría para conocer las áreas de actividad de los venados como los lugares donde se alimenta, donde se resguarda del clima y los depredadores, donde nacen los cervatillos y también para conocer como los animales gastan su energía a través del tiempo.

## **X. PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO PARA EL VENADO BURA EN LA SIERRA SAN PEDRO MÁRTIR.**

### **A. ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DE LA POBLACIÓN DE VENADO.**

La población de venado esta cambiando constantemente en número, al mismo tiempo que en proporción de sexos y estructura de edades. Los manejadores deben monitorear éstos cambios tan cerca como sea posible determinar las fuerzas que controlan las pasadas y futuras composiciones de la población (Hungerford *et al.*, 1981). El conocimiento de la dinámica poblacional le permite al manejador manipular los parámetros poblacionales de acuerdo a sus objetivos, mediante diversas técnicas.

#### **1. MANTENIMIENTO DE LA DENSIDAD.**

##### **OBJETIVO:**

Mantener la densidad a un nivel en el cual no se ponga en peligro la población y tampoco se rebase la capacidad de carga de su hábitat, al tiempo que también se producen animales cosechables.

##### **1.1. Líneas de acción.**

##### **1.1.1. Aumento de la productividad y reproducción de la población.**

La reproducción y la productividad están relacionadas con la cantidad y calidad del alimento (nutrición). Una exitosa procreación depende de la salud de los venados durante la época de celo. Las tasas de ovulación son fuertemente influenciadas por el nivel de nutrición y condición física previo y durante el

período de celo (Cantú y Richardson, 1997). Los factores ambientales también pueden causar variación importante en la reproducción del venado. Los factores reproductivos determinan el potencial biótico de una especie y el ambiente influye en estos patrones determinando el crecimiento y productividad de la población.

Los datos sobre el éxito reproductivo son ampliamente usados como una base para tomar decisiones sobre el manejo. La reproducción es una de las claves para mantener las poblaciones y producir excedentes cosechables. Entre los datos más importantes se tienen: 1) las tasas reproductivas, es decir la proporción de hembras que participan en la reproducción; 2) el tamaño de la población; y 3) la proporción de sexos y edades (Gallina y González, 1993).

Se recomienda monitorear el éxito reproductivo y reconocer los factores ambientales que puedan influir en la reproducción de la especie, ya que si se quiere cosechar una población, la reproducción debe exceder la mortalidad. También se recomienda hacer estudios sobre el contenido nutricional del alimento disponible.

#### 1.1.2. Aumento de la sobrevivencia de cervatos.

La sobrevivencia de cervatos es influenciada por el clima, depredación, calidad de hábitat y la condición nutricional durante la gestación. Un reclutamiento de 30 a 35% es necesario para mantener relativamente estable una población, incrementos en la población están relacionados con reclutamientos en exceso de 50% y un reclutamiento de 25% o menos generalmente resulta en un decline (Cantú y Richardson, 1997). Dasmann (1972) menciona que un factor importante para una alta producción de cervatos parece ser la disponibilidad de hierbas.

Durante el estudio poblacional no se encontraron cervatos, por lo tanto no tenemos una idea de cual sea la tasa de sobrevivencia. Pero el hecho de encontrar una buena proporción de jóvenes (alrededor del 47%) sugiere un buen reclutamiento.

Se recomienda localizar los sitios donde las madres esconden a los cervatos, ésto se puede hacer por medio de la telemetría, también se recomienda hacer estudios de sobrevivencia de cervatos.

Las técnicas para lograr una buena sobrevivencia de cervatos están basadas en el manejo de hábitat y se mencionan más adelante.

#### 1.1.3. Control de depredadores.

El control de depredadores es una herramienta valida para el manejo del venado, pero si la calidad de hábitat es insuficiente es poco probable que sólo controlar los depredadores resulte en un alto número de venados. Ninguna investigación ha demostrado que la depredación por coyote o puma fuera una causa exclusiva de algún decline en la población de bura (Cantú y Richardson, 1997).

No se recomienda hacer control de depredadores, el hacerlo podría causar un desequilibrio en el sistema.

## 2. AJUSTE DE LA PROPORCIÓN DE SEXOS.

OBJETIVO:

Disminuir el número de machos, ya que un exceso de machos en una especie polígama, como el venado, no es deseable. La disminución de la proporción de machos, sobre todo adultos, evita la competencia por alimento que deriva en la muerte de algunos animales jóvenes y pequeños, sobre todo en invierno.

## 2.1. Líneas de acción.

### 2.1.1. Cacería de machos adultos.

La cacería de machos adultos es una buena herramienta de manejo, aparte de que esos machos adultos podrían estar usando una buena parte de los recursos que pueden ser mejor aprovechados por un joven de cualquier sexo, además ésta deriva en ingresos económicos para los dueños del recurso. El hecho de cazar solamente machos dirige la población a la dominancia de hembras, es recomendable una proporción de 3 o 4 hembras por macho para que se mantenga el reclutamiento de la población.

En el presente estudio la proporción vario generalmente de menos de 1 a 2 hembras por macho.

Se recomienda ajustar la proporción de sexos a 3 o 4 hembras por macho, ésto se puede hacer por medio de la cacería de los machos adultos.

## 3. AJUSTE DE LA ESTRUCTURA DE EDADES.

**OBJETIVO:**

Aumentar la densidad en las primeras clases de edad para que año con año se asegure que el reclutamiento producirá animales adultos que puedan ser cosechables y no se ponga en peligro la población.

**3.1. Líneas de acción.**

3.1.1. Las líneas de acción son las mismas que en la sección 1 del manejo de la población.

**4. CACERÍA.****OBJETIVO:**

Mantener el balance entre el venado y su hábitat, además de proporcionar un ingreso económico a los dueños del recurso.

**4.1. Líneas de acción.****4.1.1. Cacería de machos adultos**

La cacería beneficia tanto a la población de venado como a su hábitat removiendo animales que de todas formas por otros medios se perderían. Debido a que el venado es polígamo, la cacería de los machos adultos tiene poco efecto en la proporción de incremento de la población (Rue, 1989). Kelker (1947, en Ezcurra y Gallina, 1981) apunta que la tasa de crecimiento de una población de venado no es afectada si sólo se cazan machos adultos y la población se reduce en un 10 a 30 % anualmente. Poblaciones que no han sido

cazadas están compuestas por un 30 a 40% de machos adultos, si todos ellos pudieran ser legalmente cazados durante la estación de cacería, habría sobre un 18 a 20 % de nuevos adultos en la siguiente estación.

Los resultados del estudio poblacional en el bosque de coníferas de San Pedro Mártir revelan que la proporción de machos adultos es de alrededor de 23% y la de machos jóvenes alrededor de 17%.

Se recomienda la cacería del 45% de los machos adultos, que sería un 10% del total de la población.

La cacería debe comprender la parte de bosque de coníferas que se encuentra fuera del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir, ya que en dicho parque no se permite la cacería (SEMARNAP 1999-2000).

Los meses en que se recomienda hacer la cacería se mencionan más adelante en el calendario de manejo.

El ejercicio de la cacería no se debe hacer mediante los siguientes medios: a) venenos, armadas, trampas, redes, armas automáticas o de ráfaga; b) desde media hora antes de la puesta del sol, hasta media hora después del amanecer; c) cuando se trate de crías o hembras (SEMARNAP, 2000).

#### 4.1.2. Producción de animales con astas vistosas.

El tamaño de las astas es fuertemente influenciado por la calidad del alimento que el venado consume mientras sus astas están en desarrollo. El desarrollo de las astas se da normalmente durante la primavera y el verano cuando el alimento es excelente. El desarrollo de las astas en los jóvenes es un

buen indicador de que tan adecuado es el alimento. Si el suplemento alimenticio es bueno mas jóvenes deben desarrollar astas ahorquilladas y vistosas durante su segundo año (Dasmann, 1972).

Durante la investigación se observaron animales jóvenes en buena condición física y con astas muy vistosas, lo que puede ser un indicador de una buena nutrición, pero de todas maneras se recomienda hacer estudios sobre el contenido nutricional del alimento.

Las técnicas para aumentar la calidad y cantidad del alimento se mencionan en el manejo de hábitat.

#### 4.1.3. Datos de cosecha.

Los datos que se deben tomar al momento de la cosecha son el número de animales cosechados, el peso, las medidas de las astas, condiciones del cuerpo, la edad, tomar fotos de los animales con los datos para cada uno, entre otros. Estos datos permitirán comparar año con año y ser usados como parte del monitoreo del programa de manejo.

### *5. MONITOREO DE ENFERMEDADES.*

#### OBJETIVO:

Mantener un control de las enfermedades que afectan a la población y evitar la propagación de epidemias.

#### 5.1. Líneas de acción.

### 5.1.1. Análisis de sangre y serológicos.

Las enfermedades que pueden llegar a afectar una población de venado son: la brucelosis, la vibriosis, la anaplasmosis, entre otras. Los análisis de sangre y serológicos son una buena herramienta para detectar las enfermedades que afectan a la población de venado. Se recomienda hacerlos por lo menos una vez al año.

## 6. ECOTURISMO.

### OBJETIVO:

Mostrar a la población la belleza de este ejemplar de la fauna silvestre mexicana, a la vez que deja un beneficio económico para los dueños del recurso.

### 6.1. Líneas de acción.

#### 6.1.1. Safaris para observar y fotografiar al venado.

El sólo hecho de observar a la fauna produce un placer visual, San Pedro Mártir es un lugar especial para fotografiar al venado, sobre todo en la parte del parque, ya que en los lugares donde se observa al venado tienen poca cobertura y permite su observación en un buen trecho de terreno, además de que en esta área el venado es poco evasivo y más tolerante a los humanos.

Los cervatillos y animales jóvenes se pueden observar y fotografiar en verano, los adultos en invierno y primavera, el cortejo se presenta a finales de

otoño y principios de primavera, las hembras preñadas se observan en primavera y principios de verano y el nacimiento de los cervatillos es en verano.

Se debe tener cuidado en no molestar mucho a los venados, sobre todo en eventos importantes de su ciclo biológico, no maltratar a las plantas que pueden servir como alimento o cobertura, no tirar basura y evitar algunas otras acciones que puedan causar un impacto en el hábitat del venado.

## 7. CALENDARIO DE MANEJO Y CICLO BIOLÓGICO DE LA POBLACIÓN.

### OBJETIVO:

Tener calendarizados los eventos importantes del ciclo biológico del venado y las acciones de monitoreo de la población que en un momento pueden ser importantes para tomar decisiones de manejo.

Se recomienda hacer el análisis de sobrevivencia de cervatos para tener una idea de cual es el reclutamiento de la población año con año, los meses recomendados están en el *cuadro X* y se escogieron estos por ser cuando los cervatos se pueden observar. La realización de censos se recomienda antes de la época de cacería para establecer la tasa de cosecha para cada año y periodo. La cacería se estableció en los meses especificados en el *cuadro X* debido a que en estos meses fue cuando se encontró la mayor cantidad de machos adultos durante el muestreo de la población.

Cuadro X.- Calendario de manejo y ciclo biológico de la población.

Evento	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Reproducción											■	■
Nacimiento						■	■	■				
Destete											■	■
Migración salida											■	■
Migración llegada				■	■							
Caída de astas			■	■								
Análisis de sobrevivencia de cervatos							■	■	■			
Realización de censos					■	■		■				
Aprovechamiento						■	■		■			

## B. ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DEL HÁBITAT DEL VENADO.

El manejo del hábitat esta destinado a proporcionar una buena calidad y cantidad de hábitat para el venado. Donde alimento adecuado bien distribuido, cobertura y agua están disponibles sin mucho esfuerzo se dice que es un buen hábitat para el venado. Davis (1996) recomienda que el manejo de hábitat debe enfatizar en la necesidad de una buena distribución del alimento y la producción de una amplia variedad a escoger.

### 1. MEJORAMIENTO DE HÁBITAT.

## OBJETIVO:

Proporcionar una mejor calidad y una mayor diversidad en el hábitat del venado, ya que este necesita una gran variedad de plantas para estar saludable y vigoroso.

### 1.1. Líneas de acción.

#### 1.1.1. Creación de claros en los bosques más cerrados.

Los aclareos se hacen generalmente en donde el bosque está muy cerrado y el hábitat para el venado es pobre con respecto a disponibilidad de alimento y contenido nutritivo de las hierbas y arbustos que llegan a crecer en estos lugares.

Se recomienda hacer aclareos del estrato arbóreo y arbustivo para incrementar la biomasa herbácea (Gallina 1993b).

La cosecha de árboles es una de las técnicas más recomendadas para mejorar o mantener el hábitat del venado, con ésta técnica la producción herbácea es incrementada por varios años después de la reducción del piso del bosque y más diversidad en el hábitat es creada.

El fuego es recomendado para generar etapas vegetativas que sirvan como alimento al venado y a la vez se proporciona una diversidad de hábitat. Para propósitos de manejo, fuegos prescritos pueden ser inducidos en alta o baja intensidad, una alta intensidad es la que más daña la vegetación, son usados para matar los árboles y generar etapas vegetativas pioneras. Una baja

intensidad de fuego ayuda a preparar la germinación de semillas o inducir el brote de plantas importantes (Patton, 1981).

Como ya se menciono con éstas técnicas la cantidad y calidad nutricional del alimento se incrementa derivando en una mayor nutrición para el venado y por lo tanto una mayor productividad y sobrevivencia de la población, de la misma manera los machos producen astas más vistosas.

En lo que respecta a la caracterización que se hizo, esta se realizó en lugares abiertos donde el venado se alimenta, por lo tanto basados en estos resultados, no es necesario abrir claros en estas localidades muestreadas, ya que la cobertura arbórea va de 13 a 63% dependiendo de la localidad.

Se recomienda hacer una evaluación de la cobertura del estrato arbóreo en otros lugares mas cerrados, para determinar si es necesario implementar alguna de las técnicas mencionadas anteriormente.

#### 1.1.2. Disponibilidad de agua.

La disponibilidad de agua es una consideración importante para proveer calidad de hábitat al venado. Aunque el venado obtiene agua de ciertas plantas en su dieta, fuentes de agua permanente bien distribuidas deben permitir a los animales utilizar de mejor manera su hábitat (Davis, 1996).

Estudios sobre requerimientos de agua han mostrado que el área de habitación del venado esta relacionada con fuentes de agua permanente, además cuando el agua esta presente la densidad de venados se incrementa. La tendencia del ganado y el venado a congregarse alrededor de las fuentes de agua a menudo resulta en un uso excesivo de las plantas alrededor del área.

Estos problemas pueden ser corregidos distribuyendo agua a lo largo del hábitat del venado (Cantú y Richardson, 1997).

El análisis que se hizo en San Pedro Mártir mostró que los venados permanecen más en los lugares donde el agua no es permanente, esto no es un indicador de que no tengan agua dentro de su área de habitación ya que esta abarca una gran extensión de terreno.

Se recomiendan los estudios de telemetría para calcular el área de habitación de los venados, además se recomienda dotar de agua al hábitat del venado; las fuentes de agua deben estar bien distribuidas, cerca de una buena cobertura de escape y separadas con una distancia no mayor de 4 km. Estas pueden estar localizadas en los cauces de los arroyos donde en la época húmeda si hay agua.

#### 1.1.3. Suplemento alimenticio.

El proporcionar alimento a una población animal, es un modo de superar la sucesión. Esta practica esta muy generalizada en algunos países para hacer frente a los inviernos crudos. El uso de esta técnica ha enfrentado a los manejadores con algunos problemas en la mayoría de los casos: 1) la concentración de depredadores, 2) la sobrepoblación temporal promueve la transmisión de enfermedades, 3) se incrementan los problemas en el área al mantener por más tiempo los animales en las zonas de primavera, 4) va en contra de los procesos de selección natural, 5) daña los sitios donde se proporciona el alimento y 6) como rara vez el esfuerzo de alimentación es sostenido, da como resultado una mortalidad por inanición más conspicua en los meses posteriores (Gallina y González, 1993). Por todas estas razones y

bajo nuestro nivel actual de manejo el suplemento alimenticio es impráctico y sólo se puede utilizar en emergencias como son los inviernos muy severos.

Cuando el número de venados no excede la capacidad de carga de su hábitat no hay necesidad de suplemento alimenticio. En San Pedro Mártir se ve que los venados están bien alimentados, tienen astas muy vistosas, lo cual es un indicador de buena calidad del alimento. No se recomienda el suplemento alimenticio, de cualquier manera es necesario hacer una evaluación de la calidad y cantidad del alimento.

#### 1.1.4. Saladeros.

Sólo pequeñas cantidades de cloruro de sodio para mantener la salud de los animales son requeridos y estas cantidades están presentes en el alimento natural. Algunos investigadores han apuntado que la necesidad de sal varía con el contenido químico de alimento local y con el suministro de agua, además de las diferencias fisiológicas entre los individuos. El consumo de sal por el venado es afectado por la naturaleza del forraje, la temperatura del aire y el movimiento (Dasmann, 1972).

No se sabe si los animales tienen deficiencias de sal, pero parece que no, de cualquier manera colocar algunos saladeros no afectaría al hábitat.

## 2. MANTENIMIENTO DE HÁBITAT.

### OBJETIVO:

Mantener los hábitats preferidos por el venado y la diversidad de éstos para que tenga recursos alternativos de donde escoger para nutrirse debidamente y

una buena protección para llevar a cabo todas las actividades de su ciclo biológico.

## 2.1. Líneas de acción.

### 2.1.1. Mantenimiento o creación de cobertura en sitios importantes.

Los sitios importantes donde se debe mantener la cobertura es alrededor de las áreas de alimentación y fuentes de agua, para que el venado tenga una buena cobertura de escape cuando se encuentre en peligro. Otros sitios importantes son los que sirven para protegerse del clima (pendientes sur, sureste y oeste), los lugares de reproducción, los lugares donde esconden a los cervatillos a la hora de nacer. También, se debe mantener la cobertura en los sitios por donde el venado tiende a migrar hacia lugares menos elevados cuando llega el invierno (drenajes naturales de las montañas, desfiladeros, valles, etc.).

Se recomiendan la telemetría para localizar todos los sitios importantes del hábitat del venado. También, se recomienda meter cobertura en aquellos sitios donde hace falta, esto se puede hacer plantando arboles, sembrándolos etc.

### 2.1.2. Mantenimiento de los claros existentes.

El trabajo de los manejadores de fauna silvestre con respecto al hábitat, es el de manipular la sucesión natural, ya sea manteniéndola, haciéndola más lenta, retrasándola o adelantándola, para favorecer a una especie, en este caso el venado. Lo anterior a pesar de parecer fácil, requiere del conocimiento exacto del proceso de sucesión y de los requerimientos de las especies y esto cuesta mucho dinero, tiempo y energía (Gallina y González, 1993).

Es importante mantener todas los pequeños claros en el bosque. Estos claros se pueden mantener manipulando la sucesión al grado de retrasarla para que no se conviertan en bosque nuevamente.

### 2.1.3. Protección de praderas húmedas (ciénegas) y vegetación riparia.

Las ciénegas son importantes tanto en calidad como en cantidad de forraje para el venado, estas deben ser protegidas y mantenidas en un estado productivo. Entre las medidas recomendadas para restaurar y mantener las praderas húmedas están: todos los caminos deben ser retirados de los sitios húmedos y la sucesión debe ser controlada removiendo los arboles que invaden estos sitios.

Debido al alto valor del forraje y a la presencia de agua y sombra en la vegetación riparia, el ganado tiende a concentrarse en estos lugares haciendo un sobreuso de la vegetación. En estos casos las alternativas de manejo serian remover el ganado, cercar las zonas riparias, o usar un sistema de pastoreo rotativo (Patton, 1981).

### 2.1.5. Pastoreo rotativo del ganado.

Por medio del pastoreo rotativo las pasturas son descansadas periódicamente durante el año. Esto permite un mejoramiento de la producción de semillas, establecimiento de plántulas y restauración del vigor de las plantas (Davis, 1996). Carrillo (1982, en Gallina 1993b) expone que un pastoreo moderado del ganado causa un efecto benéfico sobre la disponibilidad de alimento para el venado porque al hacer uso de las gramíneas, permite el desarrollo de las herbáceas que el venado consume.

Ni la ausencia del ganado, ni la presencia prolongada son benéficas para el venado, ya que un pastoreo prolongado puede afectar la cobertura del hábitat y la falta de pastoreo puede derivar en la ausencia de plantas de buena calidad alimenticia para el venado.

Se recomienda un pastoreo moderado al principio de la primavera para inducir el brote de plantas con buen contenido nutritivo.

### *3. CALENDARIO DE MANEJO DE HÁBITAT.*

#### **OBJETIVO:**

Tener calendarizadas las acciones de manejo del hábitat para un mejor funcionamiento del plan de manejo.

El suplemento de agua se debe hacer en el tiempo que esta falte, el pastoreo del ganado debe ser al principio de la primavera para inducir el brote de las hierbas y estén listas para cuando vuelvan los venados de las partes bajas. El análisis de la cobertura se debe hacer a finales del otoño para asegurar que los venados que no migran a menores alturas tengan donde refugiarse del viento y la nieve. El análisis de disponibilidad de alimento se debe hacer a principios de la primavera, para asegurar que después del invierno los venados tengan alimento disponible para recuperar las energías perdidas en la migración y a principios de otoño, para prevenir alguna falta de nutrición cuando los venados se están preparando para la reproducción y para recibir el invierno.

Cuadro XI. Calendario de manejo de hábitat.

Eventos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Suplemento de agua				■	■	■						
Pastoreo de ganado			■			■	■	■				
Análisis de cobertura										■	■	■
Análisis de la disponibilidad del alimento			■	■					■	■		

## XI. BIBLIOGRAFÍA.

- Alcalá, G. H. Rancho No 50. [En línea]. Enero-Febrero de 1990. <http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/ranchos/RA0050.html> [Consulta: 12 de septiembre, 1998].
- Alcalá, G. H. y F. U. Avila. Memoria técnica No 9 (En línea). Marzo de 1995. <http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/pastizales/P95004.htm>. (Consulta: 1 de febrero, 1999).
- Anderson, D.R., J.L. Laake, B.R. Crain and K.P. Burnham. 1979. Guide-lines for line transec sampling of biological populations. *Journal of Wildlife Management* 43:70-78.
- Anderson, E. And C. Wallmo. 1984. Mammalian species, *Odocoileus hemionus*. *American Society of Mammalogists* 219:1-9.
- Bailey, J. A. 1984. Principles of wildlife management. Wiley. United States of America. 374 pp.
- Beasom, S. L. y E. P. Wiggers. 1981. Productivity of mule and white-tailed deer. *Research Highlights. Texas Tech Univ.* 12:73 USA.
- Burnham, K.P., D.R. Anderson y J.L. Laake. 1979. Robust estimation from line transec data. *Journal of Wildlife Management* 43(4): 992-996.
- Burnham, K.P., D.R. Anderson y J.L. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildli. Monographs* 72: 1-22.

- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham y J.L. Laake. 1993. Distance sampling: Estimating abundance of populations. CHAPMAN&HALL. London , England.
- Cantu, R. and C Richardson. 1997. Mule deer management in Texas. Texas Parks and Wildlife Department Bulletin. Austin, Texas.
- CONAGUA. 1995. Programa estatal hidráulico 1995-2000. Comisión Nacional del Agua. Gerencia estatal en Baja California. Mexicali, B.C.144 pp.
- Dasmann, W. 1972. If deer are to survive. Wildlife Management Institute. Stackpole books. Harrisburg, Pennsylvania, USA. 128 p.
- Davis, E. 1996. Deer management in the South Texas Plains. Texas Parks and Wildlife Department Bulletin. Austin, Texas.
- Delgadillo, J. 1992. Florística y ecología del norte de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali. B. C. 340 p.
- Escoto, M. 1994. Balance del agua del suelo en tres sitios de estudio en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California. Tesis para obtener el título de biólogo. Universidad Autónoma de Baja California. 96 p.
- Ezcurra, E. Y S. Gallina. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in Northwestern Mexico. Pp. 77-108. In: Deer biology, habitat requeriments and management in Western Nort America (P.F. Ffolliott y S. Gallina, eds.). Instituto de Ecologia, A.C. Mexico, D.F.

- Ezcurra, E., S. Gallina y P.F. Folliot. 1980. Manejo combinado del venado y el ganado en el norte de México. *Rangelands* 2: 208-209.
- Fafarman, K. R. y C. A. De Young, 1986. Evaluation of spotting counts of deer in South Texas. *Wildl. soc. Bull.* 14:180-185. USA.
- Galindo-Leal, C. 1993. Densidades poblacionales de los venados cola blanca, cola negra y bura en Norte América. Pp. 371-388. En: R. Medellín y G. Ceballos (eds) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Publicación Especial Vol I, México, D.F.
- Gallina, S. y A. González. 1993. Manejo de fauna. Instituto de ecología. Departamento de ecología y comportamiento animal. Xalapa, Ver.
- Gallina, S. 1993a. White-tailed deer and cattle diets at la Michilia, Durango, México. *Journal of Range Management*. 46: 487-492.
- Gallina, S. 1993b. Biomasa disponible y capacidad de carga para el venado y el ganado en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango. Pp. 437-453. En: R. Medellín y G. Ceballos (eds) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Publicación Especial Vol I, México, D.F.
- Henry, C.S. 1972. Ecological framework for deer management. *Journal of Forestry* 200-204.
- Hungerford, C.R. M.D. Burke and P.F. Ffolliott. 1981. Biology and population dynamics of mule deer in Suothwestern United Estates. Pp 109-132. In: *Deer*

biology, habitat requirements and management in Western North America (P.F. Ffolliott y S. Gallina, eds.). Instituto de Ecología, A.C. Mexico, D.F.

- INEGI. 1997. Anuario estadístico del estado de Baja California. Instituto Nacional de Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. 347 p.
- INEGI. 1982a. Carta geológica. 1:250,000. Lázaro Cárdenas H11-5-6. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. INEGI-SPP.
- INEGI. 1982b. Carta geológica. 1:250,000 San Felipe H11-3. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. INEGI-SPP.
- INEGI. 1982c. Carta edafológica. 1:250,000 Lázaro Cárdenas H11-5-6. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. INEGI-SPP.
- INEGI. 1982d. Carta edafológica. 1:250,000 San Felipe H11-3. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. INEGI-SPP.
- Karanth, K.U. and M.E. Sunquist. 1992. Population structure, density and biomass of large herbivores in the tropical forest of Nagarahole, India. *Journal Tropical Ecology* 8:21-35.
- Leopold, A. S. 1977. Fauna silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. 600 P.
- Loft, E. R., J.W. Menke y J.G. Kie. 1987. Influence of cattle stocking rate on the structural profile of deer hiding cover. *Journal of Wildlife Management* 51: 655-664.

- Loft, E. R. y J. G. Kie. 1988. Comparison of pellet-group and radio triangulation methods for assessing deer habitat use. *Journal of wildlife management* 52: 524-527.
- Loft, E. R., J.W. Menke y J. G. Kie. 1991. Habitat shifts by mule deer: influence of cattle grazing. *Journal of wildlife management* 55:16-26.
- Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. *Revista Ciencia* 45:203-211.
- Mandujano, S. y M. Aranda. 1993. Conteo de venados (*Odocoileus virginianus*: CERVIDAE) en transectos: recomendaciones para su aplicación. *BIOTAM*. Vol 5(1): 43-46.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1993. Densidad del venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zool. Mex(n.s.)* 56:1-37.
- Milton, L.S. y J.O. Tsokos. 1987. Estadística para biología y ciencias de la salud. 1ra ed. INTERAMERICANA MCGRAW-HILL. Madrid, España. 527 p.
- Minnich, R.A. y E. Franco-vizcaino. 1998. Land of chamise and pines: historical accounts and current status of northern Baja California's vegetation. *University of California Publications in Botany*. Volume 80. London, England. 166 p.
- Minnich, R.A. y E. Franco-vizcaino. 1999a. La vegetación mediterránea de Baja California. *FREMONTIA* ed. Especial: 4-15.

- Minnich, R.A. y E. Franco-vizcaino. 1999b. La protección de la vegetación y los regímenes de incendios de la Sierra San Pedro Mártir en Baja California. *FREMONTIA* ed. Especial: 28-38.
- Minnich, R.A., E. Franco-vizcaino, J. Sosa-Ramirez y C. Yue-Hong. 1993. Lightning detection rates and wildland fire in the mountains of Northern Baja California, Mexico *Atmosfera* 6:235-253.
- Montoya, L. M. 1998. Evaluación del hábitat del borrego cimarrón con fines de manejo en La Sierra San Pedro Mártir, Baja California. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. UABC. 96 p.
- Oberbauer, T.A. 1999. La Sierra de San Pedro Mártir. *FREMONTIA* ed. Especial: 28-38.
- Paton, R. D. 1981. Managing the habitat for mule deer in Southwestern United States. Pp. 165-180. In: *Deer biology, habitat requirements and management in Western North America* (P.F. Ffolliott y S. Gallina, eds.). Instituto de Ecología, A.C. Mexico, D.F.
- Programa estadístico GLIM v. 3.77. 1985. Royal Statistical Society, London.
- Ramírez, A. J. 1999. Preferencias alimentarias del venado bura *Odocoileus hemionus Rafinesque* 1817, en Arroyo Grande Baja California, México. Tesis de maestría. Facultad de ciencias. UABC. 76 p.
- Rue, L.L. 1989. *The deer of North America*. 2<sup>nd</sup> ed. Outdoor Life Books. Danbury, CT, USA. 544 pp.

- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. 4ta reimpresión. LIMUSA. México, D. F. 205-214 pp.
- SEMARNAP, 1997. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2000. 1ra edición. INE. México, D. F. 152 P.
- SEMARNAP. 1999-2000. Calendario cinegético. México, D.F.
- SEMARNAP. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación. México, D.F.
- Thomas, L., J.L. Laake, J.F. Derry, S.T. Buckland, D.L. Borchers, D.R. Anderson, K.P. Burnham, S. Strindber, S.L. Hedley, M.L. Burt, F. Marques, J.H. Pollard and R.M. Fewster. 1998. Distance 3.5. Research Unit For Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, Uk.
- Zuñiga, W. 1995. Obtención de una metodología de ordenamiento ambiental para un plan de manejo de la cuenca Santo Domingo, Baja California. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UABC.