



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

Facultad de Ciencias

EL VENADO COLA BLANCA Y SU HABITAT
EN LA MICHILIA, DGO.

T E S I S

Que para obtener el Título de
DOCTOR EN CIENCIAS
P r e s e n t a *Ecología*

SONIA ANTONIETA GALLINA TESSARO

México, D. F.

1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

EL VENADO COLA BLANCA Y SU HABITAT EN
LA MICHILIA, DGO.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS

Pag.

INTRODUCCION..... 1

CAPITULO I LA VEGETACION Y EL VENADO..... 6

INTRODUCCION

METODOLOGIA

RESULTADOS Y DISCUSION

1.1. Censos de Vegetación

1.2. Diversidad-Riqueza-Biomasa

1.3. Biomasa Aerea Disponible

1.4. Estrato Arbóreo

1.4.1. Densidad Arbórea Absoluta-Area Basal

1.4.2. Dominancia

1.4.3. Cobertura

1.4.4. Relaciones entre Estrato Arbóreo y Herbáceo

1.4.4.1. Densidad Arbórea y Biomasa Aérea del

Estrato Herbáceo

1.4.4.2. Area Basal Arbórea-Biomasa del Estrato
Herbáceo

1.4.4.3. Cobertura del Estrato Arbóreo-Biomasa del
Estrato Herbáceo

1.5. Estrato Arbustivo

1.6. Estrato Herbáceo

1.6.1. Biomasa de Pastos y Hierbas

CONCLUSIONES

CAPITULO II HABITOS ALIMENTARIOS.....31

INTRODUCCION

METODOLOGIA

RESULTADOS Y DISCUSION

2.1. Dieta Global

2.2. Variación Estacional de las Dietas

2.3. Diversidad de las Dietas

2.4. Similitud y Sobreposición de las Dietas

CONCLUSIONES

CAPITULO III UTILIZACION DEL HABITAT Y CAPACIDAD DE CARGA..49

INTRODUCCION

METODOLOGIA

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Utilización

3.2. Capacidad de Carga

CONCLUSIONES

CAPITULO IV DINAMICA DE LA POBLACION DE VENADOS.....62

INTRODUCCION

METODOLOGIA

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Densidad

- 4.2. Estructura de la Población
- 4.3. Tasas de Supervivencia y Fecundidad
- 4.4. Modelo para Evaluar Estrategias de Manejo en la Población de Venado Cola Blanca
- 4.5. Verificación y Validación del Modelo
- 4.6. Tasa de Crecimiento y Cosecha Sostenida

CONCLUSIONES

CAPITULO V CONCLUSIONES GENERALES.....	87
LITERATURA CITADA.....	90

EL VENADO COLA BLANCA Y SU HABITAT EN LA MICHILIA, DURANGO.

INTRODUCCION

Todos los animales deben buscar que su ambiente satisfaga los diferentes requerimientos que tienen de alimento, abrigo, agua y cobertura, entre otros, y los patrones de uso del habitat que observamos en la naturaleza reflejan su intento de satisfacer estas necesidades dentro de un rango muchas veces limitado de habitats disponibles. Debido a que estas necesidades cambian en el tiempo, y los recursos ofrecidos por los diversos habitats también cambian, los animales no se distribuyen al azar en los diferentes habitats, sino que es evidente que seleccionan aquellos que ocuparán en su área de habitación durante determinado tiempo, dependiendo, además de los recursos disponibles, de las especies animales con las que coexisten (Putman 1986).

Existen numerosos trabajos que tratan sobre las preferencias que tienen los ungulados por el habitat, sobre todo de venados, realizados en zonas templadas (Anthony y Smith 1977, Bowyer 1986, Carson y Peek 1987, Galindo et al. 1985, Gallina 1989, Gallina y Morales 1985, García Sierra 1985, Geist 1981, Halls 1984, Hanley 1984, Harestad 1985, Hudson 1976, Mandujano y Hernández 1987, Ordway y Krausman 1986, Osborne 1984, Rautenstrauch y Krausman 1989, Smith 1987, Suring y Vohs 1979, Wallmo 1981).

El presente trabajo reúne la información recabada desde 1975 hasta 1986 en la Reserva de la Biosfera La Michilía, en el Estado de Durango, y pretende dar un panorama de las relaciones entre el venado cola blanca (Odocoileus virginianus couesi Coues and Yarrow) y el ambiente que lo rodea, tomando en cuenta que la principal actividad económica de la región es la ganadería, por lo que el venado comparte, en algunos sitios, el habitat con el ganado vacuno, teniendo influencia ambas especies, tanto sobre el habitat como entre ellas.

En el trabajo se busca entender cuales son los factores que más afectan el desarrollo de la población de venados y señalar algunas perspectivas para su manejo, que destaquen la importancia que la especie tiene como un recurso faunístico importante. El trabajo está organizado en cuatro capítulos que cubren los siguientes aspectos:

1) **La Vegetación y el Venado:** En esta parte se presenta información de características cuantitativas de los sitios donde se realizaron los censos de la población de venados, para determinar cual o cuáles tienen relación con la presencia del venado y definir que aspecto tiene una mayor influencia en la selección de un determinado habitat.

2) **Hábitos Alimentarios:** Este capítulo trata de recopilar la información sobre las dietas (parte de ésta ya publicada por el autor) analizando que grupos de plantas y especies son más importantes, y la relación que guardan con el valor nutritivo de las mismas. Se tratan los cambios estacionales con respecto al

alimento consumido, y se comparan las dietas de los dos rumiantes (venado y ganado) para definir si existe o no entre ellos competencia a nivel trófico.

3) Utilización y Capacidad de Carga: En este capítulo se analiza la cantidad y porcentaje consumido de las plantas en el campo, tanto por el venado como por el ganado, en sitios compartidos, así como de otros de uso exclusivo por alguno de ellos, determinando la capacidad de carga del habitat, es decir, el número de animales que puede soportar el habitat sin deterioro del mismo, en base al alimento disponible.

4) Dinámica de la Población de Venados: Esta parte reúne la información de 10 años obtenida de los censos de la población de venado cola blanca, analizando la densidad, estructura de edades, tasas de supervivencia y fecundidad. Se da un modelo predictivo para evaluar estrategias de manejo de la población en base a los datos de los censos.

Este trabajo se inicia dentro del marco conceptual de Reservas de la Biosfera, precisamente con el surgimiento de este tipo de conservación en México, cuando nacen las primeras Reservas de la Biosfera en América Latina: Mapimí y Michilía, en el Estado de Durango, en México. Ambas promovidas por el Dr. Gonzalo Halffter, director del Instituto de Ecología, A. C. y apoyadas por el Dr. Héctor Mayagoitia, entonces Gobernador Constitucional del Estado de Durango (Halffter 1984). Siendo una de las prioridades de las Reservas de la Biosfera la investigación, y entre ésta, la que contribuya a la solución de

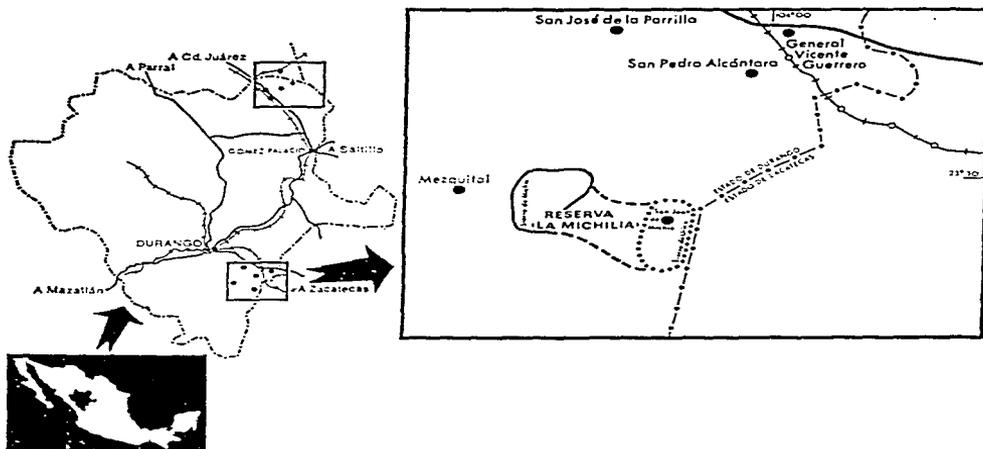
problemas de desarrollo regional, mediante el planteamiento de alternativas óptimas. Como lo señala Halffter (1984) "...se trata de encontrar nuevas reglas de juego que, con una sólida base científica permitan conservar el patrimonio natural, sin impedir la búsqueda de nuevos y mejores niveles de vida". Por esta razón, se inicia el estudio del venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michilía, donde existe una población importante, y por lo tanto, las posibilidades para realizar investigaciones ecológicas, buscando siempre el apoyo de los pobladores locales.

Descripción del Area de Estudio:

El área de estudio está localizada en la Reserva de la Biosfera La Michilía, al Sureste del Estado de Durango, entre los 23° 30' y 23° 25' de Latitud Norte y 104° 21' y 104° 15' de Longitud Oeste. De acuerdo a Gallina (1981), la Reserva La Michilía está situada en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, en la denominada Sierra de Michis y Sierra de Urica. La zona núcleo la constituye el Cerro Blanco que presenta una superficie abrupta con profundas cañadas y con una altitud que llega a los 2850 m, con una extensión de 7000 ha. La Reserva tiene en extensión un total de 42,000 ha. El clima va del templado subhúmedo al templado seco con una temperatura media anual de 17.4°C y 20.7°C, con una precipitación anual de 609 y 525 mm respectivamente. Hay dos estaciones bien definidas: la época seca marcada de Febrero a Mayo y la de lluvias de Junio a Septiembre, siendo Agosto el mes más lluvioso. Existen lluvias

ligeras invernales en Diciembre y Enero (menos del 5% de la precipitación total anual). El tipo de suelo dominante es el litosol y phaeosem lúvico, formados sobre rocas ígneas extrusivas del Terciario, básicamente riolitas, andesitas y basaltos.

La Reserva por encontrarse en la zona de transición entre el Altiplano y la Sierra Madre Occidental presenta una gran diversidad de comunidades vegetales que van desde los bosques mixtos de pino-encino hasta los pastizales. Los bosques de pino-encino están distribuidos en las porciones E y SE del Cerro Blanco, en partes altas y laderas con exposición E, son abiertos con árboles que van entre 15 y 20 m. Entre las especies dominantes están Pinus engelmanni, P. arizonica, P. chihuahuana, Quercus chihuahuensis, Q. sideroxyla, Q. laeta y Arbutus. En el estrato arbustivo están Ceanothus buxifolius (guasapol), Arctostaphylos pungens (manzanilla) y Pithecellobium leptophyllum (gatuña). En esta comunidad se desarrollan las hemiparásitas conocidas como injertos Phoradendron villosum (sobre encinos) y P. bolleanum (sobre madroños, juniperos y manzanillas). Otra asociación vegetal es la de Quercus rugosa, Pinus engelmanni, P. chihuahuana y Juniperus deppeana, que se desarrolla en las mesas altas y en laderas con exposición Norte, de suelos profundos, donde los árboles dominantes llegan a alcanzar 25 m y con una cobertura del 80%. Existe un estrato herbáceo importante en la época de lluvias.



Mapa 1. Localización de la Reserva de la Biosfera La Michilía en el Estado de Durango, México.

CAPITULO I

LA VEGETACION Y EL VENADO

INTRODUCCION

El entendimiento de los factores ecológicos que determinan el valor del habitat para los animales tiene tanto una importancia teórica como práctica. La segregación espacial y temporal en el uso del habitat tiene un significado especial en el reparto de recursos en las comunidades de mamíferos terrestres, como ya ha sido demostrado por Schoener (1974). La selección del habitat por los ungulados ha recibido considerable atención por los especialistas que manejan la fauna silvestre y los ecólogos, pero falta una teoría capaz de predecir tales preferencias basada en los atributos de esos habitats. Si el escoger un determinado habitat puede ser referido a un proceso optimizador, y si el alimento es el principal determinante en la selección del habitat, entonces, como lo afirmó Hanley (1984) la asignación de tiempo a determinado habitat será el que maximice la tasa neta de energía o la toma de nutrientes. El uso del habitat deberá estar altamente correlacionado con la disponibilidad de alimento (o más precisamente, con la tasa neta de ganancia de energía o nutrientes), siempre y cuando no existan otros factores que ejerzan una presión de selección como por ejemplo la depredación, mortalidad de juveniles por enfermedades, etc.

En este capítulo se presenta una clasificación de los sitios de muestreo en base a los censos de vegetación considerando presencia-ausencia de las especies, agrupando los más afines para analizar las características de esas comunidades vegetales como son: biomasa aérea disponible, diversidad, riqueza específica, densidad arbórea, área basal y dominancia. Estas se relacionan con la presencia del venado (dada por los grupos de excremento encontrados en los censos, ya que Eberhardt y Van Etten (1956), Ezcurra y Gallina (1981) y Rogers et al. (1966) encuentran que existe una relación lineal entre el número de grupos y la densidad de venados) para encontrar cuál o cuáles son los factores que determinan la selección del habitat.

Aunque el venado cola blanca es una especie muy adaptable tiene requerimientos que no encuentra en todas las comunidades vegetales, lo cuál hace que exista una distribución diferente en los diversos habitats, que puede deberse a factores básicos como son el alimento disponible (Hanley 1984) o presencia de agua libre (Bowyer 1984). En este caso, se esperaría que el venado esté presente en sitios donde encuentra alimento disponible tanto en cantidad como en calidad, durante todo el año, con el fin de cubrir sus requerimientos energéticos en las distintas fases de su ciclo biológico. Además, los sitios donde exista agua disponible no deben encontrarse alejados, y que la cobertura sea suficiente como para protegerlo de las condiciones climáticas adversas, y facilitarles vías adecuadas para escapar de los depredadores.

Entonces, en este capítulo se enfoca la vegetación desde el punto de vista de alimento para el venado (biomasa aérea disponible) y como están relacionadas las características del estrato arbóreo con la cantidad de biomasa disponible, así como la precipitación, sin perder de vista que el ganado vacuno comparte parte de su habitat.

METODOLOGIA

Se establecieron en 1978, 16 transectos con 40 áreas circulares fijas de aproximadamente 10m² separadas 10 m entre sí en cada uno de los transectos, como resultado de un muestreo realizado en 1977 (Ezcurra y Gallina 1981). Se colocaron al azar en las áreas preferidas por los venados (Gallina et al. 1978) para coleccionar los grupos de excremento de venado. Los censos indirectos se llevaron a cabo en mayo de cada año (hasta 1986), debido a que es el final de la época seca y existe una mayor acumulación de excrementos porque no hay pérdidas por lluvias o insectos. En 14 de estos transectos se realizó el muestreo de vegetación en 10 áreas de un metro cuadrado separadas 40 m, en cada transecto, desde 1978 hasta 1980, durante la época de mayor biomasa (octubre-noviembre) y en la época de menor biomasa (mayo).

Para determinar la cantidad de alimento disponible y su utilización por grandes herbívoros se empleó la técnica de Pechanec y Pickford (1937), en la cual se estima la biomasa

vegetal disponible de cada especie hasta una altura de 1.8 m (lo alcanzable por el venado), y se obtiene el peso seco mediante un procedimiento de doble muestreo. En cada transecto se cortan sólo dos áreas de un metro cuadrado de las 10 que hay en el transecto, y las muestras se ponen a secar en estufa por 3 días a 100°C, para conocer el peso seco y sacar un factor de corrección para el resto de los círculos. Los muestreos se efectuaron al final de la época seca (mayo-junio) cuando ocurre la menor biomasa, y en la época de lluvias (octubre) cuando existe la mayor cantidad de biomasa disponible, de 1978 a 1980.

Antes de llevar a cabo el muestreo se necesita un entrenamiento previo de algunos días en el sitio de muestreo, para que las estimaciones del peso de cada especie de planta se corroboren con dinamómetros marca Pesola (de 50, 100 y 300 g). Entonces se hace la estimación en el círculo de un metro cuadrado, y se corta para obtener el peso fresco. Mediante repetidas estimaciones, seguidas del corte y pesado se logra mejorar los valores estimativos.

El procedimiento de doble muestreo combina las estimaciones visuales con el corte de sólo algunas áreas para obtener el factor de corrección que se usará para multiplicar los valores estimados, mediante la ecuación:

$$\text{FACTOR DE CORRECCION} = \frac{\sum \text{PESO SECO} / \text{PESO ESTIMADO}}{\text{No. DE CÍRCULOS O ÁREAS}}$$

La densidad arbórea y la dominancia se determinaron con el método de cuadrantes centrados en puntos (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974), tomando como punto el centro de cada área de muestreo de biomasa (donde estaba una estaca), y siguiendo la dirección del transecto para elegir los cuadrantes. La cobertura se estimó con el método de intercepción por puntos, utilizando un espejo cóncavo con 25 puntos equidistantes (Ezcurra com. pers.).

Además, se llevó a efecto un muestreo especial para estimar la disponibilidad de dos especies importantes en la dieta del venado, conocidas como "injertos" (Phoradendron villosum y P. bolleanum), que con el método de Pechanec y Pickford se subestiman por ser plantas hemiparásitas de encinos, madroños, juníperos y manzanillas (Gallina 1988). El muestreo consistió en el conteo de injertos (abajo de los 2 m se consideraron disponibles, y arriba de los 2 m con posibilidades de estar a disposición del venado en caso de su caída), estimando la cantidad de biomasa en peso seco. Esto se llevó a cabo en los árboles que se midieron para obtener la densidad y dominancia. Para estimar la biomasa, primeramente se cortaron varios injertos (10 de cada especie) fuera del transecto, midiendo el diámetro y obteniendo el peso fresco y el peso seco, conociendo así el peso aproximado de acuerdo al diámetro de la planta, lo que permitió tener a grosso modo la cantidad de biomasa disponible.

A los datos de presencia-ausencia de especies de plantas y con el objeto de clasificar primeramente las áreas en relación a la abundancia del venado, se aplicó el algoritmo "CENOSIS-2",

programa desarrollado por Ezcurra y Equihua (1983) para la clasificación de censos de vegetación con información cualitativa.

La clasificación de los censos de vegetación se basó en el Análisis Divisivo de Información, que separa secuencialmente un conjunto inicial de n muestras (en este caso sitios de muestreo) en un número de subconjuntos internamente más homogéneos. Como lo señalaron Ezcurra y Equihua (1983) la heterogeneidad existente dentro de un conjunto dado de muestras se expresa en términos del contenido de información o entropía del conjunto, empleando un Estadístico de Información.

Si el conjunto inicial de n muestras es dividido en dos subconjuntos, tendrán un contenido de información menor que el del conjunto inicial único. Es decir, la subdivisión produce dos subconjuntos que son más homogéneos que el conjunto inicial. Entonces, la reducción o pérdida del contenido de información (heterogeneidad producida por la subdivisión) puede considerarse como una medida de la eficiencia de la subdivisión. Las divisiones sucesivas resultan en un arreglo jerárquico o dendrograma (Goodall 1978, cit. por Kohlman y Sánchez 1983). El Estadístico de Información usado por el programa enfatiza la importancia de las especies que se presentan en más o menos la mitad de las muestras y valora poco a las especies presentes en una o pocas muestras, y a las que se presentan en la mayor parte o todas las muestras.

Una ventaja o característica importante del método de Análisis Divisivo de Información es que puede evaluarse la significancia de las pérdidas de información producidas por las subdivisiones, ya que ésta se distribuye (después de multiplicar por dos) en forma aproximada a X^2 , con tantos grados de libertad como especies discriminantes. Esto es una buena ayuda en la interpretación de las clasificaciones obtenidas.

RESULTADOS Y DISCUSION

1.1. Clasificación de los Censos de Vegetación.

Aplicando el algoritmo "CENOSIS-2" a los censos de vegetación se obtuvo el dendrograma de la Fig. 1. En él se demuestra una pérdida significativa de información ($P < 0.005$) en todas las particiones. La primera división en dos grandes grupos coincide con la situación o localización de los transectos, ya que en el grupo de la izquierda están los transectos que se encuentran en laderas, mientras que en la derecha se agrupan los localizados en las mesas. Los primeros son los que presentan una menor diversidad de la vegetación (considerando la biomasa de cada especie y aplicando el inverso de Simpson como índice).

La segunda partición separa por un lado los transectos que se encuentran situados en la Mesa del Burro, cuyo tipo de roca es basáltico, y por otro lado casi todos los transectos del Cerro Blanco cuya roca madre es riolita. Son precisamente los transectos del Cerro Blanco, que se constituyen en un grupo, en los que se ha encontrado un mayor número de grupos de

excrementos, es decir, que son las áreas donde existe una mayor densidad de venados.

Posteriormente en base a estos resultados del dendrograma, se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía para comparar los tres grupos de transectos que separa (mesas, ladera y Mesa del Burro), en cuanto a la diversidad de plantas, la biomasa y la cantidad de grupos de excrementos. Como vemos en los resultados (Cuadro 1), se puede afirmar que los venados prefieren sitios que topográficamente tienen características planas como son las mesas o partes elevadas del Cerro Blanco, donde la diversidad vegetal es mayor, así como la biomasa. La diversidad tuvo diferencias más significativas ($P < .01$), por lo que podemos considerarla como factor determinante en la preferencia de habitat por el venado. Los cambios en la disponibilidad del forraje y la cobertura vegetal están relacionados con el uso que hace el venado de las áreas, siendo más utilizadas las que le proveen tanto de alimento como de cobertura. Por lo tanto, el escoger sitios elevados en la Reserva les brinda protección contra depredadores, porque les permite percibir el peligro y desplazarse a las laderas rápidamente.

1.2. Diversidad-Riqueza-Biomasa.

Al considerar la diversidad vegetal aparente en los transectos, según el inverso de Simpson (Cuadro 2) vemos que varía en los transectos (de 3 a 18 en la época de lluvias) y año con año, teniendo un promedio de 13 especies representativas por

su biomasa, durante la época de lluvias. La riqueza específica llega a alcanzar valores de 50, con un mínimo de 24 especies en este período.

En la época seca la diversidad disminuye considerablemente, teniendo como promedio 5 especies representativas. La contribución de las gramíneas perennes es la que permite que existan estos valores de diversidad. La riqueza específica va de 12 a 20 especies. Como vemos, la diversidad aparente disminuye a menos de la mitad en la época seca, ocurriendo el mismo patrón que con la biomasa, como se verá más adelante, aunque no se encontró relación entre la cantidad de biomasa y la diversidad de plantas. Considerando esto último, se hizo una regresión entre biomasa, diversidad y riqueza específica, con el número de grupos de excrementos encontrados en cada transecto (que como ya se mencionó el número de grupos tiene una relación lineal directa con la densidad de la población de venados). Primero se analizó la máxima biomasa, diversidad y riqueza en la época de lluvias del año anterior con el censo de grupos de excremento de venados correspondiente, ya que la cantidad de alimento disponible en la época de lluvias, puede ser uno de los factores que afectan la densidad poblacional del siguiente año. Aunque las regresiones fueron pobres y no significativas, los valores de regresión en lo referente a biomasa y diversidad mejoraron cuando se consideró el total de grupos de excrementos encontrados en los 10 años de censos con los valores promedio de biomasa y diversidad de cada transecto durante los tres años de muestreo ($r^* = .794$, $F = 4.27$,

$P < .05$), entonces esto no descarta que la densidad de venados esté relacionada con el alimento que tiene disponible, y que donde existe una mayor cantidad de alimento existirá un mayor número de venados.

De acuerdo a Hanley (1984) los valores de preferencia de habitats para el venado bura están altamente correlacionados con la disponibilidad del forraje (hierbas, arbustos y árboles), durante tres periodos bimensuales: $r = .978$ ($P < 0.01$) para mayo-junio; $r = .95$ ($P < 0.01$) para julio-agosto, y $r = 0.814$ ($P < 0.05$) para septiembre-octubre. Cuando se agruparon todos los valores bimensuales la correlación fue altamente significativa ($r = .79$, $P < 0.01$). También Bowyer (1986) encontró que la disponibilidad de alimento influye en la distribución del venado.

En el caso de La Michilía, la preferencia de habitat por los venados esta determinada por la cantidad de alimento y en mayor grado con la diversidad del mismo, posiblemente porque de esta manera puede cubrir sus requerimientos en cuanto a nutrientes, ya que como se explicará con más detalle en el siguiente capítulo, de algunas especies de plantas obtiene más proteínas, de otras carbohidratos, y de otras minerales.

1.3. Biomasa Aérea Disponible.

La biomasa aérea de plantas que consideramos disponible para el venado, hasta una altura de 1.8 m, presenta variaciones notorias en cuánto a épocas. La biomasa disponible no significa que todas las especies estimadas formen parte de la dieta del

venado, ya que ha sido demostrado que tiene sus preferencias sobre todo dentro de las especies arbustivas y arbóreas, pudiendo consumir herbáceas, como suplemento alimenticio, cuando se encuentran en abundancia, como se muestra en el siguiente capítulo. En La Michilía, la biomasa fue de 603 kg/ha como promedio en la época de lluvias, mientras que en la época seca disminuye aproximadamente un 50%, bajando a 297 kg/ha, lo cual viene a demostrar la fuerte estacionalidad en la zona, que deberá tenerse en cuenta en la determinación de la capacidad de carga del habitat (Cuadro 3). La máxima biomasa disponible en un área dada siempre es menor a la productividad del área.

La producción de herbáceas en un bosque de piñoneros y juníperos al sur de EEUU varió de 224 (áreas con un 20% de cobertura) a 672 kg/ha (áreas abiertas) según el estudio de Pieper (1983). Larson y Wolter (1983) en bosques mixtos de coníferas estimaron una producción del sotobosque de 202 a 572 kg/ha. Como se ve, los valores de La Michilía son muy semejantes a los obtenidos en estos trabajos.

De la biomasa disponible, el cambio más notorio se da en el estrato herbáceo, que representa el forraje importante en la época de lluvias, puesto que la mayoría de las hierbas distintas de las gramíneas, aparecen en la época de lluvias, y como se verá en el análisis posterior de su relación con la precipitación, son las más afectadas por la cantidad de lluvias, llegando a constituir en algún año más del 65% del forraje disponible. En la época seca constituye sólo el 9%, y las gramíneas y arbustos

forman cada uno una parte equitativa de la biomasa (35 y 40%), sin sufrir cambios notorios en cuanto a disponibilidad (Gallina y Morales 1985).

Hanley (1984) encontró que las hierbas mostraron grandes fluctuaciones en cantidad y calidad, mientras que las especies arbustivas y arbóreas mantuvieron un nivel comparativamente alto de calidad, y menor fluctuación en cantidad. La disponibilidad de gramíneas no fluctuó tanto como la de las otras hierbas, pero su calidad se deterioró grandemente conforme las paredes celulares engrosaron y lignificaron. Durante su estudio, las hojas de arbustos y otras hierbas tuvieron la más alta concentración de células solubles y fueron la mejor fuente de forraje para el venado. En La Michilía, Gallina y Chargoy (1987) encontraron este mismo cambio en la calidad del alimento, es decir, los pastos bajan de calidad en la época seca, mientras que los arbustos y árboles no muestran cambios significantes. Como se verá más adelante, esto repercute entonces en la dieta del ganado, viéndose favorecido el venado, por tener una dieta que sufre menos variaciones en calidad, con los cambios estacionales.

Hay que hacer la aclaración de que la máxima biomasa refleja la producción de los sitios, aunque el valor siempre es inferior a la productividad, ya que no se consideran las especies que aparecen antes o después de este período, es decir que no toma en cuenta la mortalidad y sustitución de especies. Un estudio realizado por Carrillo (1982) en la misma zona, presentó una estimación de la producción aérea neta que varió de 715 a 3450 kg

ha⁻¹ año⁻¹, valores que concordaron con los registrados por diversos autores para sitios similares en precipitación y temperatura.

Al analizar la posible relación entre precipitación anual y biomasa disponible o cosecha en pie de los tres años de muestreo (Cuadro 4), encontramos que si se toman en cuenta los grupos de plantas por separado, es decir, la cosecha en pie de pastos y la de otras hierbas, se aprecia una excelente correlación, sobre todo con las hierbas ($r = .983$ para la cosecha neta y $r = .977$ para la bruta, $P < .05$). Como se ve, la precipitación es un factor determinante en la producción de biomasa de las otras herbáceas diferentes a los pastos, ya que la mayoría de las especies aparecen con las lluvias.

Smith y Lecount (1979) encontraron una relación entre la producción de hierbas y pastos de primavera con la lluvia de invierno, siendo mejor la relación ($r = .94$, $P < .001$) con las hierbas anuales y pequeños arbustos. Además, encontraron que la precipitación de otoño es importante para la germinación de especies herbáceas anuales. Los pastos responden de manera diferente a la lluvia de invierno, no habiendo relaciones significativas entre la precipitación acumulada de octubre a abril y la producción de pastos. Los pastos anuales requieren temperaturas altas en primavera y adecuada humedad en la superficie del suelo para su germinación. La producción anual de pastos parece ser más compleja que la de hierbas, y no puede ser explicada en términos de pocas variables como las que midieron.

Esto tiene relevancia para determinar la capacidad de carga del medio, ya que los dos grandes herbívoros (venado y ganado vacuno) en la Reserva de la Biosfera La Michilía, comparten este estrato, principalmente las hierbas distintas de los pastos, durante la mayor productividad (época húmeda). Entonces, para establecer cualquier estrategia de manejo deberá considerarse este factor, es decir, la precipitación. Esta al afectar directamente la cantidad de la biomasa de las otras hierbas, estará influyendo en las poblaciones de ambos ruminantes ya que parte de su dieta la constituyen estas plantas en un período del ciclo anual, considerado como el más importante desde el punto de vista dietético (Mautz 1978). Esto es debido a que el alimento de verano determinará la potencialidad de los individuos para pasar la época de mayor estrés, debido a que es el momento en el que pueden almacenar grasas que serán metabolizadas cuando el alimento escasea, que en La Michilía es la época seca, porque se restringe la cantidad del alimento disponible además del agua libre. El clima en invierno no es tan severo como en otras regiones de Norte América, mientras que la duración del período de sequía sí lo es, siendo el agua también uno de los factores limitantes en la zona.

En el estudio realizado por Smith y Lecount (1979), se comprobó una fuerte asociación entre la supervivencia de crías de venado (de acuerdo a la proporción cría:hembra) y la producción de hierbas en invierno ($r = .83$). Así, la producción de hierbas parece explicar cerca del 70% de la variación total de la

supervivencia de crías, ya que si la hembra está bien alimentada, las crías nacerán más saludables y con mayor probabilidad de sobrevivir. Esto mismo debe pasar en La Michilía, siendo el forraje de verano-otoño el determinante en el éxito reproductivo, aunque esto aún no ha sido estudiado.

1.4. Estrato Arbóreo.

1.4.1. Densidad Arbórea Absoluta-Area Basal.

En La Michilía encontramos que las áreas preferidas por el venado difieren en cuanto a la densidad arbórea (Cuadro 5), variando de .99 árboles/dam² a 7.98 árboles/dam², aunque la mayoría de los transectos presentó una densidad entre 2 y 4 árboles/dam².

Existen sitios donde encontramos bosques abiertos de encino-pino con individuos bien desarrollados, y bosques cerrados cuyos árboles tienen una área basal muy pequeña, siendo los primeros los preferidos por el venado. Este tipo de bosque donde dominan los encinos parece ser que se ha desarrollado como consecuencia de una explotación maderera llevada a cabo hace muchos años, sobre todo de pinos. Los bosques cerrados presentan individuos con tallos de rebrote que indican una explotación de los encinos para hacer carbón, y no presentan un estrato arbustivo importante.

En los bosques estudiados (Fig. 2) se observa la existencia de una relación inversa entre la densidad y el área basal media con una correlación de $r = -.63$. Esta correlación negativa ha

sido descrita por Harper (1977), y en La Michilía fue primeramente descrita por Carrillo (1982). Esto posiblemente se debe a una mayor competencia que afecta indudablemente el desarrollo de los individuos (Fig. 2a). Carrillo (op. cit.) encontró además, que donde hay una alta densidad de árboles, el suelo tiene una capacidad de intercambio catiónico significativamente inferior a otras áreas, y un escaso desarrollo del estrato herbáceo. Este desarrollo escaso parece deberse a una acción conjunta tanto de una mayor competencia ejercida por el estrato arbóreo como a una limitada disponibilidad de nutrientes en el suelo. Este tipo de bosques no es utilizado por el venado posiblemente por el escaso desarrollo del estrato herbáceo y arbustivo.

1.4.2. Dominancia.

Los encinos son en la mayoría de las áreas de muestreo las especies dominantes, existiendo una gran riqueza específica (13 especies aproximadamente, aunque como se sabe existen serios problemas en su identificación dada por el alto grado de especiación que tiene el género en nuestro país, Xavier Madrigal com. pers.). Entre las especies consideradas como importantes, desde el punto de vista de la comunidad son: Quercus rugosa, Q. sideroxyla, Q. praeco y Q. chihuahuensis, siendo la primera la que presenta el área basal media mayor, distribuyéndose en las partes más elevadas de la Reserva, sobre todo en las mesas. En estas comunidades las especies codominantes son: Juniperus

deppeana, Pinus engelmanni y P. arizonica (Gallina y Ffolliott 1983). Los encinos son especies importantes para el venado porque las bellotas que producen les proveen alimento altamente energético por su contenido de carbohidratos y grasas. La producción de frutos es generalmente masiva, siendo algunos años muy notoria. Además, los encinos presentan renuevos cada año (por ser en su mayoría especies caducifolias) y son muy apetecidos por el venado, por su alto contenido de nutrientes (Gallina et al. 1981) y porque aparecen en los meses que escasea otro alimento como las herbáceas. Entonces, la dominancia de encinos favorece la presencia de venados.

Otro aspecto que ha sido señalado por Gaudette y Stauffer (1988) es que el área basal de los encinos es importante para predecir la producción masiva de bellotas. Entonces, los sitios donde los árboles tienen gran área basal, como sucede en las mesas elevadas de la Reserva, tienen un mayor potencial como fuente de alimento para el venado. Sería recomendable en un futuro poder cuantificar el recurso y buscar la relación con la presencia del venado.

1.4.3. Cobertura.

El promedio de cobertura estimado fue de 54.29 %, lo que indica que los bosques son abiertos y puede penetrar bastante luz para favorecer el desarrollo del estrato herbáceo, encontrándose un valor máximo de 72 % (Cuadro 5). La correlación obtenida con la densidad arbórea fue $r = .61$, $P < .05$ (Fig. 2b).

1.4.4. Relaciones entre Estrato Arbóreo y Herbáceo.

1.4.4.1. Densidad Arbórea y Biomasa Aérea del Estrato Herbáceo.- La relación entre la máxima biomasa del estrato herbáceo y la densidad arbórea (Fig. 3a) muestra una dependencia inversa que sigue la función $\text{Log } Y = 2.95 - 0.12 X$ ($r = -.76$, $P < .01$ (Gallina y Ffolliott 1983). Este ajuste obtenido sugiere que la densidad de árboles influye sobre la cantidad de biomasa que se puede desarrollar en el estrato inferior, además de otros factores. Como se sabe, en las técnicas de manejo de habitat se busca establecer la densidad más adecuada con el fin de obtener una biomasa de herbáceas óptima, que favorezca las poblaciones de los grandes herbívoros (Stoddart et al. 1975).

Si separamos la biomasa de pastos y otras hierbas de las áreas muestreadas durante los tres años, y tomamos sólo la densidad arbórea, vemos que el modelo de la función de regresión lineal, considerando el logaritmo de la biomasa, es significativo en 1980 ($P < .05$) para los dos grupos de plantas, pero no lo es para los otros años. Esto nos revela que en realidad la biomasa de este grupo de plantas depende más de otros factores como pueden ser los nutrientes del suelo y la precipitación, entre algunos de ellos.

1.4.4.2. Area Basal Arbórea-Biomasa del Estrato Herbáceo.- En la Fig. 3b se nota que los valores de biomasa a su vez parecen

tener una relación positiva con el área basal media de los árboles ($r = .77$, $P < .01$), aunque la función encontrada $\text{Log } Y = 2.33 + 0.0004 X$ es diferente a la encontrada por Pearson (1964) para un bosque cercano a Flagstaff, Arizona, donde la producción de la vegetación del sotobosque se incrementa conforme decrece el área basal expresada por la ecuación $\text{Log } Y = 2.69 - 0.0096 X$. Esto se puede deber al tipo de bosque, que es diferente al desarrollado en la Reserva de La Michilía, donde en los bosques mixtos dominados por encinos, al disminuir la densidad de los árboles se incrementa el área basal media de los mismos, favoreciendo el desarrollo del estrato inferior (sotobosque), sobre todo de especies arbustivas y herbáceas. En cambio el bosque uniespecífico de Pinus ponderosa desarrollado en Flagstaff tiene una mayor área basal con una menor cobertura al aumentar la densidad, lo que influye en una baja productividad del estrato herbáceo.

Carrillo (1982) en su estudio sobre productividad primaria efectuado en La Michilía encontró que el factor más importante que explica la mayor producción del estrato herbáceo es el aumento en la cantidad de nutrientes disponibles. Esta mayor producción posiblemente es un factor limitante para las especies arbóreas en cuanto al número de individuos que puedan establecerse. Siedel (1979) encontró evidencias de este fenómeno de competencia entre especies herbáceas y plántulas de árboles, observando un menor éxito de regeneración en sitios con mayor abundancia de pastos. Little (1974, cit. Carrillo 1982) también

señaló que los suelos desnudos favorecen el establecimiento de varias especies de pino, porque desaparece la cobertura vegetal que provoca un contacto pobre entre semilla y suelo, y se reduce la competencia entre las plántulas de pino y la vegetación adyacente. Estos bosques abiertos de La Michilía donde los encinos tienen una gran área basal, que se desarrollan principalmente sobre las mesas, donde la cantidad de nutrientes en el suelo posiblemente es más alta, presentan un estrato arbustivo importante, dominado por guasapol (Ceanothus buxifolius) que constituye un alimento importante para el venado.

1.4.4.3. Cobertura del Estrato Arbóreo-Biomasa del Estrato Herbáceo.- La relación entre la cobertura del dosel y la biomasa de herbáceas (Fig. 3c) es inversa ($r = -.56$). Esta relación la han observado varios autores como lo afirma Obieta (1977), reportando la mayor densidad de gramíneas y latifoliadas herbáceas en los pastizales con individuos arbóreos ampliamente espaciados. Ehrenreich y Crosby (1960) encontraron que el incremento en la producción de gramíneas fue muy pequeño conforme el dosel se redujo de un 80 a un 50 %, pero la reducción sucesiva del 50 al 0% incrementó rápidamente la producción, sin embargo, el incremento de latifoliadas fue muy pequeño y constante. En el caso de La Michilía, se puede decir que la cobertura del dosel no es determinante en la producción del estrato herbáceo.

1.5. Estrato Arbustivo.

Las especies más importantes en el estrato arbustivo, desde el punto de vista de disponibilidad para los grandes herbívoros son : Arctostaphylos pungens, Juniperus deppeana, Ceanothus buxifolius, Pithecellobium leptophyllum (Cuadro 6), de las cuales el venado, consume tanto las hojas como el fruto, y se encuentran en la mayoría de las áreas preferidas por él. Además existen otras especies, básicas de la dieta del venado durante todo el año, los injertos, Phoradendron bolleanum y P. villosum.

En el muestreo que se llevó a cabo para estimar la biomasa de injertos, se encontró una biomasa promedio disponible (menor a 2 m de altura) de 24 kg/ha (49.29% del total estimado) de P. villosum y 3 kg/ha (14.34 %) de P. bolleanum. Al considerar el total de la biomasa de injertos que se encuentran en los árboles parasitados, se obtuvieron los siguientes valores: 49 kg/ha de la primera especie y 21 kg/ha de la segunda (Gallina 1988).

La cantidad de injerto disponible representa el 4.31 % de la biomasa total de forraje disponible o cosecha en pie, pero alrededor del 20% de la dieta del venado, por lo que es considerado como un alimento preferido por el venado.

Resulta interesante considerar el comportamiento diferencial de las dos especies de injerto, en cuanto a la selectividad por el hospedero (Cuadro 7). Así tenemos, que P. villosum se encuentra con más frecuencia en Quercus sideroxylla (17.14%) y Q. chihuahuensis (12.5%), y P. bolleanum en Arctostaphylos lucida (36.36%) y A. longifolia (17.65%).

Al analizar los datos del área basal del hospedero (Quercus

spp.) para buscar alguna relación con el parásito (P. villosum) en lo referente a la cantidad de biomasa en peso seco estimada por individuo, vemos que existe una buena correlación semilogarítmica, tomando el logaritmo del área basal, (modelo de regresión simple $r^2 = .543$, $F = 29.71$, $P < .001$). En cambio, la relación logarítmica que guarda P. bolleanum con su hospedero (tres géneros diferentes de árboles y arbustos) no fue tan buena ($r^2 = .3838$, $F = 5.61$, $P < .05$). Tal vez esto es debido a que los hospederos tienen diferentes formas de crecimiento y son además diferentes géneros.

Con el fin de determinar si la presencia de injerto tiene influencia en las preferencias del habitat por el venado, se aplicó una regresión considerando la cantidad de biomasa de injerto estimada y los grupos de heces fecales promedio por transecto (de 10 años de censos). Se encontró que la recta de mínimos cuadrados es $Y = .354 - .0138 X$ ($r^2 = .3305$, $F = 5.43$, $P < .04$). Estos resultados difieren de lo esperado, ya que se pensaba que podía existir una relación positiva en cuanto a que la mayor densidad de grupos se iba a encontrar en áreas con una mayor cantidad de injertos dada su importancia desde el punto de vista alimenticio. Según los análisis realizados, la presencia de injertos no es un factor que determine un mayor uso del habitat por el venado. Son otros los factores que influyen en la preferencia del venado por sitios específicos.

1.6. Estrato Herbáceo.

1.6.1. Biomasa de Pastos y Hierbas.

Si analizamos la variabilidad en la cantidad de biomasa estimada de pastos en los transectos y en los distintos años mediante un Análisis de Varianza, vemos que existen diferencias significativas entre años ($F = 6.27$, $P < .005$), mientras que no las hay entre transectos ($F = 1.756$, $P > .10$). Ocorre lo contrario con las otras hierbas, donde la diferencia encontrada es significativa entre los transectos ($F = 11.04$, $P < .0001$) y no entre años ($F = 1.794$, $P = .18$). Pero si vemos los coeficientes de determinación de los ANOVA, la mayor variabilidad de la biomasa tanto de pastos como de hierbas es explicada por los transectos y no por los años, siendo los valores r^2 más altos en las otras hierbas (.837) que en las gramíneas (.449).

Por lo tanto, la biomasa de gramíneas posiblemente se vea más afectada por las presiones de pastoreo, ya que la precipitación, como se vió anteriormente, no tiene una influencia inmediata determinante en la cantidad de biomasa de pastos, mientras que en las herbáceas la precipitación y las características de los sitios de muestreo (condiciones de nutrientes en el suelo, estrato arbóreo) serán algunos de los factores determinantes. El Cuadro 8 muestra las especies de pastos y otras herbáceas que por su biomasa representan la oferta forrajera más abundante en La Michilía.

En la mayoría de las especies de gramíneas no existen cambios considerables en cuanto a disponibilidad en las diferentes épocas, lo cual debe estar dado por la característica

de ser especies perennes, cuya susceptibilidad por la cantidad de lluvias se refleja a largo plazo. Esto las hace ser un alimento que tiene a su disposición el ganado, aunque de calidad variable por las estaciones, siempre y cuando los niveles de pastoreo no sean excesivos y lleguen a afectar la productividad de los mismos.

En cambio las otras hierbas, representan un alimento nutritivo de alta digestibilidad disponible sólo en la época de lluvias. Las especies pertenecientes a la familia de las compuestas son las mejor representadas. Las hierbas latifoliadas son entonces un recurso relativamente "efímero" pero muy abundante en la época húmeda para ambos rumiantes que aprovechan muy bien esta situación, como se aprecia al analizar la dieta del venado y el ganado.

CONCLUSIONES

Los venados en la Reserva de la Biosfera La Michilía prefieren sitios planos como son las mesas o partes elevadas del Cerro Blanco, donde la diversidad de plantas es mayor, así como la biomasa aérea disponible. El tipo de bosque que se desarrolla en estos sitios es un bosque mixto de encino-pino abierto, donde dominan los encinos que presentan una gran área basal media, lo que le permite al venado contar con más alimento energético (bellotas) y un desarrollo del estrato arbustivo y herbáceo importante. En estos sitios, además de alimento, el venado encuentra el refugio adecuado, ya que por sus características

topográficas y de vegetación, le brindan ventajas para percibir el peligro y tener un escape más efectivo.

La Michilía presenta una marcada estacionalidad que se ve reflejada en la cantidad de biomasa disponible, que se reduce a la mitad de su valor en la época de sequía, siendo el estrato herbáceo el más afectado. La precipitación tiene una mayor influencia en la producción de otras hierbas distintas a los pastos, ya que responden a los cambios en la cantidad de la misma, y sirven de alimento para los dos rumiantes considerados (venado y ganado) durante la época húmeda, afectando indirectamente las poblaciones de ambos.

CUADRO 1. Análisis de Varianza de Una Vía para Muestras Desiguales donde se comparan los sitios en base a la diversidad, biomasa y densidad de grupos de excremento de venados.

DIVERSIDAD DE LOS SITIOS

	LADERA	MESA	MESA DEL BURRO		
No. TRANSECTOS	4	7	3		
MEDIA	7.58	18.11	16.7		
DESVIACION	3.64	4.77	2.61		
ERROR	39.64	136.36	13.58		

	SS	DF	MS	F	P
DIVERSIDAD	270.208	2	135.104	7.838	.007
ERROR	189.591	11	17.236		

BIOMASA DE LOS SITIOS

	LADERA	MESA	MESA DEL BURRO		
MEDIA	360.23	823.71	653.26		
DESVIACION	172.57	355.91	111.20		
ERROR	89344.21	760012.70	24728.74		

	SS	DF	MS	F	P
BIOMASA	454051.54	2	227025.77	2.857	.099
ERROR	874085.65	11	79462.33		

DENSIDAD DE GRUPOS DE EXCREMENTOS DE VENADO

	LADERA	MESA	MESA DEL BURRO		
MEDIA	58.00	141.43	25.33		
DESVIACION	15.87	77.95	29.50		
ERROR	756.00	36455.71	1740.67		

	SS	DF	MS	F	P
GRUPOS	29614.189	2	14807.09	4.181	.044
ERROR	38952.381	11	3541.13		

CUADRO 2. Biomasa, Diversidad y Riqueza Especifica Vegetal promedio de los transectos durante los muestreos de 1978 a 1980 en la Reserva de la Biosfera La Michilía.

TRANSECTO	EPOCA HUMEDA			EPOCA SECA		
	BIOMASA KG/HA	DIVERS.	RIQUEZA	BIOMASA KG/HA	DIVERS.	RIQUEZA
I	252	8.32	24	253	4.52	12
II	1438	10.99	45	324	3.81	20
III	656	18.22	47	250	7.15	20
IV	763	11.16	39	259	5.74	16
V	788	19.92	47	126	8.99	17
VI	661	20.86	48	409	4.43	15
VII	617	15.51	46	196	5.39	18
VIII	492	14.74	50	140	6.26	15
IX	558	10.66	45	280	3.63	20
X	378	15.16	45	206	5.65	18
XI	704	3.15	28	1027	2.61	15
XII	328	12.69	32	178	7.44	16
XIII	381	11.04	39	147	2.83	15
XIV	420	8.65	38	346	5.37	14
PROMEDIO	603	12.93	41	296	5.27	16

CUADRO 3. Variación estacional y anual de la cosecha en pie (kg/ha) con y sin utilización por los rumiantes en La Michilía, con una desviación estandar (los valores entre paréntesis representan el porcentaje que aporta cada estrato a la biomasa total estimada).

EPOCA HUMEDA						
	1978		1979		1980	
	NETA	BRUTA	NETA	BRUTA	NETA	BRUTA
GRAMINEAS	195±96 (33 %)	213±89 (34 %)	117±37 (21 %)	121±35 (21 %)	124±39 (19 %)	124±39 (18 %)
HIERBAS	229±183 (39 %)	241±180 (39 %)	326±282 (58 %)	339±282 (59 %)	427±347 (65 %)	454±365 (67 %)
ARBUSTOS	125±155 (21 %)	126±155 (20 %)	71±100 (13 %)	72±100 (12 %)	67±90 (10 %)	67±90 (10 %)
ARBOLES	45±43 (8 %)	45±43 (7 %)	46±56 (8 %)	46±56 (8 %)	36±54 (6 %)	36±32 (5 %)
TOTAL	594	625	560	578	654	681
EPOCA SECA						
	1979		1980			
	NETA	BRUTA	NETA	BRUTA		
GRAMINEAS	130±41 (38 %)	171±33 (45 %)	92±44 (36 %)	192±96 (51 %)		
HIERBAS	30±22 (9 %)	32±22 (8 %)	21±22 (8 %)	31±35 (8 %)		
ARBUSTOS	122±200 (36 %)	122±200 (32 %)	115±204 (45 %)	125±205 (33 %)		
ARBOLES	58±76 (17 %)	58±76 (15 %)	28±32 (11 %)	28±32 (8 %)		
TOTAL	339	382	256	377		

CUADRO 4. Coeficientes de correlación entre la precipitación y la biomasa estimada de distintos grupos de plantas, en la Reserva La Michilía.

	PRECIPITACION TOTAL ANUAL		PRECIPITACION TOTAL AÑO ANTERIOR	
	r	Valor F	r	Valor F
BIOMASA TOTAL NETA	.484	.306	.384	.173
BIOMASA TOTAL BRUTA	.389	.178	.480	.299
BIOMASA NETA GRAMINEAS	-.91	4.839	.89	3.823
BIOMASA NETA HERBACEAS	.983	28.764*	-.468	.28
BIOMASA BRUTA GRAMINEAS	-.929	6.287	.868	3.05
BIOMASA BRUTA HERBACEAS	.977	21.108*	-.441	.242

Valor F[2,2].05 = 19.00

*significativo a P < 0.05

CUADRO 5. Algunas características del estrato arbóreo (densidad, área basal media por individuo y cobertura) y biomasa aérea del estrato herbáceo en la Reserva de la Biosfera La Michilía

TRANSECTO	DENSIDAD ABSOLUTA (No. árb/dam ²)	AREA BASAL MEDIA (cm ²)	COBERTURA (%)	BIOMASA (kg/ha)
I	3.01	577.33	66.40	249
II	0.99	1171.05	38.00	1318
III	3.32	740.33	67.20	611
IV	1.30	1285.73	37.60	631
V	1.80	1796.28	58.40	815
VI	2.09	695.78	52.00	577
VII	1.16	749.38	42.00	611
VIII	2.79	204.78	54.80	327
IX	3.06	350.45	63.60	339
X	2.95	191.93	40.00	318
XI	3.48	448.73	68.00	164
XII	3.98	334.80	54.00	236
XIII	4.32	254.58	46.00	305
XIV	7.98	150.68	72.00	163

CUADRO 6. Biomasa aérea de algunas especies arbustivas importantes (kg/ha).

ESPECIE	EPOCA HUMEDA			EPOCA SECA	
	NOV 1978	OCT 1979	OCT 1980	MAY 1979	JUN 1980
<u>Arctostaphylos</u> <u>pungens</u>	47	27	27	51	48
<u>Juniperus</u> <u>depressa</u>	32	20	17	48	51
<u>Ceanothus</u> <u>buxifolius</u>	29	15	12	17	13
<u>Pithecellobium</u> <u>leptophyllum</u>	8	4	4	0.38	1

CUADRO 7. Peso seco estimado de los injertos en relación con el área basal de las especies parasitadas.

Phoradendron villosum

ESPECIE	AREA BASAL MEDIA (todos los muestreados)	AREA BASAL MEDIA (parasitados)	PARASITACION %	PESO SECO (g)
<u>Quercus</u> <u>sideroxylla</u>	349.58	1231.25	17.14	4662
<u>Quercus</u> <u>chihuahuensis</u>	289.38	921.00	12.50	1835
<u>Quercus</u> <u>laeta</u>	287.01	160.33	9.38	1855
<u>Quercus</u> <u>praeco</u>	402.51	575.50	5.56	3052
<u>Quercus</u> <u>rugosa</u>	792.18	331.75	3.20	1352

Phoradendron bolleanum

<u>Arctostaphylos</u> <u>aff. lucida</u>	181.42	846.25	36.36	3353
<u>Arctostaphylos</u> <u>longifolia</u>	590.74	1187.33	17.65	6463
<u>Arbutus</u> <u>glandulosa</u>	116.58	227.00	10.00	579
<u>Juniperus</u> <u>depeana</u>	280.58	2055.50	3.74	2904

CUADRO 8. Especies importantes del estrato herbáceo por su biomasa aérea neta (kg/ha), durante los muestreos efectuados en la Reserva La Michilía, aunque no todas son utilizadas como alimento por el venado o el ganado vacuno.

GRAMINEAS					
ESPECIE	NOV 78	OCT 79	OCT 80	MAY 79	MAY 80
<u>Bromus</u> <u>carinatus</u>	48	24	23	8	5
<u>Muhlenbergia</u> <u>rigida</u>	28	20	21	27	23
<u>Festuca</u> <u>tolucensis</u>	25	14	12	22	11
<u>Muhlenbergia</u> <u>montana</u>	22	14	11	23	16
<u>Aristida</u> <u>schiedeana</u>	19	9	16	16	12
<u>Muhlenbergia</u> <u>macrotis</u>	13	11	14	11	10
<u>Piptochaetium</u> <u>fimbriatum</u>	8	7	9	6	5

HIERBAS					
<u>Stevia</u> <u>serrata</u>	21	26	21		
<u>Halimium</u> <u>glomeratum</u>	21	12	13		
<u>Bidens aff.</u> <u>gentryi</u>	13	26	16		
<u>Galinsoga</u> <u>linearifolius</u>	11	5	8		
<u>Trifolium</u> <u>amabile</u>	11	8	21		
<u>Lupinus</u> <u>ehrenbergi</u>	9	4	8		
<u>Perymenium</u> <u>buphtalmoides</u>	9	3	9		

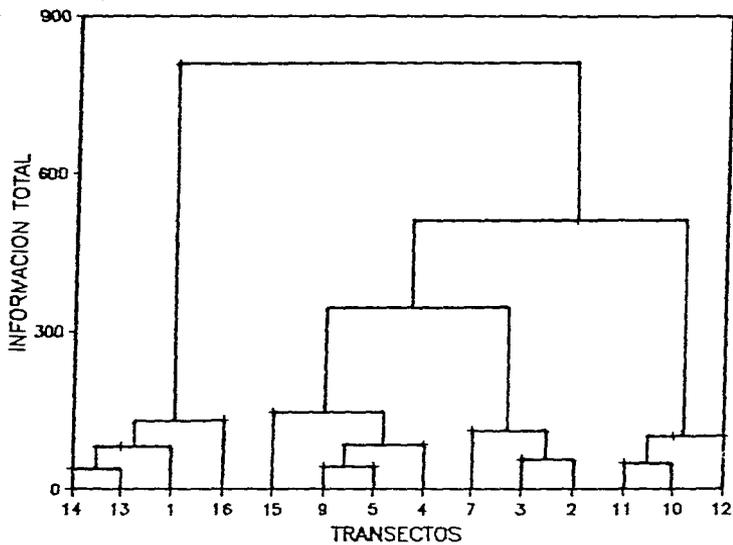


Fig. 1 - Dendrograma obtenido con el Programa CENOSIS-2, que sirvió para separar los sitios de muestreo con base en la presencia-ausencia de las especies vegetales.

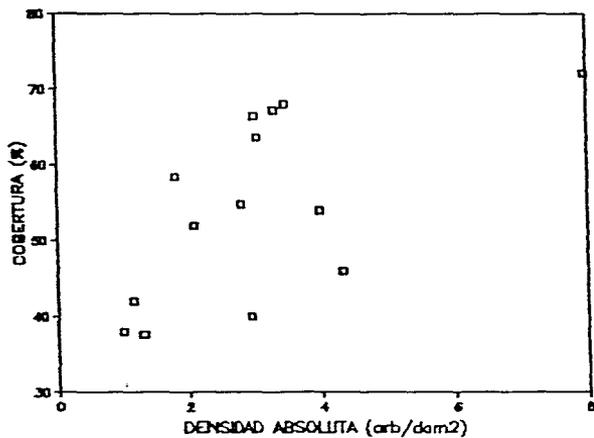
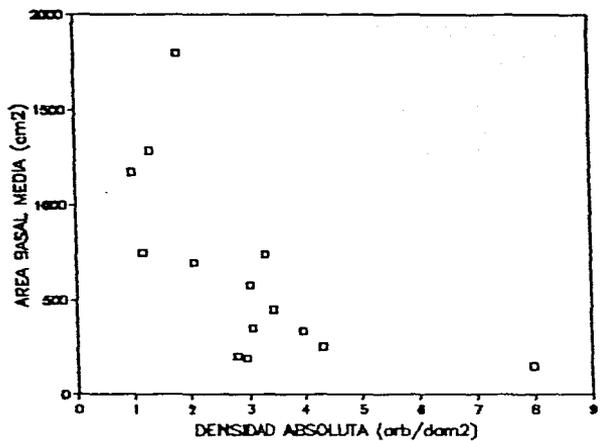


Fig. 2 - Regresiones que muestran las relaciones en las características del estrato arbóreo: a) Entre la densidad de árboles y el área basal media de los mismos ($Y = 1162.19 - 173.31 X$, $r = -0.63$), b) Entre la densidad arbórea y la cobertura del dosel ($Y = 41.62 + 4.20 X$, $r = 0.61$).

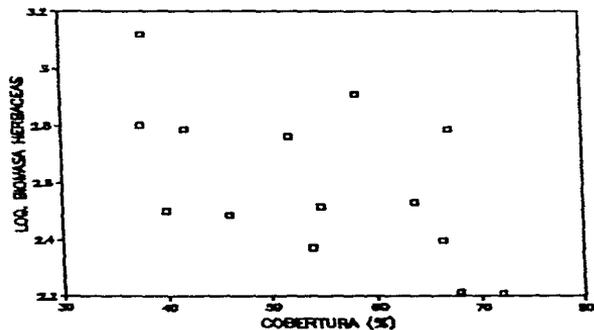
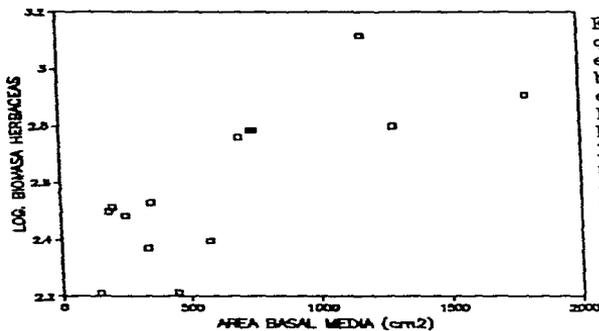
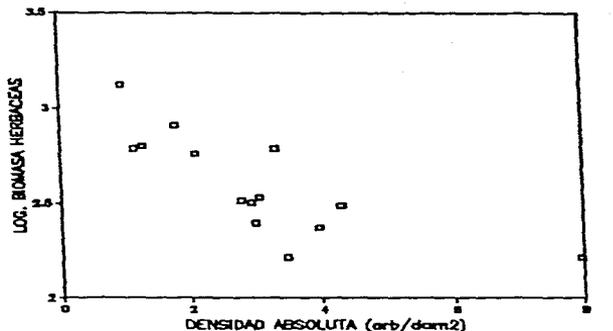


Fig. 3 - Regresiones simples que muestran las relaciones entre el estrato arbóreo y la biomasa que se desarrolla en el estrato herbáceo: a) Densidad arbórea y biomasa d herbáceas ($\text{LOG } Y = 2.95 - 0.12 X$, $r = -0.76$), b) Area basal media de los árboles y bioma de herbáceas ($\text{LOG } Y = 2.33 + 0.0004 X$, $r = 0.77$), c) Porcentaje de la cobertura d dosel y biomasa de herbáceas ($\text{LOG } Y = 3.2786 - 0.0125 X$, $r = -0.56$).

CAPITULO II

HABITOS ALIMENTARIOS

INTRODUCCION

Un aspecto básico en cualquier estudio de ecología animal es conocer de qué se alimenta la especie, es decir, cómo utiliza los recursos alimenticios, y de qué manera convive con especies de hábitos alimentarios semejantes, si llega a existir cierta competencia con otras especies, a qué nivel y en qué época ocurre esto.

En este capítulo damos un panorama acerca de las dietas del venado y ganado vacuno, sus cambios estacionales y anuales, diversidad y sobreposición de las dietas, ya que como se ha mencionado anteriormente, la actividad regional es básicamente ganadera, dándole menos importancia al recurso faunístico que es el venado cola blanca. Por lo tanto es importante determinar el papel que cada especie animal desempeña en La Michilía, desde el punto de vista de nicho trófico. El conocimiento generado acerca del aprovechamiento del recurso alimenticio por estos rumiantes, nos permite plantear estrategias de manejo que involucran a ambas especies para el uso óptimo del habitat.

En cuanto a las dietas, se analiza la información obtenida en 1975 por Gallina et al. (1978, 1981) y en 1980-1981 por Morales (1985), en cuyos estudios ha sido utilizado el análisis microhistológico de las heces fecales del venado y el ganado. En este capítulo se busca la integración de los datos que se tienen

de las dietas, añadiendo información acerca de la digestibilidad y la calidad de las principales especies de plantas, para tratar de interpretar el papel que juegan estos herbívoros en el habitat.

Como ha sido señalado por Holechek et al. (1982), el análisis microhistológico es una técnica exacta para conocer la dieta de herbívoros. Elliott y Tanner (1985) encontraron diferencias en las dietas determinadas a partir de muestras del esófago, rumen y heces fecales de venados. Sin embargo, al comparar las dietas según las clases de alimentos (pastos, hierbas, arbustos y árboles) resultaron altamente similares. Las diferencias encontradas en un principio tal vez se hayan debido a la digestibilidad diferencial de las plantas, que influye al hacer los análisis de las heces fecales (Vavra et al. 1978, Gaare et al. 1977 y McInnis et al. 1983).

En La Michilía, cabe esperar que el venado y el ganado no presenten las mismas preferencias alimenticias. Esto puede ser explicado en base a la explotación diferencial de un determinado tipo de alimento de acuerdo a parámetros morfológicos del ungulado, como lo ha asegurado Hanley (1982). La hipótesis que manejó Hanley (1982) es que un conocimiento de los valores de los siguientes parámetros: 1) tamaño del cuerpo, 2) tipo de sistema digestivo (por ciego o rumiante), 3) proporción volumen rumen-reticular en relación al peso corporal y 4) tamaño de la boca, es suficiente para predecir los tipos de alimento que un ungulado determinado puede explotar más eficientemente. La idea se basa en

que el peso corporal y el tipo de sistema digestivo determinan el total de restricciones tiempo-energía dentro de las cuáles el ungulado debe asegurar su alimento. El volumen retículo-ruminal determina las características del alimento que el rumiante es más eficiente en procesar. El tamaño de la boca determina el grado de selectividad mecánica sobre el alimento y los costos de tiempo y energía de forrajear selectivamente sobre partes específicas de la planta. En relación al tamaño del cuerpo, se sabe que los requerimientos alimentarios de mamíferos se incrementan con el incremento del tamaño corporal como un resultado del incremento en el costo de mantenimiento y producción (Moen 1973). Así, aunque los grandes mamíferos requieren más nutrientes por día que los pequeños, sus requerimientos relativos (por unidad de peso) son más bajos. Por lo tanto, un mamífero grande tiene menos tiempo por unidad de nutrientes para disponer seleccionando forraje, mientras que un mamífero pequeño, por sus requerimientos más bajos tiene relativamente más tiempo para forrajear pudiendo ser más selectivo en su dieta (Hanley 1982). Así, Bell (1971) ha generalizado que donde la cantidad de forraje es limitante, un cuerpo pequeño es ventajoso y donde la calidad es limitante, un cuerpo grande tendrá ventajas. Entonces, parámetros como el volumen retículo-ruminal en relación al peso corporal de un rumiante determina el tipo de alimento que más eficientemente digiere. La proporción del volumen retículo-ruminal alta es una adaptación a dietas de alto contenido de celulosa, o sea de pastos, ya que el alimento debe ser retenido en el rumen, con una

tasa relativamente lenta de retorno para permitir digerir la celulosa, como viene a ser el caso de los vacunos (siendo la proporción volumen retículo-ruminal y el peso corporal igual a 0.25, Hanley y Hanley 1982), que tienen un rumen muy grande en relación a su peso corporal, mientras que una proporción baja es una adaptación a un alto contenido celular y/o lignina, que consiste principalmente de hierbas y renuevos de arbustos y árboles, ya que el contenido celular puede digerirse muy rápido y el paso rápido de paredes celulares lignificadas puede ser benéfico, como sería el caso del venado (donde la proporción mencionada es igual a 0.11), que tienen un rumen pequeño en relación a su peso corporal (Hanley y Hanley 1982).

Además, como lo señaló Hanley (1982) el grado de selectividad que puede ser ejercido por un herbívoro grande, con sus restricciones de tiempo-energía, es determinado por el tamaño de la boca que está altamente correlacionado con el tamaño corporal. Por tanto, los animales con bocas pequeñas son más capaces de ser selectivos de las partes de las plantas que consumen.

METODOLOGIA

Se hicieron colectas de plantas y heces fecales frescas en 1975, en los meses de abril, mayo, agosto, finales de septiembre-principios de octubre, y en noviembre-diciembre. Se colectaron un total de 47 muestras consistentes en una mezcla de bolitas (pellets) de diferentes grupos de heces fecales de venado, además

de las plantas encontradas en las áreas de alimentación. En 1980-81, durante los meses de junio, agosto, noviembre, enero y mayo, se colectaron tanto muestras de excremento de venado (866 grupos individuales) como de ganado (751 muestras) con el fin de comparar cuantitativamente las dietas de ambos ruminantes (para mayores detalles ver Gallina et al. 1978 y Morales 1985). Las muestras de excremento fresco de venado se obtuvieron en las áreas de mayor uso por el venado, colectándose también las que se encontraban de ganado. En el caso del venado se toman sólo algunas bolitas de cada grupo fecal, para luego secarlas en la estufa y hacer una mezcla constituida por distintos grupos fecales, que será molida y utilizada para hacer las preparaciones que serán analizadas al microscopio de contraste de fases. Las muestras del ganado se obtienen con una medida estandar (una cucharita) de cada boñiga fresca, para secarlas y seguir el mismo procedimiento que con las de venado.

La composición botánica de lo que consumen se basa en el análisis de las heces fecales mediante técnicas microhistológicas (Storr 1961, Sparks y Malechek 1968, Zyznar y Urness 1969, Ward 1970, Todd y Hansen 1973, Anthony y Smith 1974, Goodwin 1975, Holechek et al. 1982 y Elliott y Tanner 1985), utilizando una colección de referencia de preparaciones de las epidermis de plantas. Para la identificación de las especies vegetales se tomaron en cuenta características como: tamaño y forma de las células, de los estomas, de los tricomas y los cuerpos silíceos, entre otras.

En las preparaciones de las muestras fecales, se registró la frecuencia de aparición de cada especie (fragmento de epidermis) identificada en cada campo del microscopio a una amplificación de 100X. Se analizaron 20 campos por preparación, revisando un total de 100 campos por cada muestra mezclada. Posteriormente estas frecuencias fueron convertidas a densidad relativa mediante la tabla desarrollada por Fracker y Brischle (Sparks y Malechek 1968). Estos valores de la tabla se basan en la fórmula $F = 1 - e^{-x}$ donde F es igual a la frecuencia, e es la base de logaritmos naturales y x es la densidad media. El siguiente paso es dividir cada una de las densidades entre la suma de ellas y multiplicar por 100, obteniendo los porcentajes de la composición botánica. Sparks y Malechek (1968) encontraron que los porcentajes obtenidos por este procedimiento son estadísticamente iguales a los porcentajes de materia seca de las especies de plantas en la muestra. De esta manera entonces, la densidad relativa calculada es igual al porcentaje de peso seco de la especie registrada en la muestra.

RESULTADOS Y DISCUSION

2.1. Dieta Global.

El venado cola blanca en la Reserva La Michilía tiene una dieta basada principalmente en el ramoneo de especies arbustivas y arbóreas, las que forman más del 85% de la dieta anual (Fig. 1). El ganado vacuno, presenta en cambio una dieta donde las especies de gramíneas son el alimento más importante, ya que 60%

de lo que consume lo son. Esto concuerda con los resultados de otros trabajos que mencionan Van Dyne et al. (1980), en donde al analizar en conjunto los datos de numerosos estudios (121) concluyen que el ganado vacuno consume 72% de gramíneas, 15% de herbáceas y 13% de arbustos, mientras que el venado consume en el año 60% de arbustos, 30% de herbáceas y 10% de pastos. Al considerar esta comparación con nuestros resultados, se demuestra que aunque existan variaciones de habitat, estos rumiantes siguen manteniendo su patrón de forrajeo, que puede muy bien ser explicado con la hipótesis que maneja Hanley (1982).

Si analizamos la dieta anual, el número total de especies consumidas por el venado suma 135 en 1975 (Gallina et al. 1978) y 99 en 1980-81 (Morales 1985), apreciándose una amplia gama de especies. Sin embargo, aunque el venado es considerado generalista, vemos que las especies de arbustos y árboles de las que depende son pocas, siendo las más importantes, los injertos (Phoradendron bolleanum y P. villosum), los encinos (Quercus spp.), los juníperos (Juniperus deppeana y J. durangensis) y los madroños y manzanillas (Arbutus spp. y Arctostaphylos spp.), que en ambos trabajos aparecen con los porcentajes más elevados. Esto es explicable si vemos que, de acuerdo a García Uriza (1987), sobre todo los injertos, son especies de alta digestibilidad (mayores de 70% en promedio) aunado a elevados valores energéticos (mayores de 65% de acuerdo a los contenidos de extracto libre de nitrógeno, que incluye azúcares, almidones y vitaminas hidrosolubles), presentando muy poca variación a lo

largo del año (de 56% en mayo de 1985 a 83% en mayo de 1986, en Phoradendron villosum, y de 63% en agosto de 1984 a 65% en agosto de 1986, en P. bolleanum). Las ericáceas (madroños y manzanillas) y los juniperos tienen altos valores energéticos, aunque son forrajes de baja digestibilidad (alrededor de 45 y 30% respectivamente) (García Uriza 1987).

El ganado vacuno consume un total de 84 especies (Morales 1983), siendo más del 50% de ellas gramíneas (46), lo que indica su selectividad por los pastos. La base de su dieta anual son diferentes especies de los géneros Muhlenbergia y Aristida. Este tipo de forraje presenta una fuerte variación en la digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS), disminuyendo de un 51% (agosto 1986) a un 12% (mayo 1985) y en el porcentaje de paredes celulares (PPC), de un 83% (marzo 1985) a 41% (oct. 1985) por lo tanto la calidad del alimento se ve afectada, estando muy disminuida en la época seca. Según Gallina y Chargoy (1987) los valores más altos de paredes celulares correspondieron a las gramíneas. Este hecho resulta lógico si se piensa que el forraje mismo (las hojas) construye con sus paredes celulares el tejido de sostén para la planta, a diferencia de los otros tipos de forrajes que se sostienen en partes especializadas. Es claro que esas paredes celulares cambian su composición (incremento en lignina y sílice) lo cual hace que los valores de DIVMS varíen. Todo esto invariablemente hace que el ganado sea más susceptible a la sequía que el venado, porque su dieta está basada en un forraje altamente variable en calidad.

2.2. Variación Estacional de las Dietas.

Las dietas del venado y del ganado presentan cambios a lo largo del año, que están íntimamente relacionados con la disponibilidad de ciertos tipos de alimento y con el estado fenológico y, por lo tanto, nutritivo de las especies. Estos cambios son más notorios en las herbáceas, que en su mayoría aparecen en la época de lluvias. En este período hay una mayor diversidad y cantidad de este alimento, lo que se ve reflejado en las dietas de ambos rumiantes. De acuerdo a Gallina y Chargoy (1987), existe una variación en el valor de digestibilidad de los distintos grupos de plantas (Cuadro 1) que está influyendo en la selección del tipo de alimento, sobre todo en el venado. Las herbáceas tuvieron más del 50% de DIVMS, con especies de leguminosas y compuestas con elevado nivel de proteína cruda en base seca (valores superiores al 13%, llegando incluso a 21% en Lupinus ehrenbergii), y otras con altos contenidos de cenizas (13 a 19%), es decir, de minerales. De esta forma, el venado adquiere una dieta balanceada más nutritiva que le permite pasar la época de estrés sin problema alguno, y el ganado mejora su dieta al elevarse la calidad del forraje consumido.

Para comparar las dietas y los cambios estacionales de las mismas, se aplicó una prueba ANOVA de tres vías (Cuadro 2), donde aparecen diferencias significativas ($P < .001$) en el uso de los diferentes grupos de plantas por cada herbívoro, así como al considerar distintas preferencias exhibidas por las dos especies

de rumiantes ($P < .001$). También son significativas las diferencias estacionales (es decir en el tiempo) en cuanto al uso del recurso, es decir, que el venado y el ganado consumen en distinta proporción los grupos de plantas a lo largo del año, manteniendo sus preferencias por determinados grupos de plantas.

En las Figuras 2 y 3, se nota el incremento en el consumo de herbáceas durante la época húmeda en ambas especies (20-30%). El consumo de especies arbóreas por el ganado se incrementa durante el período seco, como una forma de complementar la escasez de los otros forrajes. Esto mismo ocurre en otras regiones, como cita Holechek et al. (1982). Sin embargo, la base dietética del ganado siguen siendo las gramíneas. En la dieta del venado son las especies arbustivas las que forman el porcentaje más alto durante todo el año. Esto puede ser explicado si vemos que las especies arbustivas como los injertos (Phoradendron spp.), presentan muy poca variación en su digestibilidad, entre 60 y 80% (comparando las medias no hubo diferencias significativas a nivel de 0.01) y calidad energética a lo largo del año, tal vez debida a su condición de hemiparásita, les hace variar relativamente poco, por su aparente seguridad de obtener los nutrientes del hospedero, no viéndose afectadas por el período crítico, que en este caso es la sequía.

Al comparar las dietas de los venados en años diferentes (Cuadro 3), no aparecen diferencias significativas en el consumo estacional de los distintos grupos de plantas, lo cual indica que el patrón de consumo a lo largo del año fue el mismo

independientemente de las condiciones del año muestreado, mientras que sí hay diferencias significativas ($P < .001$) en la importancia de cada grupo de plantas en la dieta, existiendo una notable preferencia por especies arbustivas y arbóreas.

En La Michilía, el venado prefiere los encinos en abril y junio (época seca), y disminuye su consumo en la época húmeda (Cuadro 4). De acuerdo con Klein (1970) se sabe que el venado puede seleccionar plantas y partes de plantas que tienen el mayor valor nutritivo, por lo tanto, el patrón observado se explica por el hecho de que los encinos son caducifolios, y es precisamente en primavera cuando presentan los renuevos, que tienen un alto valor nutritivo (Gallina et al. 1981). También coincide el incremento en la utilización de herbáceas, con el periodo de crecimiento de estas plantas, que presupone una mayor digestibilidad y un valor nutritivo más elevado en proteínas, fósforo y potasio según Church (1979), Vangilder et al. (1982) y Gallina y Chargoy (1987).

Como ha sido demostrado por Gallina (1988), entre las especies vegetales más importantes en la alimentación del venado están los injertos, Phoradendron villosum y P. bolleanum, que son consumidas durante todo el año, constituyendo el 20% de la dieta, lo cual es explicable si se considera su alta digestibilidad. En los injertos de La Michilía la digestibilidad fue la mayor de los forrajes disponibles, alrededor de 70% de DIVMS, de acuerdo a Gallina y Chargoy (1987) y su alto valor energético, mayor a 65% de extracto libre de nitrógeno (García Uriza 1987). Según

Ashcraft (1981), el Phoradendron presentó una digestibilidad de 96% y un elevado valor energético, con un 12% de proteína, lo que lo hace un excelente forraje.

2.3. Diversidad de las Dietas.

La diversidad de la dieta (Cuadro 5) se calculó empleando el inverso del Índice de Simpson ya que tiene como ventaja que su interpretación es más sencilla, siendo el valor el número de especies importantes en la dieta (Ezcurra 1980).

Como era de esperarse, la dieta del venado tiene una mayor diversidad en la época de lluvias, como lo comprueban los resultados de Gallina et al. (1981) : 17 especies importantes en la dieta, consideradas como básicas, y de Morales (1985) nueve especies. Los valores diferentes en diversidad obtenidos en los dos trabajos se deben por una parte, a que Gallina et al. consideran por separado las diferentes especies de encinos, mientras que Morales las agrupa, debido a las dificultades que tuvo en su identificación. Por otra parte, 1980 fue un año muy seco, lo que indudablemente influyó en la diversidad del habitat y tuvo su reflejo en la dieta. Faro a pesar de la diferencia de los valores la mayor diversidad se presentó en la época de lluvias.

El ganado, por el contrario, muestra poco cambio en la diversidad a lo largo del año, aunque ésta permanece alta (alrededor de 12 especies básicas) debido al gran consumo de gramíneas, y a la facilidad para identificarlas en las muestras

de heces fecales. En general, la dieta muestra una menor variabilidad a lo largo del año.

Por lo tanto, a diferencia del ganado, el venado puede optimizar su dieta al aprovechar la disponibilidad del alimento más nutritivo y diversificar su consumo.

2.4. Similitud y Sobreposición de las Dietas.

Para llegar a determinar si en un momento dado puede existir competencia por un recurso es necesario conocer la similitud de uso y la sobreposición de sus dietas, así como la cantidad del recurso disponible.

En este caso se analizan la similitud y la sobreposición, debido a que sobre todo ambos rumiantes consumen especies herbáceas. La primera fue cuantificada con la fórmula de Sorensen, cuyos valores varían de cero (ninguna similitud) a uno (dietas iguales):

$$S = \frac{2a}{2a + b + c}$$

donde a = número de especies compartidas por el venado y el ganado

b = número de especies consumidas por el venado

c = número de especies consumidas por el ganado

mientras que la sobreposición se obtuvo con la fórmula de Pianka (1975):

$$O_{kj} = \frac{\sum p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum p_{ij}^2 \sum p_{ik}^2}}$$

donde p_{ij} y p_{ik} son las proporciones del recurso i usado por la especie j (venado) y la especie k (ganado).

Como la similitud de la dieta refleja únicamente las especies que comparten estos rumiantes, es necesario conocer la cantidad de estas especies compartidas consumida por cada especie animal (sobreposición).

Los valores obtenidos en cuanto a la similitud y sobreposición de dietas (Fig. 4) muestran una variabilidad a lo largo del año. Estos cambios no van a la par, ya que por ejemplo, en enero se obtuvo el valor más alto en cuanto a similitud (.35), lo cual indica que en ese tiempo consumen muchas especies iguales, aunque el valor de la sobreposición fue bajo (.25), lo que significa que mientras un rumiante consume una alta proporción de una especie de planta, el otro la come en baja proporción, lo que evita la competencia, mientras el recurso no sea limitante.

El valor más alto de sobreposición ocurre en agosto ($r = .51$) debido principalmente al aumento en el consumo de herbáceas por los dos rumiantes. Pero si analizamos la disponibilidad del recurso alimenticio obtenido por Gallina (1984) (Cuadro 6), notamos que es mayor en esta época cuando existe la mayor biomasa aérea. Este hecho disminuye la posible competencia, porque están explotando un recurso abundante en ese momento. Claro está que la abundancia dependerá también del número de animales que utilicen el recurso. Durante el muestreo, el área estudiada no estaba sometida a una sobreexplotación del habitat por parte del ganado.

CONCLUSIONES

El venado y el ganado vacuno pueden coexistir en el bosque mixto de encino-pino dado que existe una diferencia selectiva en cuanto al alimento consumido entre las dos especies de herbívoros: el primero prefiere especies arbustivas y arbóreas, que tienen una alta tasa de digestión, por su alta tasa de paso por el tracto digestivo a fin de cubrir sus elevadas demandas energéticas, y el segundo, las gramíneas, debido a que presenta un rumen grande que permite una digestión lenta para la extracción de energía de las gruesas paredes celulares de los pastos, como ha sido referido por Nagy et al. (1969). Existe una variación estacional relacionada con la disponibilidad de alimento; sin embargo, se conserva el mismo patrón de forrajeo selectivo en cada herbívoro, siendo la diferencia significativa entre las dos especies consideradas.

La dieta del venado resultó más diversa que la del ganado, con un incremento notable en la época de lluvias, consumiendo especies con altos contenidos protéicos y otras con valores altos de minerales. Además, a lo largo del año el venado se mantiene con especies de alta digestibilidad y elevado contenido energético (azúcares y almidones). Esto implica que el venado puede hacer un mejor uso de los recursos alimenticios por ser la especie que ha evolucionado con este habitat, además de ser un animal con una mayor capacidad de adaptación a los cambios de su ambiente. En este sentido, el ganado, preponderantemente

consumidor de pastos, está en desventaja porque las gramíneas tienen muy fuerte variación, tanto en digestibilidad como en contenido de paredes celulares, viéndose afectados sobre todo en la época de sequía. Sólo durante las lluvias la calidad de la dieta se ve aumentada por la consistencia de los mismos pastos, así como por verse enriquecida con la estacional presencia de las herbáceas latifoliadas (Gallina y Chargoy 1987).

La sobreposición de las dietas indica un aparente grado de competencia en la época húmeda, dada por el consumo simultáneo de herbáceas, pero es la época cuando el recurso disponible es más abundante, lo cual viene a evitar esta posible competencia.

El efecto que puede tener la diferenciación selectiva de estos dos rumiantes en el habitat es importante, ya que tanto la composición botánica como la biomasa disponible se ven afectadas. Según muestran los resultados, al actuar juntas las dos especies, se puede lograr optimizar el uso de los recursos disponibles y tener un efecto positivo mutuo, siempre y cuando se mantenga una densidad de las poblaciones por debajo de la capacidad de carga del habitat. El ganado, al consumir pastos, puede dar lugar a un incremento de otras especies herbáceas, que a su vez podrán ser utilizadas por el venado. Además, el pastoreo y ramoneo sin exceso, favorece la productividad, al incrementar el crecimiento como un efecto de "poda" en la mayoría de las especies, y por posibles agentes promotores del crecimiento encontrados en la saliva de rumiantes (Putman 1986). También McNaughton (1979) señaló que un uso moderado por parte del ganado puede ser

benéfico para el venado debido a las respuestas compensatorias de crecimiento por las plantas comidas y una prolongación del período activo de crecimiento foliar. Aunque en años recientes se ha suscitado una fuerte discusión acerca de si la herbivoría beneficia o no a las plantas (Belsky 1986, Crawley 1987, McNaughton 1986, Paige y Whitham 1987, Shultz 1988, Westoby 1986), creo que existen evidencias más sólidas de que en algunas especies de plantas sí hay un beneficio, ya sea directa o indirectamente provocado por el herbívoro, aunque si bien, como lo señala Belsky (1986), no se puede hablar en muchos casos, de un fenómeno de coevolución. Sobre todo el debate se ha desarrollado acerca de si la herbivoría puede incrementar la productividad, longevidad o potencial reproductivo de algunas especies de plantas, y si tales incrementos han dado por resultado un aumento en la adecuación ("fitness") de las poblaciones consumidas por los herbívoros, y una coevolución de mutualismos entre consumidores y plantas. Más bien me parece que Maschinski y Whitham (1989) tienen razón en señalar que aunque la reciente controversia en este campo esta polarizada, y que aparecen como trabajos contradictorios los de ambos extremos, en realidad lo que esta pasando es que representan diferentes extremos del mismo continuum, y que la herbivoría puede ser en detrimento, sin consecuencias, o aún benéfica, dependiendo de las condiciones que gobiernan la habilidad de la planta para reemplazar el tejido consumido. Es decir, que la respuesta es

plástica y varía de acuerdo a las condiciones bióticas y abióticas.

La ventaja del uso común, como también fue señalado por Ruyle y Bowns (1985), puede ser que permita a la vegetación mantener una composición estable a niveles de uso más altos de lo que sucedería con especies aisladas pastando. De esto se deduce que la explotación simultánea de los dos herbívoros considerados es más recomendable que la explotación de uno solo de los recusos animales.

CUADRO 1. Valor de Digestibilidad in vitro (%) de la Materia Seca (DIVMS) de los distintos grupos de plantas y su variación estacional.

	AGO 84	OCT 84	MAR 85	MAY 85	JUL 85	OCT 85
ARBOLES	42.6	-	35.0	27.3	26.7	35.7
ARBUSTOS	63.7	39.9	51.2	57.7	26.9	53.1
OTRAS HERBACEAS	55.2	56.4	63.0	29.1	48.1	50.2
PASTOS	52.6	54.9	22.2	12.5	30.9	34.1

	MAY 86	AGO 86
ARBOLES	54.0	38.3
ARBUSTOS	70.3	70.1
HERBACEAS	-	58.4
PASTOS	-	58.6

CUADRO 2. Análisis de Varianza de tres vías aplicado a las dietas de venado (de 1975 y 1980-81) y ganado (% de los grupos de plantas consumidos), cambios estacionales de ambas dietas y tipo de forraje utilizado.

FUENTE	SS	DF	MS	F	P
animal	3.411	2	1.706	.036	
época	15.905	4	3.976	.084	
animal-época	16.638	8	2.080	.044	
forraje	5035.910	3	1678.637	35.551	<.001
animal-					
forraje	22483.587	6	3747.264	79.361	<.001
época-					
forraje	1713.306	12	142.776	3.024	.010
error	1133.237	24	47.218		
total	30401.994	59			

CUADRO 3. Análisis de Varianza de tres vías comparando la dieta del venado (% de los distintos grupos de plantas) en diferentes años.

FUENTE	SS	DF	MS	F	P
animal	3.411	1	3.411	.084	
época	11.048	4	2.762	.068	
animal-época	8.987	4	2.247	.055	
forraje	17354.764	3	5784.921	142.125	<.001
animal- forraje	71.077	3	23.692	.582	
época- forraje	1563.690	12	130.307	3.201	.027
error	488.430	12	40.703		
total	19501.406	39			

CUADRO 4. Géneros de plantas importantes en la dieta del venado cola blanca y ganado vacuno (% de peso seco) en las dos épocas del año, en la Reserva La Michilía.

VENADO		
ARBOLES	EPOCA SECA	EPOCA HUMEDA
<u>Quercus</u> spp.	19.19	12.18
<u>Arbutus</u>	5.81	2.30
<u>Arctostaphylos</u> spp.	4.19	12.94
ARBUSTOS		
<u>Phoradendron</u>	23.02	18.99
<u>Juniperus</u>	22.59	14.95
<u>Ceanothus</u>	13.94	11.39
GANADO		
PASTOS		
<u>Muhlenbergia</u>	25.98	17.74
<u>Aristida</u>	9.37	9.21
<u>Lycurus</u>	1.77	0.72
<u>Bromus</u>	0.94	1.38
HIERBAS		
<u>Halimium</u>	7.76	10.04
<u>Zexmenia</u>	0.23	6.10
<u>Cologania</u>	0.87	5.37
ARBOLES		
<u>Quercus</u>	7.96	4.81

CUADRO 5. Cambios en la diversidad de las dietas (según el Inverso de Simpson) del venado y el ganado, en las diferentes épocas.

ANO 1975 (Gallina et al. 1978)

	ABRIL	JUNIO	AGOSTO	SEP-OCT	NOV-DIC	MEDIA
VENADO	12.90	2.54	16.19	17.18	15.33	12.83

ANOS 1980-1981 (Morales 1985)

	JUNIO	AGOSTO	NOV	ENERO	MAYO	MEDIA
VENADO	5.55	7.93	8.85	5.73	5.02	6.62
GANADO	11.08	12.46	10.91	13.39	11.36	11.64

CUADRO 6. Variación estacional de la biomasa disponible (kg/ha), con la desviación estandar y entre paréntesis el porcentaje que aportan los diferentes grupos de plantas a la biomasa total disponible.

	EPOCA SECA	EPOCA HUMEDA
GRAMINEAS	92 ± 44 (36.06%)	124 ± 39 (18.89%)
HIERBAS	21 ± 22 (8.01%)	427 ± 347 (65.29%)
ARBUSTOS	115 ± 204 (45.05%)	67 ± 90 (10.31%)
ARBOLES	28 ± 32 (10.87%)	36 ± 54 (5.51%)
TOTAL	256 kg/ha	654 kg/ha

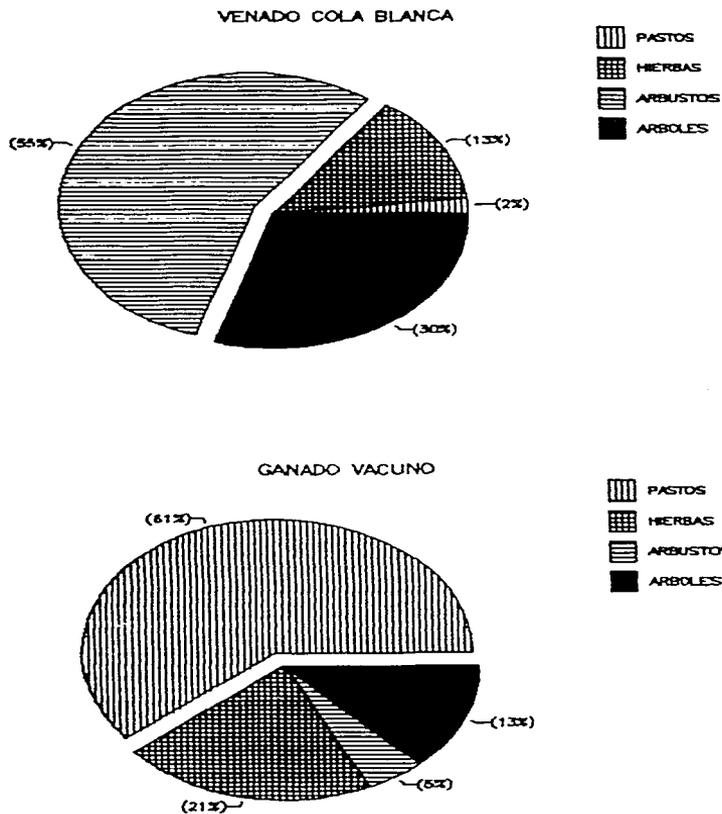


Fig. 1 - Porcentaje del peso seco de los distintos grupos de plantas que forman la dieta anual a) del venado cola blanca y b) del ganado vacuno.

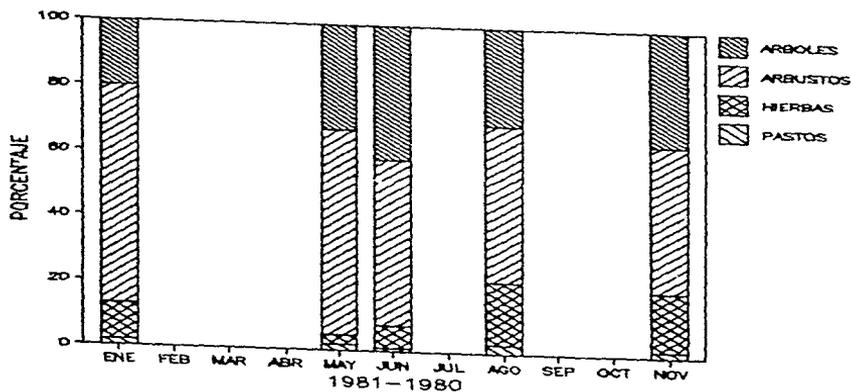
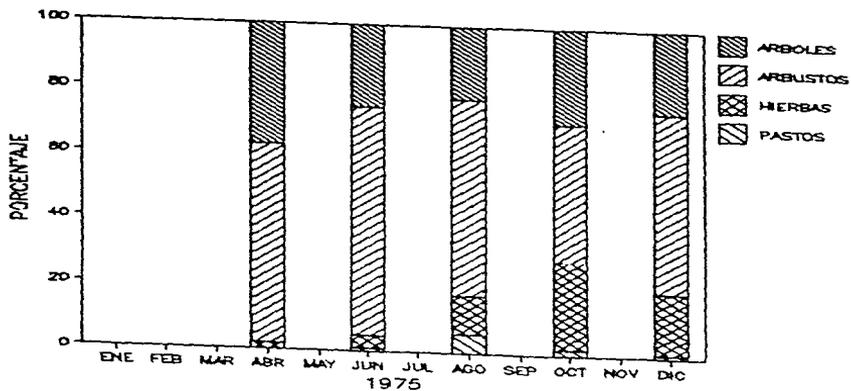


Fig. 2 - Cambios estacionales en la dieta del venado cola blanca en años diferentes en que se realizaron los estudios. Los datos de 1975 proceden de Gallina et al. (1978), y los de 1980-81 de Morales (1985).

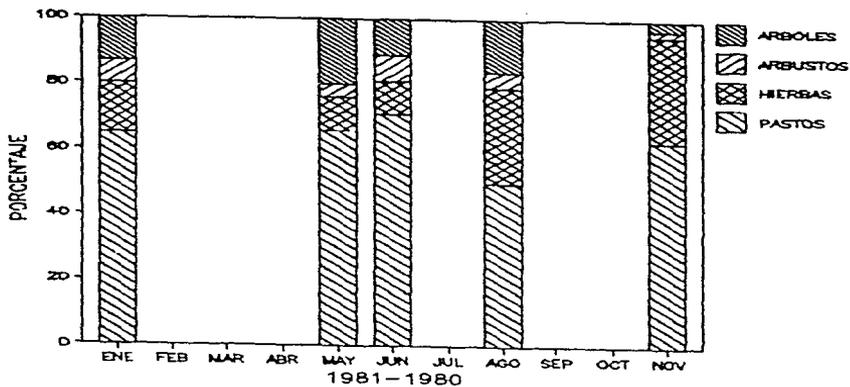


Fig. 3 - Cambios estacionales en los porcentajes de los diferentes grupos de plantas que forman la dieta del ganado vacuno (obtenidos de Morales 1985).

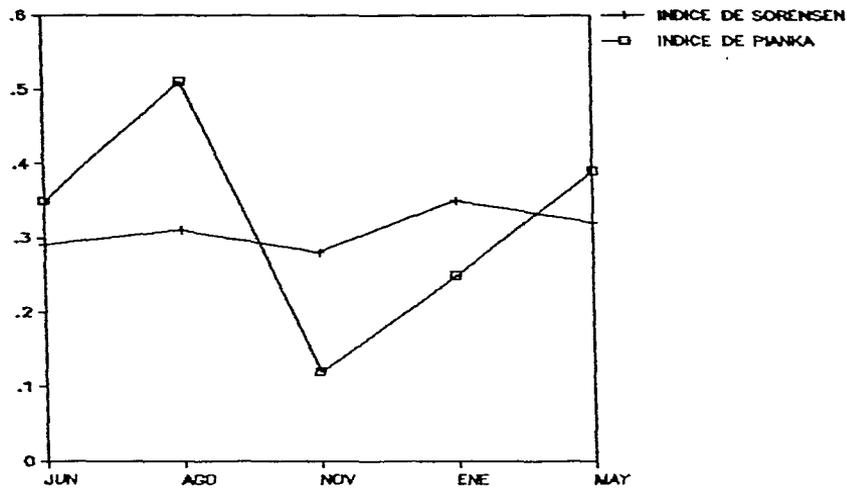


Fig. 4 - Cambios estacionales en la similitud (Indice de Sorensen) y la sobreposición (Indice de Pianka) entre las dietas del venado cola blanca y el ganado vacuno.

CAPITULO III

UTILIZACION DEL HABITAT Y CAPACIDAD DE CARGA

INTRODUCCION

La utilización del forraje en el campo es un índice de la presión de pastoreo que ejercen los rumiantes, y puede ser medida al considerar la biomasa aérea disponible, estimando el porcentaje faltante de las distintas especies de plantas (Avery 1975). Esto nos indica el estado en el que se encuentra el habitat. En este capítulo se analizan los niveles de utilización encontrados en el campo, considerando por un lado áreas compartidas por ambos rumiantes, y por otro, áreas con uso prácticamente exclusivo por uno de ellos, para comparar el efecto de la presión de pastoreo que se observa en el campo, y saber si está o no sobrepastoreado.

Para esto, también es importante conocer cuál es la capacidad de carga del habitat. La capacidad de carga puede ser definida como el número de animales saludables que pueden ser mantenidos en el habitat, en una unidad dada de superficie (Avery 1975, Stoddart et al. 1975). Para que una población sobreviva y permanezca saludable no debe llegar a un nivel en el que destruya su habitat (Mautz 1978). Se pensaba que la capacidad de carga dependía de la estación del año más limitante para la población en cuestión. Sin embargo, trabajos como los de Short (1975), Silver et al. (1969), Thompson et al. (1973), sobre energética

han encontrado que el venado y otras especies de fauna silvestre tienen una serie de mecanismos que tienden a reducir la importancia del alimento de invierno como factor definitivo para su sobrevivencia. El almacenaje de grasas que provienen de los alimentos de verano y otoño, el subsecuente catabolismo de estas grasas en invierno (20-30% de los requerimientos energéticos son obtenidos así), bajas tasas metabólicas, desarrollo de un pelaje altamente aislante, y cambios en el comportamiento tienden a complicar la noción simplista de una "estación limitante" (Mautz 1978). Entonces, para determinar la capacidad de carga en La Michilía, se está considerando la máxima biomasa disponible que ocurre durante la época de lluvias (verano-otoño), que es inferior a la productividad del área, para que de esta forma no se corra el riesgo de sobreestimar el valor de la capacidad de carga.

El objetivo de este capítulo es analizar los niveles de utilización encontrados en el campo, que indican cuánto ha sido consumido por los herbívoros (venado y ganado), tanto en peso seco como en porcentaje faltante, de las diferentes plantas, comparando lo que sucede en habitats que comparten el venado y el ganado, y en habitats que sólo son usados por alguno de ellos. Esto nos da una idea de la presión de pastoreo que están ejerciendo ambos rumiantes sobre la vegetación, y si este efecto es o no severo en los momentos de hacer el estudio. A su vez, determinar la capacidad de carga del habitat, lo que nos permite conocer cuántos individuos de cada especie animal pueden estar

utilizando los recursos alimenticios del habitat, con el fin de hacer propuestas de manejo para un mejor uso del mismo.

METODOLOGIA

En cuanto a la utilización en el campo, de 1978 a 1980, se estimó la biomasa faltante de las diferentes plantas (Schmutz 1971, Stoddart et al. 1975) en los 14 transectos fijos con 10 áreas de 1 m², en los que se llevaron a cabo tanto el muestreo de biomasa aérea disponible (siguiendo el método de Pechanec y Pickford 1937) como los censos de la población de venados. Estos muestreos se realizaron en las épocas extremas (seca y húmeda) en el habitat compartido por los dos rumiantes. De 1984 a 1986 se instalaron 5 transectos en el bosque mixto con uso casi exclusivo por el venado, y 5 en el pastizal con uso exclusivo por el ganado, para conocer el efecto de las presiones de pastoreo de cada herbívoro.

La capacidad de carga se determinó considerando que el venado y el ganado comparten la biomasa existente de herbáceas, mientras que el primero tiene un uso más exclusivo de arbustos y árboles, y el segundo de pastos. La fórmula fue desarrollada por Ezcurra, en base a la fórmula propuesta por Ffolliott (com. pers.)

USO COMPARTIDO

Cuando se considera la coexistencia de los dos rumiantes en el mismo habitat para la determinación de la capacidad de carga es necesario tomar en cuenta las características de las dietas

del venado y el ganado, cuyos resultados fueron presentados en el capítulo anterior. Por tanto, se debe tomar en cuenta que ambos comparten el grupo de plantas consideradas dentro de otras herbáceas, mientras que el venado consume casi exclusivamente especies arbustivas y arbóreas, y el ganado, gramíneas, por lo que la biomasa de estos grupos es lo que se toma como disponible para cada uno de los rumiantes.

$$CCV = \frac{1}{1 - \frac{chg}{pg} \times \frac{chv}{pv}} \times \frac{fv \times av}{cv \times tv} (pv - chg)$$

$$CCG = \frac{1}{1 - \frac{chg}{pg} \times \frac{chv}{pv}} \times \frac{fg \times ag}{cg \times tg} (pg - chv)$$

donde:

CCV = Capacidad de carga para el venado

CCG = Capacidad de carga para el ganado

fv = factor de utilización del venado = 0.60 (Avery 1975)

fg = factor de utilización del ganado = 0.60 (Stoddart et al. 1975)

pv = productividad o biomasa disponible para el venado

pg = productividad o biomasa disponible para el ganado

cv = consumo total del venado = 63.56 kg/ind/mes (Ffolliott com. pers.)

cg = consumo total del ganado = 340.5 kg/ind/mes (Ffolliott com. pers.)

tv = tiempo de pastoreo para el venado = 12 meses

tg = tiempo de pastoreo para el ganado = 6 meses

chv = cantidad de biomasa de herbáceas para el venado

chg = cantidad de biomasa de herbáceas para el ganado

av = área del venado (en ha)

ag = área del ganado (en ha)

USO EXCLUSIVO

En áreas de uso exclusivo la fórmula se simplifica ya que no

se toma en cuenta el estrato compartido y la capacidad de carga se estima en base en base a la biomasa disponible:

$$\text{BOSQUE: } \text{CCV} = \frac{(fv) (pv)}{(cv) (tv)}$$

$$\text{PASTIZAL: } \text{CCG} = \frac{(fg) (pg)}{(cg) (tg)}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Utilización.

En los resultados de los transectos de uso compartido (1978-1980) se nota que la utilización encontrada en el campo de los distintos forrajes, es más apreciable en el estrato herbáceo y dentro de éste, las gramíneas fueron consumidas en mayor cantidad en la época seca (de 24 a 52%; Cuadro 1). El porcentaje utilizado de hierbas se mantiene constante a través de las estaciones y los años (de 4 a 6%), al igual que el de los arbustos (de menos del 1% al 2%). El estrato arbóreo, fue más difícil de cuantificar, ya que la apreciación de las partes consumidas no es tan aparente como en el estrato herbáceo. Los niveles de utilización del forraje disponible, apenas rebasan el 30% de la biomasa (121 kg/ha), en uno de los años críticos (1980), sin embargo, podemos afirmar que el porcentaje se mantiene a un nivel menor del 10% en las áreas de uso compartido.

En estas áreas donde el venado y ganado comparten el habitat, se aprecia una utilización diferencial, siendo más marcada en los pastos, llegando a un porcentaje extremo del 52% en junio de 1980. La mayor utilización de las hierbas considerando el peso consumido, ocurre en la época de lluvias, como era de esperarse, siendo de 17 kg/ha, que representa el 5% de la biomasa disponible de esta clase de recurso. En cuanto a las especies arbustivas y arbóreas, la utilización estimada fue la menor, alrededor de 1 kg/ha en lluvias, y 5 kg/ha en secas. La dificultad de apreciar el ramoneo en este grupo de plantas tal vez sea debido a que la presión ejercida por el venado (cuya dieta se basa en este grupo de plantas) no debe ser severa, por lo que no aparece una línea de ramoneo, como ocurre en otros sitios, sobre todo en Estados Unidos, cuando las poblaciones rebasan la capacidad de carga, lo cual no sucede aquí.

Al analizar las dietas de los rumiantes y el uso en el campo, se encontró cierta correspondencia (Cuadro 2). El consumo de las gramíneas por el ganado alcanzó el 65% de la dieta global, mientras que el de arbustivas sólo fue de 5%. Lo contrario sucedió con el venado, el cual prefiere los arbustos en un 54%, y las gramíneas únicamente en un 2% (Morales 1985). El aprovechamiento de las hierbas, en cambio, es compartido por ambos ungulados en las dos épocas, siendo elevado como era de esperarse, durante la época de lluvias (20% por el venado y 27% por el ganado) cuando la biomasa de este grupo es máxima, al igual que la calidad nutritiva.

Los niveles de utilización estimados (10% de la biomasa aérea, en las áreas de uso compartido) indican que el habitat no está sobreexplotado. Esto confirma las observaciones de Smith et al. (1978), que en su trabajo indican que la Reserva de La Michilía no presenta sobrepastoreo, y es sin lugar a dudas el ganado, el que ejerce la mayor presión de pastoreo sobre este tipo de habitat, el bosque mixto de encino-pino.

Para comprobar esto, se realizó un estudio comparando un área donde el uso era casi exclusivo por alguno de los rumiantes. Se encontró (Cuadro 3), que las gramíneas en el pastizal sufrieron una fuerte presión por parte del ganado, siendo notoria la diferencia en cuanto a cantidad utilizada (47 kg/ha en el pastizal a diferencia de 5 kg/ha en el bosque). Las otras hierbas en cambio presentan un uso más semejante en las dos áreas (alrededor de 4 kg/ha en la época de lluvias y menor a 1 kg/ha en secas).

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de la comparación de la utilización que efectuaron estos rumiantes, sobre los dos grupos de plantas considerados en distintas épocas y años. Existen diferencias significativas en cuanto al uso de gramíneas en los dos sitios, tanto durante la época de lluvias ($F = 37.486$, $P < .0001$), como en secas ($F = 43.289$, $P < .0001$), siendo la r^2 mayor a 0.7 en ambos casos. En cambio, no existe un uso diferencial en las otras hierbas ($F = .765$, $P = .39$ en lluvias y $F = .075$, $P = .788$ en secas), en estos dos casos la R^2 es muy baja (.27 y .17 respectivamente). Como se nota, esta información

viene a apoyar de las otras hierbas son utilizadas por ambos animales, y hay un uso casi exclusivo de pastos por el ganado.

Comparando el área de uso compartido, con las de uso exclusivo, en lo referente a niveles de utilización (Cuadro 5), vemos que se incrementa de manera notoria la presión de pastoreo sobre el grupo de las otras hierbas, cuando hay un uso compartido en la época húmeda, en cambio, los pastos sufrieron una fuerte presión, en la época seca, por parte del ganado, como se comprueba en los sitios de uso exclusivo. También fue notable en el período húmedo en el área exclusiva, la utilización que sufrieron las gramíneas, tal vez ocasionada por un mayor tiempo de pastoreo en esos sitios, o a un incremento en el número de animales.

Si analizamos la información obtenida en los muestreos de estimación de biomasa disponible en las dos áreas de uso exclusivo que se muestran en la Fig. 1, junto con la cantidad de biomasa utilizada por el venado (transectos 1 al 5) y por el ganado (transectos 6 al 10), vemos que no se encontraron diferencias significativas, según la prueba de ANOVA de una vía, en cuanto a la cantidad disponible de pastos ($F = 0.182$) y herbáceas ($F = 1.491$, $P > .26$), y sí las hubo en relación al estrato arbustivo y arbóreo ($F = 7.725$, $P < .02$). Este resultado no era esperado, debido a que el estudio llevado a cabo en el bosque mixto (1978-1980) reveló una correlación entre el estrato arbóreo (densidad y área basal) y la cantidad de biomasa en el estrato herbáceo y pensábamos encontrar una mayor biomasa en el

pastizal, dadas las diferencias significativas en el estrato arbóreo de los dos sitios en cuanto a densidad de árboles ($F = 14.683$, $P < .005$) y área basal media ($F = 19.377$, $P < .002$). Sin embargo, posiblemente estén actuando otros factores que no fueron considerados en este estudio, para no encontrar la diferencia en biomasa del estrato herbáceo. A pesar de ello, esto resulta interesante desde el punto de vista de manejo, ya que la cantidad de alimento que existe disponible para el ganado es semejante en la zona de pastizal como en el bosque mixto, mientras que cambia sustancialmente la cantidad de forraje disponible para el venado.

3.2. Capacidad de carga.

Para evaluar la capacidad de carga del habitat se consideró el promedio de la biomasa aérea obtenida en la época húmeda, debido a que ha sido comprobado por Mautz (1978), que el forraje determinante para la sobrevivencia del venado, es el de verano, ya que dependerá de la cantidad y calidad del forraje que consume durante esta época, lo que permita a cada individuo superar la época de mayor estrés. En los países del norte sería el invierno, donde además de la escasez de alimento, las condiciones ambientales son muy críticas por las bajas temperaturas, y en la Reserva La Michilía, sería la duración de la época seca, en la cual ocurren altas temperaturas con precipitaciones nulas o insignificantes. En La Michilía, fué precisamente el alimento de verano-otoño el que se encontró con una mayor calidad, ya que por un lado aparecen especies de hoja ancha con alto valor proteico y

otras con gran cantidad de minerales, y por otro lado es notoria la alta digestibilidad que presentan las diferentes especies de forraje durante este periodo, como ha sido comprobado por Gallina y Chargoy (1987), y mencionado en el capítulo anterior.

Al analizar los resultados de la capacidad de carga del habitat (Cuadro 6), considerando por un lado el uso exclusivo por un herbívoro (0.41 venados/ha y 0.22 vacas/ha), y por otro la coexistencia de ambos rumiantes compartiendo el habitat (0.22 venados/ha y 0.16 vacas/ha en el bosque y 0.0025 ven/ha y 0.22 vacas/ha en el pastizal), vemos que el venado es una especie de bosque que le es difícil vivir en los pastizales, lo cual está ligado con el alimento que prefiere y con la cobertura de escape que necesita, estando bien adaptado al bosque. El ganado vacuno indudablemente se desarrolla mejor en los pastizales, porque tiene la capacidad de aprovechar de manera óptima las gramíneas, por la relación que guarda el rumen y el tamaño del animal, que le permiten una asimilación de la celulosa, como ha sido explicado detalladamente por Van Soest (1983), pero puede mantenerse en el bosque abierto, sin necesidad de abrir zonas para el pastoreo, porque en ese habitat existe una buena producción de herbáceas, y además, de esta forma no se afectaría la presencia del venado.

Con estos datos de capacidad de carga, en los que se toma en cuenta un factor de uso del 60% y un tiempo de pastoreo de 6 meses para el ganado y 12 meses para el venado, se demuestra que el incremento en el número de cabezas de ganado (4 vacas más en

100 ha) no representa un cambio substancial de un ecosistema a otro, en cambio si es notoria la disminuci3n de venados en la zona de pastizal (22 venados en 100 ha de bosque a diferencia de 0.25 en el pastizal).

Potvin y Huot (1983) estiman la capacidad de carga en el 1rea invernal del venado cola blanca en Quebec, Canad1, donde las condiciones clim1ticas son muy severas, y toman en cuenta por un lado la biomasa disponible y por otro la profundidad de la nieve. Los valores estimados variaron entre .15 y .28 venados/ha.

CONCLUSIONES

Para que pueda existir un uso m1ltiple de los recursos se debe contar con 1reas de bosque donde, como se puede ver en los resultados de capacidad de carga, pueden convivir un n1mero importante de venados compartiendo el habitat con el ganado, mientras que en las zonas de pastizal, el uso ser1a casi exclusivo del ganado, careciendo de la oportunidad de que otro rumiante pueda optimizar el uso de los recursos disponibles, como puede ocurrir en el bosque. La costumbre de abrir grandes 1reas para que sean aprovechadas por el ganado, lo 1nico que hace es excluir a especies silvestres, sin una ganancia importante en la productividad del ganado, ya que si vemos la capacidad de carga que tienen estos pastizales para el ganado (0.22 cabezas por ha) no son muy superiores a los del bosque abierto (0.16 cabezas por ha), aclarando que estos resultados est1n considerados bajo el uso que actualmente tienen las dos zonas.

Además, la presencia del venado no interfiere con el ganado en cuanto al nicho trófico, ya que ha sido comprobado por Morales (1985) y Gallina y Morales (1985), que en el aspecto alimenticio ambos herbívoros tienen diferentes preferencias alimenticias: el venado es ramoneador por excelencia (la base de su dieta son arbustos, árboles y hierbas), en tanto que el ganado prefiere los pastos (70% de su dieta), entonces al compartir el habitat utilizarán mejor los recursos forrajeros, aprovechando los diferentes grupos de plantas. Esto a la larga mantendrá un ecosistema más productivo y redituable, así como más diverso, sin deterioro del mismo, siempre y cuando los niveles de pastoreo se mantengan equilibrados.

Otro aspecto, es la influencia que ejerce un pastoreo moderado, que ha sido expuesto por Carrillo (1982), quien, en un estudio realizado en la misma zona encuentra que una baja intensidad de pastoreo del ganado es benéfico para el venado, porque al hacer uso de las gramíneas permite el desarrollo de las herbáceas de hoja ancha, que el venado consume.

De aquí, que se pueda justificar un cambio en el manejo actual de los recursos forrajeros, que permita una optimización en el uso de los recursos, que de otra manera se desaprovechan. Al mismo tiempo, de esta manera se puede evitar la práctica actual que a mediano plazo pudiera tener consecuencias drásticas en un ecosistema: la desaparición de especies silvestres mejor adaptadas a las condiciones del mismo, situación derivada del

afán de tener la mirada puesta en un solo recurso, en este caso,
el ganado vacuno.

CUADRO 1. Utilización del forraje (kg/ha) por el venado y ganado vacuno, en la Reserva de La Michilila, Dgo.

	NOV 1976	MAY 1979	DCI 1979	JUN 1980	OCT 1980
GRAMINEAS	18.46±23.81 (8.66%)	40.71±31.93 (23.87%)	3.80±7.84 (3.14%)	99.78±95.45 (51.96%)	0.26±0.51 (0.21%)
HIERBAS	11.71±8.91 (4.86%)	1.71±2.38 (5.39%)	13.56±14.45 (4.06%)	10.44±14.79 (33.73%)	26.81±39.28 (5.63%)
ARBUSTOS	1.03±1.56 (0.82%)	0.36±0.08 (0.30%)	1.15±2.79 (1.60%)	10.09±20.65 (8.05%)	0.03±0.10 (0.04%)
ARBOLES	0.02±0.08 (0.04%)			0.42±1.06 (1.49%)	
TOTAL	31.22 (4.99%)	42.78 (11.20%)	18.52 (3.20%)	120.73 (32.06%)	21.10 (3.98%)
	SEF 84*	MAY 85*	NOV 85*	MAY 86*	AGO 86*
GRAMINEAS	38.69±14.72 (4.37%)	9.47±2.93 (10.05%)	26.28±7.20 (7.05%)	11.57±5.41 (6.09%)	13.16±4.65 (3.43%)
HIERBAS	6.09±3.41 (1.40%)	0.01±0.01 (0.12%)	1.41±0.59 (1.99%)	0.45±0.23 (4.44%)	5.37±1.88 (1.75%)
ARBUSTOS Y ARBOLES		0.50 (1.36%)	0.30 (0.36%)		
TOTAL	44.78 (3.13%)	9.48 (5.90%)	27.99 (4.91%)	12.02 (4.23%)	18.53 (2.39%)

*Estos datos fueron obtenidos en áreas distintas con uso diferencial por los herbívoros.

CUADRO 2. Comparación de los niveles de utilización (con su desviación estandar) en el campo con lo encontrado en la dieta del venado y el ganado, en la Reserva La Michilía, Durango (tomado de Gallina y Morales 1985).

J U N I O 1 9 8 0					
	COSECHA EN PIE	UTILIZACION	UTILIZACION	DIETA	
	BRUTA (kg/ha)	(kg/ha)	(%)	VENADO	GANADO
PASTOS	192 ± 96	100 ± 95	51.96	1.29	72.66
HIERBAS	31 ± 35	10 ± 15	33.73	1.74	0.72

O C T U B R E 1 9 8 0					
PASTOS	124 ± 39	0.26 ± 0.51	0.21	2.15	65.57
HIERBAS	454 ± 365	27 ± 39	5.63	19.59	27.03

CUADRO 3. Utilización del estrato herbáceo por venado y ganado, considerando las épocas extremas (en kg/ha), en las áreas de uso exclusivo (venados en el bosque y ganado en el pastizal).

	EPOCA HUMEDA			EPOCA SECA		
	BOSQUE	PASTIZAL	TOTAL PROM	BOSQUE	PASTIZAL	TOTAL PROM
PASTOS	4.69±1.37	47.4±9.28	26.05	2.37±0.75	18.67±2.71	10.52
HIERBAS	5.51±0.83	3.21±2.5	4.36	0.26±0.15	0.20±0.19	0.23

CUADRO 4. Comparación de la utilización de la biomasa disponible en los distintos periodos y en las diferentes áreas (bosque y pastizal).

EPOCA DE LLUVIAS					
GRAMINEAS	N: 30		R MULTIPLE: .838	R ² MULTIPLE: .702	
FUENTE	SS	DF	MS	F	P
año	3258.99	2	1629.49	4.464	.022
área	13683.22	1	13683.22	37.486	.000
año*área	3672.71	2	1836.36	5.031	.015
error	8760.50	24	365.02		
HIERBAS	N: 30		R MULTIPLE: .522	R ² MULTIPLE: .272	
año	127.45	2	63.73	1.383	.270
área	35.23	1	35.23	.765	.390
año*área	250.30	2	125.15	2.717	.086
error	1105.50	24	46.06		
EPOCA SECA					
GRAMINEAS	N: 20		R MULTIPLE: .856	R ² MULTIPLE: .734	
año	22.01	1	22.01	.716	.410
área	1329.75	1	1329.754	43.289	.000
año*área	1.52	1	1.52	.05	.827
error	491.484	16	30.718		
HIERBAS	N: 20		R MULTIPLE: .411	R ² MULTIPLE: .169	
año	0.97	1	0.97	3.136	.096
área	0.02	1	0.02	.075	.788
año*área	0.01	1	0.01	.037	.849
error	4.94	16	0.31		

CUADRO 5. Comparación del área de uso compartido por los dos rumiantes (venado y ganado), con las de uso exclusivo por alguno de ellos (el venado cola blanca en el bosque y el ganado vacuno en el pastizal), refiriéndose a la utilización encontrada en el campo (kg/ha).

	EPOCA HUMEDA			EPOCA SECA		
	COMPARTIDO	EXCLUSIVO		COMPARTIDO	EXCLUSIVO	
		BOSQUE	PASTIZAL		BOSQUE	PASTIZAL
PASTOS	7.51	4.69	47.40	70.25	2.37	18.67
HIERBAS	17.36	5.51	3.21	6.08	0.26	0.20
ARBUSTOS	0.75	0.10	-	5.37	0.40	-

CUADRO 6. Capacidad de carga del habitat tomando en consideración el uso compartido por los dos rumiantes y el uso exclusivo por alguno de ellos, expresado en individuos/ha.

	USO COMPARTIDO		USO EXCLUSIVO	
	VENADO	GANADO	VENADO	GANADO

BOSQUE				
(1978-1980)	0.20	0.08		

BOSQUE				
(1984-1986)	0.22	0.16	0.41	-
PASTIZAL				
(1984-1986)	0.0025	0.22	-	0.22
BOSQUE+PASTIZAL				
(1984-1986)	0.11	0.20		

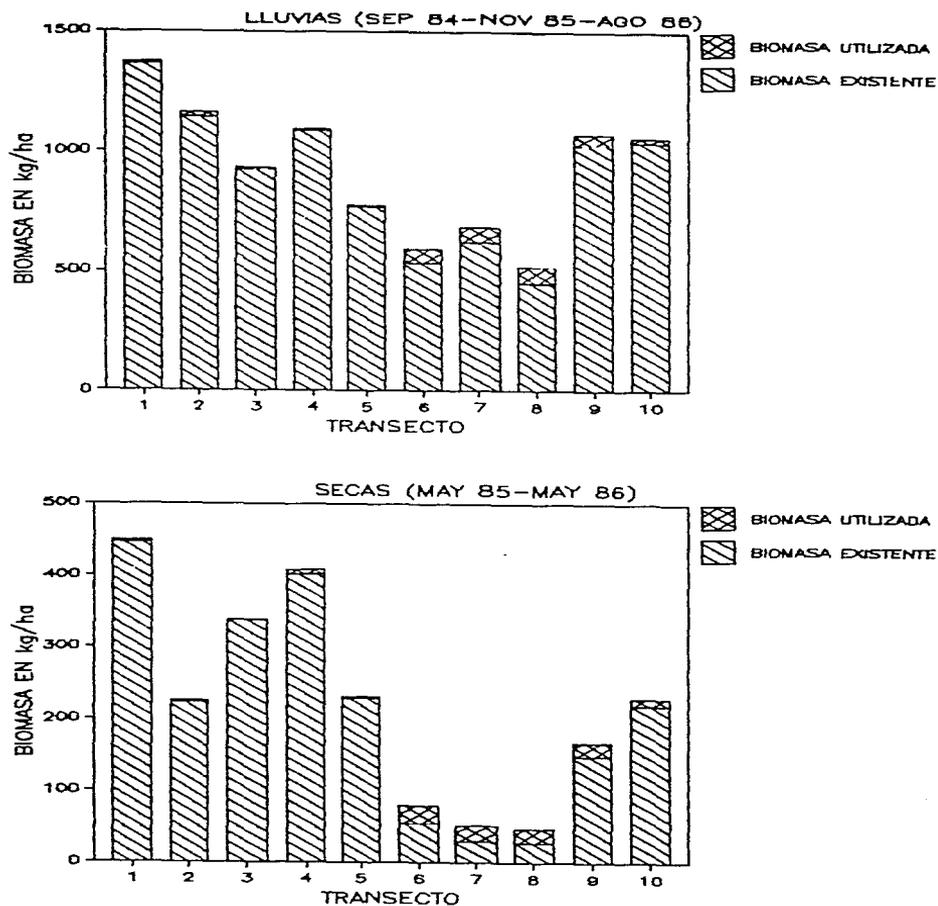


Fig. 1 - Niveles de utilización (cantidad de biomasa consumida por los herbívoros) en la época de lluvias y en secas. Los transectos 1-5 son utilizados por el venado cola blanca y los transectos 6-10 por el ganado vacuno.

CAPITULO IV
DINAMICA DE LA POBLACION DE VENADOS

INTRODUCCION

El análisis de una población debe incluir los atributos numéricos de la población: número o densidad, proporción de edades y sexos, tasa de crecimiento, tasas de supervivencia, etc., que junto con las propiedades de los animales y del ambiente, determinarán estos valores (Caughley 1977). La dinámica poblacional incluye todos los elementos de cambio por los cuales existe una población particular (Hayne 1984).

Se han realizado numerosos estudios sobre poblaciones de venados, pero prácticamente se concentran en los EEUU, siendo escasos los que se han llevado a cabo en nuestro país. Sobre estructura de la población de venados están los de Dasmann y Taber (1956), Hayne (1984), Richter y Labisky (1985), Taber (1956), Taber y Dasmann (1957), trabajos más completos sobre ecología y manejo de venados los han publicado Halls (1984), Taylor (1956), Teer (1984), Teer et al. (1965), Wallmo (1981), sobre factores de mortalidad están los de Nelson y Mech (1986), Smith y Lecount (1979), para citar sólo algunos cuantos de lo que se ha publicado sobre este tema. En México, cada vez se están realizando más trabajos sobre venados: Clemente (1984), Ffolliott y Gallina (1981), Gallina et al. (1978), García Sierra (1985), Mandujano y Hernández (1987), Morales (1985), Romo de la Rosa (1987), Villarreal (1986), entre otros.

Para fines de manejo debe conocerse el número de individuos que forman la población, que puede ser obtenido a través de censos periódicos. Para estimar el tamaño de las poblaciones animales se han desarrollado muchos métodos, desde los conteos directos hasta los métodos indirectos (Caughley 1977). En La Michilia, dadas las condiciones del habitat y de la población se decidió utilizar censos basados en el conteo de grupos de excrementos (Ezcurra y Gallina 1981). La densidad obtenida por métodos indirectos es útil para llevar a cabo comparaciones, ya sea con otras poblaciones o dentro de una población para comparar entre años, es decir, permiten conocer las tendencias en las poblaciones silvestres, sobre todo en áreas grandes, y/o en periodos largos de tiempo (Bailey 1984). Los índices que se basan en signos animales tienen las siguientes ventajas: su precisión es menos dependiente del observador, su medida es más fácil de estandarizar entre observadores, es menos afectado por condiciones ambientales de visibilidad y no tiene influencia sobre la población que se estudia (Caughley 1977).

La clasificación por sexos y clases de edad es una información valiosa para fines de manejo. La proporción de sexos indica si el número de hembras y machos en la población está balanceado, para asegurar el éxito reproductivo. La distribución de edades en una población permite conocer las tasas de supervivencia relativa, así como la fecundidad y la tasa de crecimiento de la población, lo cual revela el estado de la misma, si decrece, se incrementa o permanece estable. Una tasa

cruda de reproducción puede ser obtenida de la proporción de crías/hembras producidas por las hembras de una población y puede ser usada para comparar las diferencias en la producción. Esta información aunada a los datos de censos permite determinar cuotas de caza, épocas de veda, etc.

En este capítulo se analizan los cambios anuales en el tamaño de la población, las causas de las fluctuaciones, la estructura de la población (clases de edad y proporción de sexos) así como las tasas de supervivencia y fecundidad, para conocer el estado en el que se encuentra la población de venados en la Reserva La Michilía.

Todo ello fue tomado en consideración para desarrollar un modelo predictivo que pueda ser empleado con fines de manejo, así como para definir cuotas de cosecha, es decir, que porcentaje de la población puede sustraerse por época de cacería, sin detrimento de la misma.

Los modelos de simulación con ayuda de microcomputadoras, como lo señaló Hayne (1984) sirven para contestarse preguntas acerca de ciertos procesos y valores supuestos, y permiten manejar gran cantidad de aritmética y hacer rutinas repetitivas para explorar las consecuencias de cambiar condiciones. Estos modelos ayudan a desarrollar nuevas perspectivas.

METODOLOGIA

En los sitios donde previamente se había encontrado que el venado cola blanca pasaba la mayor parte de su tiempo (Gallina et

al. 1978), se fijaron 16 transectos con 40 áreas circulares de 9.29 m² separadas 10 m, con el fin de coleccionar los grupos fecales (censos indirectos). El número de áreas de muestreo (640) se determinó con base a un premuestreo, que se llevó a cabo con 27 transectos al azar, para estimar la densidad media de grupos fecales y su desviación, con un error del 10% de la media (Ezcurra y Gallina 1981). El tamaño del área circular se escogió en base al trabajo de Smith (1968), al disminuir considerablemente el error de muestreo con muchas áreas pequeñas.

Desde 1976 hasta 1986 se hicieron los censos anuales de la población de venados, durante el mes de mayo (finales de la época seca) porque existe un mayor registro debido a que no hay pérdidas de grupos fecales por la acción de las lluvias o los insectos. Siempre se realizaron en las mismas fechas para eliminar algunas fuentes de variación. Estos censos permitieron monitorear las tendencias de la población en 10 años de estudio.

La densidad D se obtuvo en base a la fórmula de Eberhardt y Van Etten (1956):

$$D \text{ (ven/ha)} = \frac{1076.39 \times \text{media de los grupos fecales}}{\text{días de depósito} \times \text{tasa de defecación}}$$

Los días de depósito que tienen los excrementos que se coleccionan (frescos y visibles) fueron considerados a partir de la caída de las hojas de los encinos y aproximadamente se calculó en 120 días, y la tasa de defecación, es decir, el número de grupos de excrementos depositados por animal en un día, se tomó con base en la literatura (Eberhardt y Van Etten 1956, Neff 1968, Wallmo 1981), utilizando el valor de 12.7 grupos fecales/individuo/día.

El valor de 1076.39 es el número de áreas de 9.29 m² por hectárea. Para calcular el tamaño de la población de venados cola blanca en La Michilía, se multiplicaron los valores de densidad obtenidos con la fórmula, por el área considerada como habitat adecuado para el venado en la zona núcleo y parte del área de amortiguación, obtenido por fotointerpretación, y con base al conocimiento de las características que presentan los bosques estudiados. El área considerada abarca 1877.5 ha.

Los límites de confianza fueron obtenidos tomando en consideración que la distribución de los grupos fecales sigue una distribución de densidades probabilísticas de tipo binomial negativo (Ezcurra y Gallina 1981).

Los grupos fecales se colectaron en bolsas de papel, con los datos respectivos (número de círculo, transecto, fecha y sitio), para posteriormente secarlos en estufa a 100°C por 3 días. A los pellets de los distintos grupos fecales se les midió con vernier el largo y el ancho (considerandolo como un cilindro), para poder separar las clases de edad (crías, jóvenes y adultos) en base al volumen de los mismos.

Ya anteriormente Ezcurra y Gallina (1981) encontraron una relación entre el tamaño del pellet y la edad del venado. Encontraron primero una fuerte correlación Log-Log entre el tamaño del pellet y la edad en una manada de 40 individuos cautivos en el zoológico, incrementandose la dispersión (o variabilidad) con la edad, por lo que en principio solo fue posible distinguir tres grupos de edad: crías, jóvenes y adultos,

debido a que no se puede estimar la edad entre los adultos sin estar sujetos a mucho error. También Ezcurra y Gallina (1981) estudiaron un pequeño grupo de 16 venados localizados en 40 ha cercadas en la Reserva La Michilía, encontrando una relación similar. Por lo tanto, se espera que los datos del volumen del pellet sigan una distribución trimodal para una población de venados, y el tamaño de cada moda indica la abundancia de una clase de edad particular.

Para separar las clases de edad, estos autores usaron un método gráfico en el que se buscan los puntos de inflexión de los datos graficados en papel probabilístico (Harding 1949). Existe un buen ajuste a los datos originales que los generaron; no hay diferencias significativas entre el número de individuos calculados para cada clase de edad y el número real de la población. Estos resultados validan el uso de este método gráfico, aunque el inconveniente es la subjetividad en la detección del punto de inflexión.

Para evitar esta subjetividad, se utilizó un algoritmo que sirve para separar mezclas de distribuciones (Equihua 1988), ya que en muchas ocasiones sólo se tiene información de la población mezclada, resultado de la superposición de distribuciones sencillas, deseando estimar los elementos que definen la distribución: las proporciones de la mezcla y los parámetros de las distribuciones individuales (media y desviación estandar). El algoritmo es una modificación del método de máxima verosimilitud de Agha e Ibrahim (1984).

La idea en que se basa el método de máxima verosimilitud parte del siguiente planteamiento. Cuando se conoce el modelo probabilístico y los parámetros que describen un proceso aleatorio determinado, se tiene un medio para calcular la probabilidad de cualquier serie de observaciones de una muestra. En la práctica, sin embargo, lo usual es que se tiene la muestra y es necesario postular un proceso aleatorio adecuado del que se desconocen los parámetros específicos, que con base en él, pudieron generar una muestra como la observada. Así, se torna necesario estimar los parámetros del modelo que pudo generar los valores observados. La forma de abordar esto, de acuerdo con el método de máxima verosimilitud, es invertir conceptualmente la idea original, tomar a la variable aleatoria como fija y a los parámetros como variables. El siguiente paso es valorar la probabilidad de que una muestra como la observada haya sido generada por el modelo con ciertos parámetros. El algoritmo busca en forma iterativa los valores de los parámetros que optimizan la función de verosimilitud para la mezcla propuesta, de acuerdo con el esquema propuesto por Hasselblad (1969), en caso de mezclas normales se obtienen las proporciones, las medias y las desviaciones estandar.

Con base en la función de verosimilitud el programa calcula el estadístico "G", que permite valorar la bondad de ajuste de la función estimada, con los grados de libertad respectivos y el valor de probabilidad según la distribución de X^2 .

De esta manera, mediante el volumen del pellet se obtuvieron las proporciones de las clases de edad (crías, jóvenes y adultos) de cada censo.

En base a las proporciones de las clases de edad, aplicadas a la densidad poblacional obtenida en cada año, se determinó el número de individuos en cada categoría, y con las fórmulas siguientes se determinó la tasa de supervivencia de las distintas clases de edad:

$$\text{CRIAS-JOVENES} \quad S_{c,j} = \frac{N_j(t+1)}{N_c(t)}$$

$$\text{JOVENES-ADULTOS} \quad S_{j,a} = S_{a,a} = \frac{N_a(t+1)}{[N_a(t) + N_j(t)]}$$

También se obtuvieron las tasas de fecundidad

$$\text{ADULTOS} \quad F_a = \frac{N_c(t+1)}{N_a(t) + [N_j(t)/2]}$$

$$\text{JOVENES} \quad F_j = F_a/2$$

donde $S_{c,j}$ = supervivencia de crías a jóvenes

$S_{j,a}$ = supervivencia de jóvenes a adultos

$S_{a,a}$ = supervivencia de adultos a adultos

$N_c(t)$ = No. de crías en el tiempo t

$N_c(t+1)$ = No. de crías en el tiempo $t+1$

$N_j(t)$ = No. de jóvenes en el tiempo t

$N_a(t)$ = No. de adultos en el tiempo t

F_a = Fecundidad de hembras adultas

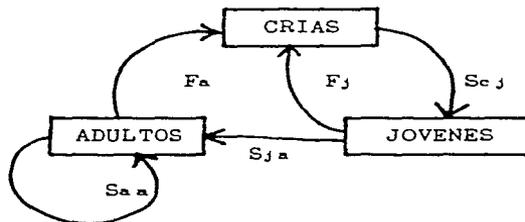
F_j = Fecundidad de hembras jóvenes

En este caso, se hacen los siguientes supuestos: $S_{j,a} = S_{a,a}$,
y $F_j = F_a/2$, por no tener información demográfica al respecto y

sustentados en otros trabajos de dinámica poblacional de venados (Davis 1967, Nelson y Mech 1986, Teer et al. 1965, Walters y Brandy 1972).

Entonces, se elaboró un modelo de la población de venados (desarrollado en colaboración con E. Ezcurra, ver anexo) que nos permitiera evaluar estrategias de manejo con base en la matriz de proyección definida con los resultados de los 10 años de censos.

El modelo se basa en el diagrama de Markov que se presenta a continuación:



Los modelos de Markov son un tipo de modelo estocástico que tiene una fuerte afinidad con los modelos matriciales. El formato básico es el de una matriz con entradas que expresan las probabilidades de transición de un espacio a otro, a intervalos específicos (Jeffers 1972). Un modelo de Markov de primer orden es aquel en el cual el futuro desarrollo de un sistema está determinado por el estado presente del sistema y es independiente del modo en el que ese estado se ha desarrollado. En otros términos, en un proceso de Markov la condición actual del sistema

ecológico contiene toda la información necesaria para conocer su desarrollo futuro (Legendre y Legendre 1979).

Para construir modelos de Markov se necesita la siguiente información:

1) Alguna clasificación que separe estados sucesionales en categorías definidas (en este caso los tres estados son: crías, juvenes y adultos).

2) Datos para determinar las probabilidades de transferencia o tasas a las cuales los estados cambian de una categoría a otra a través del tiempo.

3) Datos describiendo las condiciones iniciales en algún tiempo particular.

Las ventajas de los modelos de Markov según Jeffers (1972) es que son relativamente fáciles para derivar datos sucesionales, no requieren una visión profunda en mecanismos de cambios dinámicos y pueden ayudar a señalar áreas que podrían ser de valor, y por lo tanto actúa como guía y estímulo para futuras investigaciones. La matriz de transición básica reúne los parámetros esenciales de los cambios dinámicos en un sistema de una manera que pocos modelos hacen. Sin embargo, tienen algunas desventajas como es la pérdida de dependencia de los mecanismos funcionales, el grado de dificultad en el análisis se complica desproporcionadamente al salirse de las cadenas de primer orden de Markov, en algunos casos los datos disponibles son insuficientes para estimar las probabilidades confiables o tasas de transferencia, especialmente en transiciones raras, y como en

otros modelos, la validación depende de las predicciones del comportamiento del sistema, el cuál puede ser difícil para procesos que cubren períodos de tiempo relativamente largos (Jeffers 1972).

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Densidad.

El promedio de la densidad encontrado en los 10 años de censos es de $0.21 \pm .027$ venados/ha (396 ± 50 venados), con variaciones que van de 0.03 venados/ha en 1981 hasta 0.46 venados/ha en 1986. Estos valores fueron obtenidos en las áreas preferidas por el venado, que son las de alta densidad (Cuadro 1). En otras poblaciones de O. virginianus couesi, localizadas en las montañas Chiricahua, en Arizona, mediante el conteo de excrementos estimaron una densidad de .39 venados/ha durante la concentración estacional en 1959, disminuyendo en 1963 a .05 ven/ha, con una densidad no mayor de .15 individuos/ha en las áreas de alta concentración (Day y Gallizioli 1967 cit. por Neff et al. 1979). Dusek et al. (1989) en Lower Yellowstone River encontró densidades que variaron de .27 venados/ha en 1981 a .36 venados/ha en 1985 de O. v. dacotensis, mientras que en Wisconsin Larson et al. (1978) registraron una densidad de .30 a .40 ven/ha. En Texas, Teer (1984) encuentra densidades de O. v. texanus que van de .17 a .38 ven/ha de 1954 a 1961, en áreas muy pobladas, mientras que fuera de éstas varió de .10 a .23 ven/ha.

Estos datos nos permiten decir que en La Michilía, la población de venados tiene una densidad regular, en las áreas de mayor concentración, como es la zona núcleo (Cerro Blanco).

La densidad de los venados en La Michilía, varía año con año (Fig 1), presentando aparentemente un ciclo de 8 años relacionado con la precipitación del año anterior, correspondiendo densidades bajas (54 ± 11 venados) a los años secos (80-81) y altas cuando hay mayor precipitación anual (en 1986 se estimó una densidad de 856 ± 89). Los intervalos de confianza varían entre 9 y 20% del valor de la densidad obtenida, siendo mayores en las densidades bajas.

Este ciclo no puede ser explicado en base a la mortalidad natural (por enfermedad y depredación) y por la tasa reproductiva de la especie, debido a que no es posible tener incrementos poblacionales de un año a otro de la magnitud que se están encontrando de acuerdo a los censos, dadas las características de la especie (generalmente las hembras jóvenes tienen una cría y las hembras adultas, dos crías). Parece que influyen otros factores que se discuten posteriormente como son: los desplazamientos y la cacería furtiva. Estos factores aparecen con la validación del modelo.

En el trabajo previo de Ezcurra y Gallina (1981) sólo se habían analizado 4 años de censos (76-79), y se discutía que la población estaba decreciendo como posible efecto de un incremento en la cacería furtiva, aunque no se descartaba la posibilidad de que fuera la fase de un ciclo poblacional, pero no se había

pensado en el efecto de los desplazamientos provocados por cambios ambientales, como la cantidad de precipitación, como surge en este trabajo cuando se analizan 10 años de datos de la población. Claro está que la cantidad de precipitación determinará la cantidad de alimento disponible, así como la duración de los sitios con agua libre, indispensable para la supervivencia del venado.

La correlación entre la precipitación del año anterior y la densidad de venados en La Michilía es alta, siendo $r = 0.73$, encontrándose la siguiente función que relaciona estos dos parámetros: $Y = -142.58 + 0.7314 X$ (Fig. 2). Una relación semejante fue encontrada por Teer (1984) en Llano Basin y Edward Plateau, en Texas, señalando que la precipitación es el factor principal en regular la capacidad de carga, y la densidad poblacional de venados cola blanca fluctúa según la capacidad de carga, en respuesta a la interacción de las poblaciones con su suplemento alimenticio.

Las densidades de la población de venado cola blanca en Llano Basin, estuvieron relacionadas precisamente con la precipitación media anual del año anterior. Esta relación fue mayor durante los años de severa sequía, disminuyéndose cuando la precipitación alcanza un determinado nivel promedio o rebasa esa cantidad promedio. Las densidades de la población fueron reducidas drásticamente durante la sequía. Después de finalizar la sequía la población empezó a incrementarse.

Según Teer (1984), un retraso en la respuesta de la vegetación y una recuperación por los cambios en la precipitación, parecen ser una razón principal para el retraso en la fluctuación del número de venados. Thomas y Young (1954) encuentran una alta correlación ($r = 0.637$) entre la precipitación del año anterior y la densidad de varias especies de plantas importantes en Edward Plateau.

4.2. Estructura de la Población.

En cuanto a la proporción de sexos, en crías y jóvenes se consideró de 1:1, ya que esta relación ha sido encontrada en las poblaciones de venados estudiadas por muy diversos autores. En adultos la proporción encontrada por Ezcurra y Gallina (1981) fue de 2 hembras:1 macho, basado en observaciones directas de individuos. Esto indica que el estado de la población es buena y que la presión de cacería no es sólo hacia machos.

Para la estructura por edades, se tomaron las medidas de largo y ancho del pellet de cada grupo y las clases de edad se separaron en base al volumen de los pellets. Debido a la uniformidad de los pellets dentro de un grupo de excrementos pertenecientes a un individuo, se puede tomar la medida de uno como representativa del grupo. Para comprobar esto se midieron 5 pellets de cada grupo colectado en los censos de 5 años (en total 1256 grupos) obteniendo el coeficiente de variación (CV) encontrando como resultado lo siguiente: CV de la longitud del pellet = 5.3 % CV del ancho del pellet = 3.5 % y CV del volumen

del pellet = 10.3 % lo cual nos indica que es mínima la variación en las medidas de los pellets de un grupo de excrementos que pertenecen a un individuo, pudiendo entonces ser confiable la medida de uno sólo de éstos.

Para utilizar el algoritmo que separa mezclas de distribuciones mediante estimaciones de máxima verosimilitud, se incluyeron los datos de frecuencia del volumen de 1594 excretas, de 7 años de censos (77-83, Fig. 3), con el objeto de tener una muestra más representativa. De esta manera se obtuvieron las proporciones de las tres clases de edad, sus medias y desviaciones, el valor del estadístico G, así como los límites de clasificación (Cuadro 2).

Con la estimación de máxima verosimilitud hecha con base en el análisis de la muestra global se obtuvieron las proporciones de las clases de edad en cada año y con éstas, el número de venados de cada categoría (Fig. 4), que permitieron sacar las tasas de supervivencia de las distintas clases de edad con las fórmulas propuestas (Cuadro 3).

4.3. Tasas de Supervivencia y Fecundidad.

Las tasas de supervivencia y fecundidad para la matriz de proyección se obtuvieron por dos métodos diferentes (Cuadro 4): por los promedios de los valores sacados con las fórmulas descritas y por regresión al origen (Lefkovitch 1965). Por el método de promedios se descartó el valor de 81-82 por considerarlo como un valor fuera de rango, y este promedio

obtenido de cada clase fue el que se empleó para correr el modelo, debido a que las tasas de supervivencia obtenidas por regresión al origen resultaron muy bajas para considerarse como representativas de una población de venados (ya que con estos valores se desaparecería la población en poco tiempo). En cambio, las tasas promedio se acercan más a valores que presentan otras poblaciones de venados estudiadas en otros lugares.

Las tasas de supervivencia encontradas para esta población indican que no existe una alta presión de depredación sobre las crías, ya que el valor es alto (.87), en cambio la mayor mortalidad se da en los machos (tasa de supervivencia igual a 0.30), posiblemente por depredación en jóvenes y cacería furtiva en jóvenes y adultos.

La matriz de proyección, en la que se consideran las tasas de reproducción (de hembras jóvenes igual a 0.5 y de hembras adultas 1.0) y las tasas de supervivencia de las tres categorías (crías, jóvenes y adultos), para cada sexo utilizada en el modelo fue la siguiente:

HEMBRAS	MACHOS
$\begin{bmatrix} - & 0.5 & 1.0 \\ 0.87 & - & - \\ - & 0.50 & 0.50 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} - & - & - \\ 0.87 & - & - \\ - & 0.30 & 0.30 \end{bmatrix}$

Estas tasas de supervivencia promedio, fueron comparadas con las tasas encontradas por otros autores en distintas poblaciones de venados para saber si existían diferencias significativas

mediante un ANOVA. Con los datos de Nelson y Mech (1986) no hubo diferencias significativas ($F = .45$, $P = .51$), así como con los de Taber y Dasmann (1957; $F = 3.99$, $P > .05$), mientras que con los datos que publican Davis (1967), Teer et al. (1965) y Walters y Brandy (1972) sí hubo diferencias significativas ($P < .01$). Los valores obtenidos en este trabajo no se alejan de los que han sido registrados por otros autores.

Las proporciones entre crías y hembras reflejan las tasas de fecundidad. En este caso se promediaron las proporciones de todos los censos, encontrando que la proporción de crías hembras:hembras jóvenes es igual a 0.5 mientras que la proporción de crías:hembras adultas es igual a 1.0 (descartando dos valores fuera de rango). Por otro lado, también se obtuvo la fecundidad de hembras adultas mediante el promedio de los valores obtenidos en cada año siendo la $F_a = 1.27$ y la de hembras jóvenes $F_j = .64$. Por medio de la regresión al origen se obtuvieron los siguientes valores: $F_a = 1.018$ y $F_j = 0.509$. De los tres métodos utilizados se tienen resultados similares. Las tasas de fecundidad encontradas en otros estudios son semejantes, Julander et al (1961) al comparar la productividad de dos poblaciones de venado bura registró un promedio de 1.19 embriones por hembra en habitat pobre y 1.85 en habitat bueno; Davis (1967) encuentra 0.5 crías por hembra joven y 1.8 por hembra adulta; Walters y Brandy (1972) dan una productividad máxima de 1.0 para hembras de 1-2 años y un promedio de 1.7 para las hembras adultas.

De acuerdo a los valores en las tasas de fecundidad de la

población de venados en La Michilia se puede inferir que el habitat en el que se desarrollan es adecuado para la especie, lo que le permite mantener tasas reproductivas dentro de los niveles registrados en otras poblaciones.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

4.4. Modelo para Evaluar Estrategias de Manejo en la Población de Venado Cola Blanca.

El modelo predictivo que se muestra en el anexo, toma en consideración distintos aspectos que influyen en una población de venados. En este modelo se incluye la capacidad de carga (en este caso se tomó el valor de 1000 individuos, que sería aproximadamente la capacidad de carga obtenida para La Michilia), ya que al incrementarse la densidad hasta el valor K, la población sufrirá los efectos negativos de una alta densidad sobre la tasa reproductiva, y por lo tanto empieza a descender y fluctuar cerca de los valores de K. Esto ha sido reportado por Wolf y Harder en 1979 (citados por Richter y Labisky 1985), los que señalaron que la productividad en una población de venados puede decrecer por un incremento en la densidad, sugiriendo que puede ser denso-dependiente así como nutricionalmente dependiente. Teer et al. (1965) encontraron una correlación altamente significativa entre ovulación y densidad de venados ($r = -0.83$, $P = 0.01$) y la explicaron de la siguiente manera. La ovulación decrece al aumentar la densidad posiblemente por dos hipótesis: 1) la densidad de venados alcanza un nivel de agregación tal, que la competencia por requerimientos causa un

"estrés social" fisiológico y tal vez psicológico, que evita una óptima reproducción. Pero en los cientos de venados que observaron en muchos ranchos con diferentes densidades poblacionales, nunca se notó ningún comportamiento aberrante ni irritabilidad en grupos pequeños o grandes, al contrario, en donde la densidad era alta se veían grandes agregaciones de venados, por lo tanto descartan esta hipótesis como causa de una disminución en la reproducción. La segunda hipótesis señala que las densidades de venado se incrementan hasta un nivel en el que el suplemento alimenticio es inadecuado para cubrir la demanda o requerimientos nutricionales para tasas reproductivas altas. Esta última hipótesis es la más acertada. Diversos investigadores han registrado diferencias regionales en la productividad y una relación inversa entre la reproducción y el alimento disponible.

Julander et al. (1961) compararon la productividad de dos poblaciones de venado bura, una en un habitat bueno de verano y otra en un habitat severamente deteriorado. Encontraron que el promedio de embriones por hembra fue de 1.85 en el primero y 1.19 en el segundo, lo que indicó que existe una disminución en la productividad como reflejo de un habitat deteriorado.

El modelo también toma en cuenta la capacidad de cubrimiento de los machos (apareamiento de un macho con un número determinado de hembras que pueden fecundar), entonces valores superiores a una relación macho:hembra de 1:7 produciría un efecto de decaimiento reproductivo. Todas estas consideraciones fueron tomadas en cuenta para que el modelo nos pudiera servir para el

manejo de la población de venados en la Reserva de la Biosfera La Michilía.

4.5. Verificación y Validación del Modelo.

Como lo afirman Gaudette y Stauffer (1988) la verificación de un modelo es un proceso para determinar si el modelo produce resultados aceptables y consistentes. La R^2 de los modelos de regresión indican un buen ajuste del modelo a los datos usados para desarrollarlo. Estos modelos necesitan ser validados con datos de otras áreas. El probar de esta manera los modelos, ayudará a determinar el rango de aplicabilidad.

Para verificar el modelo, se compararon los valores observados durante los 10 años de censos, con los valores esperados, obtenidos corriendo el modelo con las matrices de proyección, donde las tasas de supervivencia utilizadas son el promedio de las obtenidas en cada censo.

La R^2 del modelo de regresión (Observados = constante + Esperados) mide directamente la predictibilidad del modelo, siendo muy baja en nuestro caso: $R^2 = .001$, lo que indica una baja predictibilidad para la población de venados en La Michilía, dada por las fluctuaciones que presenta anualmente la población.

Al graficar los datos observados contra los esperados (Figs. 5) encontramos que en los años 78-81 (que coinciden con una menor precipitación) los datos esperados fueron superiores, lo que indica una posible emigración (desplazamiento de los sitios de muestreo) de los individuos, mientras que en los años 82-86

ocurre lo contrario, una posible inmigración de los individuos a las áreas de estudio, coincidiendo con una mayor precipitación. Lo que se deduce de estos resultados es que los venados posiblemente descienden de las mesetas elevadas a sitios donde encuentran agua disponible en años secos, como las ciénagas y que permanezcan cerca de esos sitios sin tener grandes desplazamientos, y tal vez también ocurra la dependencia con el alimento, buscando cantidad y calidad. Para comprobar esto se graficó en la Fig. 6 el número de grupos de excremento encontrados en los diferentes transectos, promediando los años de baja precipitación (1978-1981) y los de alta precipitación (1982-1986), notándose que los transectos localizados en las mesetas del Cerro Blanco (2,3,4,5,6 y 9) son los que presentaron una mayor diferencia, y en esos sitios posiblemente es donde ocurre el mayor número de desplazamientos cuando las condiciones son adversas.

Hay que tomar en consideración que los censos se realizaron siempre a finales de la época seca, lo que está reflejando el estado de la población cuando la situación es más crítica. Tal vez esté pasando algo semejante a lo que Bowyer (1986) encontró en el venado bura. La disponibilidad de agua libre durante el verano fue un factor que regulaba la distribución del bura (O. hemionus fuliginatus), y áreas alejadas más de 1 km de los sitios de agua libre recibían un uso limitado por el venado. También Rautenstrauch y Krausman (1989) señalan la influencia de agua disponible en los movimientos del bura.

Si lo analizamos por clases, vemos que las crías y jóvenes siguen un patrón semejante pudiendo ser más susceptibles a cambios ambientales que los adultos, y desplazándose cuando las condiciones no son adecuadas (Fig. 4). En cuanto a los adultos, éstos presentan en más años emigración, lo que indica que se desplazan más y por ello son más sensibles a la mortalidad tanto por depredadores como por cacería furtiva, como se aprecia en los datos de supervivencia para las distintas categorías de edad. Además, lo que aparece en todas las gráficas, es que 1986 fue un año muy especial con una inmigración notoria al área de muestreo. De hecho, ese año se colectó el mayor número de grupos fecales, estimándose una densidad de 0.46 venados/ha. Tal vez, también sea reflejo de una disminución en la cacería furtiva en los últimos años, debido a una presencia constante de personal en la Reserva, tanto de investigadores (desde 1985 hubo un biólogo residente en la Estación de la Reserva), como de vigilancia en la zona núcleo.

Lo que surge de estos modelos, es que las tasas de supervivencia son muy variables año con año, encontrando un error que varía según la clase de edad (ver Cuadro 3), siendo el menor error en crías (69 %) y el mayor en hembras adultas (145 %). Este error fue obtenido quitando los valores de 1982 por considerarlos exagerados para la especie. ya que están influyendo en estos resultados otros factores como son los desplazamientos, y puede estar reflejando una mayor presión de cacería en adultos.

Es precisamente esta variabilidad la que no estaba contemplada en la elaboración del modelo predictivo, por lo cual,

aunque pueda ser utilizado para predecir los cambios en poblaciones "cerradas", no puede ser aplicado rigurosamente cuando está interviniendo el factor de desplazamientos, como ocurre en la población de venados de La Michilía, a menos que se conozcan estos desplazamientos y se integre este factor en el modelo. Será necesario llegar a determinar la magnitud de los desplazamientos que realizan los venados cuando ocurren situaciones ambientales desfavorables o favorables, para poder mejorar el modelo en este sentido.

En términos generales, podemos decir que el modelo puede ser utilizado para evaluar estrategias de manejo si se toma en cuenta que los valores esperados subestiman la población total en los años húmedos (con mayor precipitación) y los sobreestima en los años secos. Claro que este modelo preliminar está sujeto a modificaciones y mejoras para ajustarlo a las condiciones de la población de venados de La Michilía, pero se necesita contar con más información acerca de los cambios o fluctuaciones, así como los desplazamientos que presentan tanto los individuos como la población de acuerdo a cambios estacionales.

4.6. Tasa de Crecimiento y Cosecha Sostenida.

Para poder establecer cuotas de caza que no afecten la población, se necesita conocer la tasa de crecimiento de la población de venados, y de allí se deriva la cosecha que puede ser sostenida. Esta tasa de crecimiento puede ser obtenida de distintas formas: una por los promedios de los valores al aplicar

la ecuación $\log_e N_t / \log_e N_0 = rt$ y por la regresión al origen (Caughley 1977).

La tasa de crecimiento promedio es igual a $r = 0.1151$, mientras que el valor obtenido por la regresión al origen (donde el valor es el de la pendiente de la recta) es igual a $r = 0.1036$ (Cuadro 5). Para conocer la cosecha sostenida (h) se tomó en cuenta que en el caso del venado se restringe la cacería legal a una época del año, dadas las características reproductivas de la especie (sólo una vez al año tienen crías). Por este motivo se utilizó la ecuación $h = 1 - e^{-H}$ donde $H = r$ siendo H la tasa instantánea de cosecha (Caughley 1977). Entonces, la tasa a la cual puede ser cosechada la población de La Michilía se encuentra entre el 10 y 11 % de la población total estimada antes de la época de caza.

CONCLUSIONES

La población de venados en La Michilía depende en gran medida de la cantidad de precipitación del año anterior, ya que determina las fluctuaciones encontradas en los censos, al influir en los desplazamientos que se vean "obligados" a tener los individuos para permanecer cerca de sitios con agua disponible todo el año, y con alimento bueno en cantidad y calidad. Las mayores fluctuaciones se registraron en las mesas elevadas del área núcleo de la Reserva (Cerro Blanco), donde los venados pasan más tiempo cuando las condiciones son favorables y tienden a descender cuando son desfavorables.

Esta relación se encontró al correr el modelo propuesto con los datos de supervivencia y fecundidad obtenidos de los censos. Aunque el modelo propuesto tuvo una baja predictibilidad para la población de venados de La Michilía, debido a las fluctuaciones encontradas, sirvió para dilucidar el porqué de las mismas y para desarrollar nuevas hipótesis de trabajo en relación a los movimientos de los venados.

Las tasas de supervivencia de las distintas categorías muestran que la depredación sobre crías no es un factor determinante, en cambio la depredación puede estar incidiendo sobre los machos, sobre todo los jóvenes. Cabe recordar que en La Michilía aún existen pumas cuya principal presa son los venados. Además, la cacería furtiva puede ser otro factor que afecta a la clase de los adultos, y tal parece que en los últimos años se ha visto disminuída, permitiendo un crecimiento de la población, aunque este hecho es difícil de comprobar. En cuanto a las tasas de fecundidad, se puede decir que son representativas de una población que se desarrolla en un habitat adecuado en cuanto a calidad de alimento.

Según lo discutido, es posible aprovechar esta población siguiendo un manejo adecuado, mediante una cosecha sostenida que no rebase el 11 % de la población total de acuerdo al valor de la tasa de crecimiento que presentó en los 10 años de censos.

CUADRO 1. Datos acerca de los censos para estimar la densidad de la población de venados cola blanca en la Reserva La Michilía.

ANO	PROMEDIO GPOS/AREA	ERROR ESTANDAR	VEN/HA	No. VENADOS	INTERVALO DE CONFIANZA
1976	0.469	0.055	0.331	622	75
1977	0.286	0.027	0.202	379	35
1978	0.286	0.040	0.202	379	53
1979	0.138	0.020	0.097	182	26
1980	0.105	0.020	0.074	139	26
1981	0.041	0.008	0.029	54	11
1982	0.328	0.040	0.232	435	53
1983	0.394	0.045	0.278	522	60
1984	0.344	0.052	0.243	456	68
1985	0.252	0.045	0.178	334	60
1986	0.645	0.068	0.456	856	89
PROMEDIO			0.212	396	50

CUADRO 2. Estructura de la población de venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michilía, obtenida de la aplicación del algoritmo para separar mezclas de distribuciones mediante el método de máxima verosimilitud (Equihua y Gallina, en prensa) a los datos de frecuencia del volumen del pellet de datos de 7 años.

Número de observaciones: 1594

COMPONENTE	MEDIA	DESV. ESTAN.	PROPORCION
1 (CRIAS)	295.46	81.04	0.28
2 (JOVENES)	494.08	117.57	0.51
3 (ADULTOS)	691.42	167.43	0.21

"G" de Bondad de Ajuste: 18.3519
con 14 grados de libertad (P = 0.1912)

LIMITES DE LA CLASIFICACION

CRIAS-JOVENES	365.36
CRIAS-ADULTOS	456.64
JOVENES-ADULTOS	678.12

CUADRO 3. Tasas de Supervivencia de las diferentes clases de edad de la población de venado.

AÑO	TASAS DE SUPERVIVENCIA			TASA DE FECUNDIDAD
	CRIAS	HEMBRAS	MACHOS	
77-78	1.71	0.15	0.11	0.72
78-79	0.18	0.32	0.19	0.94
79-80	0.68	0.47	0.32	0.56
80-81	0.55	0.20	0.13	0.18
81-82	13.29*	3.36*	2.18*	4.06
82-83	1.41	0.41	0.26	0.93
83-84	0.64	0.07	0.05	1.27
84-85	0.24	0.12	0.06	2.67
85-86	1.56	2.26	1.27	5.64
QUITANDO VALORES FUERA DE RANGO(*)				
MEDIA	0.87	0.50	0.30	
DESV. EST.	0.60	0.73	0.40	
ERROR(%)	68.82	145.47	134.27	

CUADRO 4. Comparación de las tasas de supervivencia obtenidas por dos métodos. Se escogieron los valores de los promedios para elaborar la matriz de proyección utilizada para correr el modelo predictivo.

	METODO POR PROMEDIOS	REGRESION AL ORIGEN
Sc _j	0.87	0.73
Sh	0.50	0.26
S _m	0.30	0.18
F _a	1.27	1.02
F _j	0.64	0.51

Sc_j = Supervivencia de crías a jóvenes

Sh = Supervivencia de hembras (de jóvenes a adultos y de adultos a adultos)

S_m = Supervivencia de machos (de jóvenes a adultos y de adultos a adultos)

F_a = Fecundidad en hembras adultas

F_j = Fecundidad en hembras jóvenes

CUADRO 5. Tasa de crecimiento de la población de venados en La Michilía.

ANO	rt
1978	0.975
1979	0.867
1980	0.947
1981	0.778
1982	1.623
1983	1.030
1984	0.967
1985	0.943
1986	1.193

Promedio $rt = 1.035$ $r = 0.115$

RECTA DE REGRESION AL ORIGEN

$Y = 5.132 + 0.1036 X$ $r = 0.104$

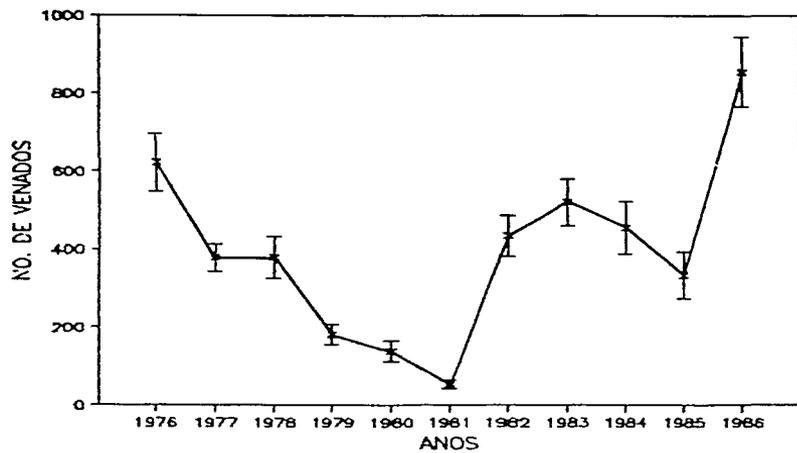


Fig. 1 - Variación anual de la densidad de la población de venados en la Reserva de la Biosfera La Michilia, con los intervalos de confianza.

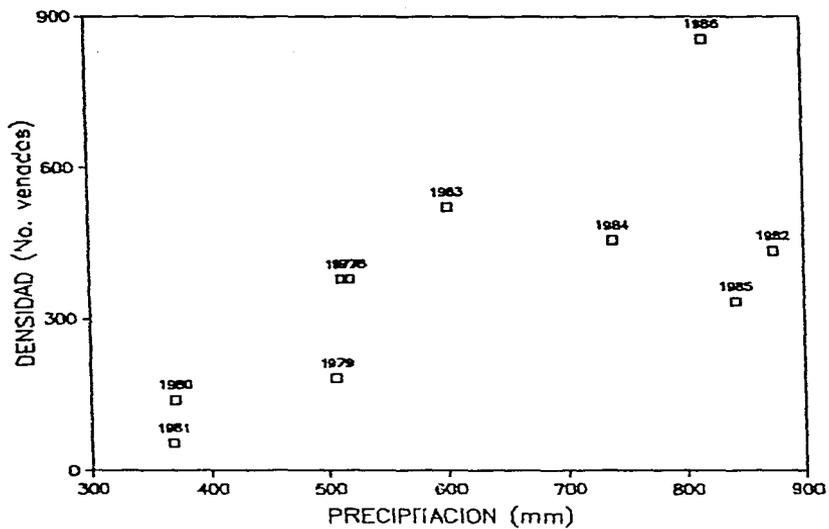


Fig. 2 - Relación entre la precipitación del año anterior con la densidad de venados estimada ($Y = 142.58 + 0.7314 X$, $r = 0.73$, $P < .05$).

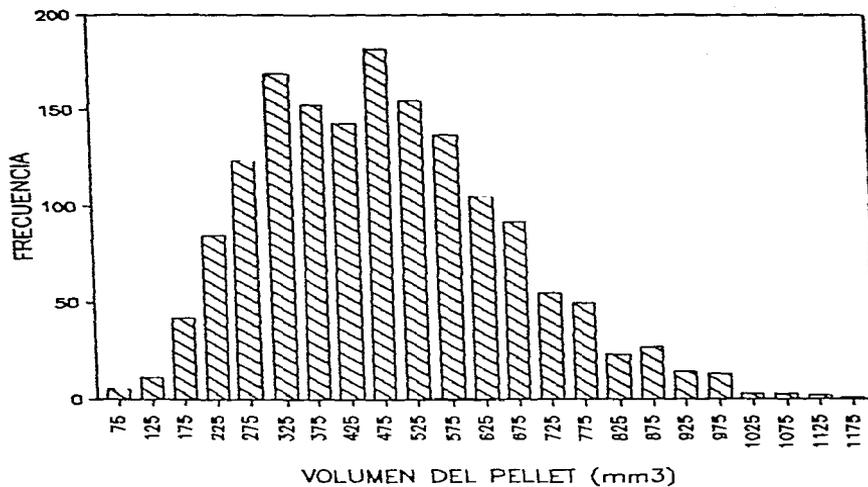


Fig. 3 - Histograma que representa las frecuencias de los tamaños de los excrementos (volumen del pellet en mm³) del venado cola blanca, que es la base para obtener la estructura de edades de la población (crias, juvenes y adultos).

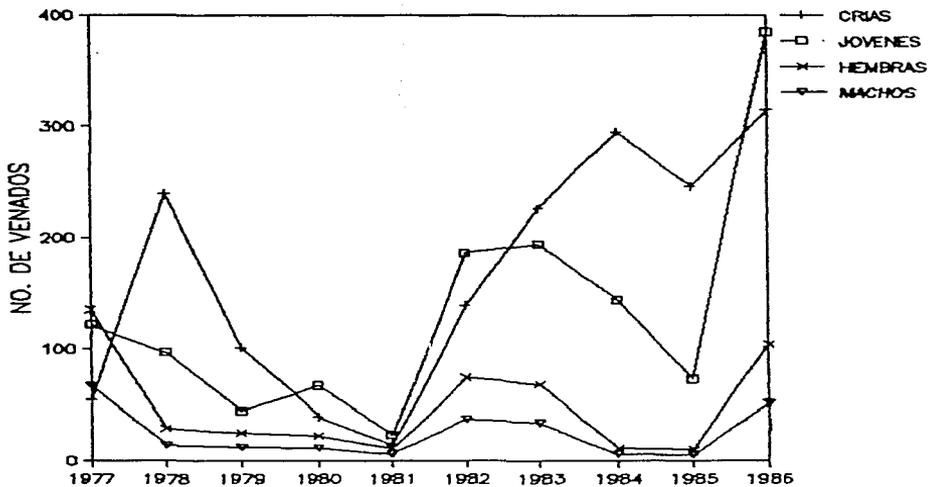


Fig. 4 - Número de venados de cada categoría de edad (crias, jóvenes y adultos, y estos últimos separados de acuerdo a la proporción de sexos), obtenidos con la ayuda del algoritmo que separa mezclas de distribuciones.

COMPARACION DE LOS DATOS OBSERVADOS Y ESPERADOS POR EL MODE

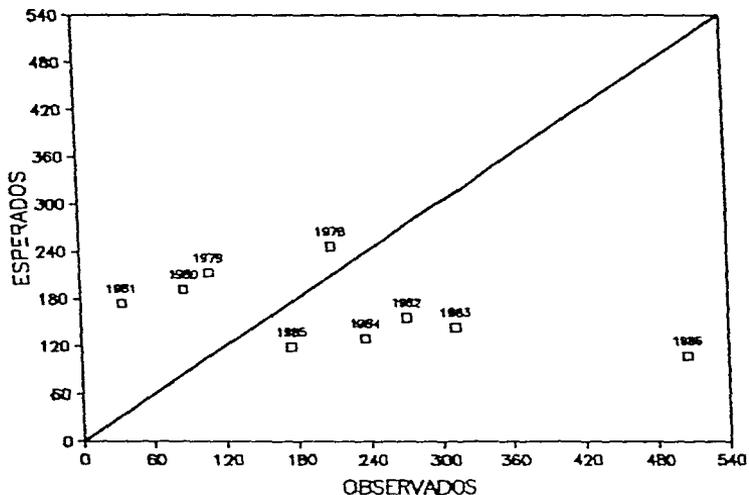
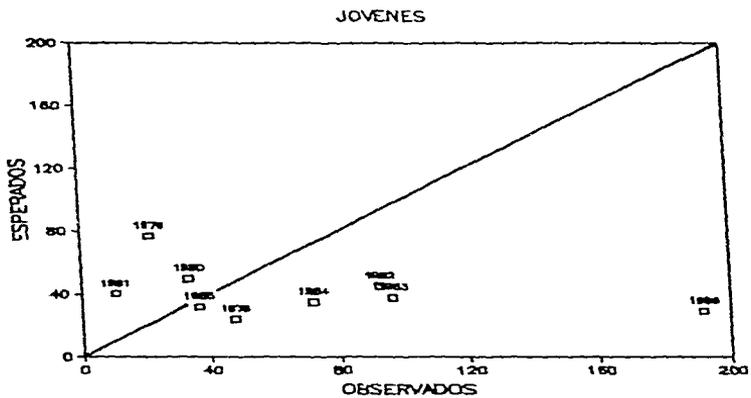
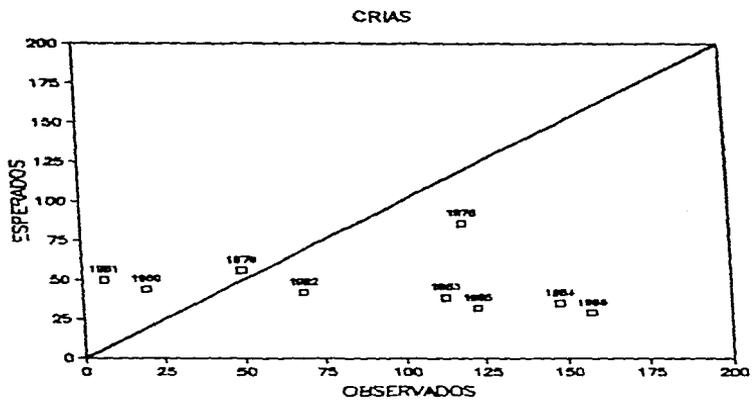
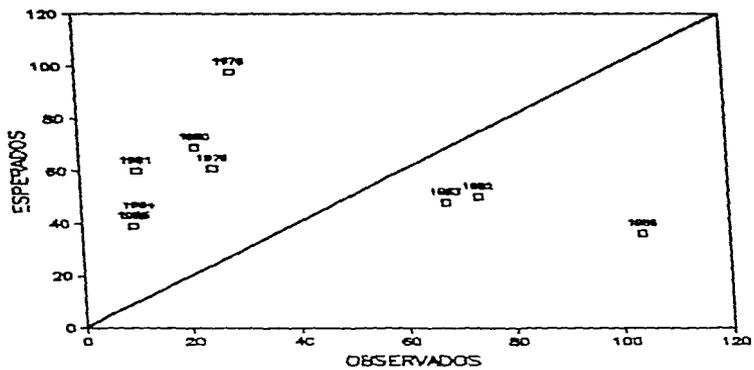


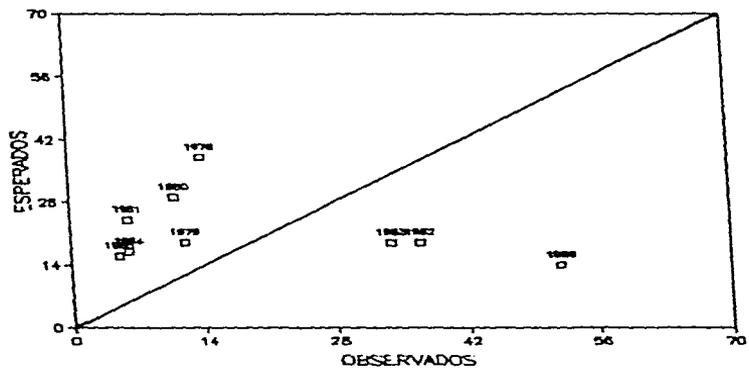
Fig. 5 - Resultados de correr el modelo con los datos de la matriz de proyección. El modelo sobreestima en los años secos (1978-1981) y subestima en los años lluviosos (1982-1986). Se muestran los resultados en cada clase de edad y sexo.



HEMBRAS



MACHOS



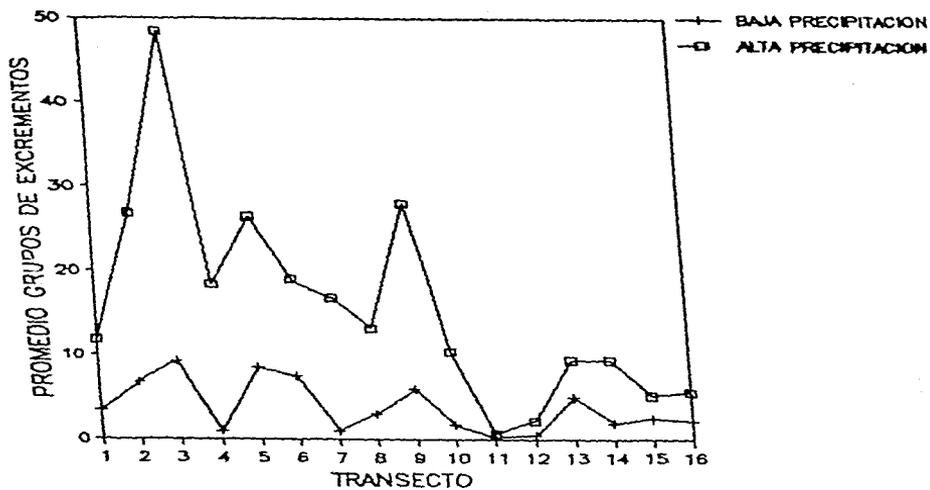


Fig. 6 - Variación de los promedios de grupos de excremento de venado en los diferentes transectos (que están directamente relacionados con la densidad de la población), en años con baja y con alta precipitación.

CAPITULO V

CONCLUSIONES GENERALES

Este trabajo logra integrar los resultados de más de 10 años de investigaciones de campo en la Reserva de la Biosfera La Michilía, sobre el venado cola blanca, para analizarlo no como una especie aislada, sino como parte del ecosistema, para entender que sucede con la población y que relaciones tiene ésta con su habitat, para proponer alternativas de manejo y futuras líneas de investigación, siempre dentro del contexto de la Reserva de la Biosfera.

Vemos a lo largo del trabajo, que el venado cola blanca, es una especie que aprovecha al máximo su habitat, que se adapta a las fluctuaciones que le impone el clima sobre el alimento y la cantidad de agua libre disponible, explotando en La Michilía los sitios elevados que presentan una mayor diversidad de plantas y mayor biomasa aérea disponible, y que le brindan además cobertura para protegerse contra el clima y los depredadores. Sabe, como lo han demostrado los resultados, utilizar las especies de plantas que tienen mayor valor nutritivo, y que mezcladas le proporcionan una dieta balanceada (plantas con alto porcentaje de proteínas, otras con muchos carbohidratos y otras con minerales) y de alta calidad durante todo el año. Por las diferencias con los hábitos alimentarios del ganado vacuno se evita la competencia a nivel trófico (dadas las condiciones de pastoreo que existen), y puede recomendarse la explotación de ambos recursos, siempre y cuando

se tome en consideración la capacidad de carga y las densidades poblacionales.

En cuanto a los parámetros de la población de venado cola blanca en la Reserva La Michilía, encontramos fluctuaciones anuales en la densidad, que están relacionadas con la precipitación del año anterior, que al afectar tanto la cantidad y calidad del alimento, como el agua libre disponible, provoca desplazamientos de los individuos que aún no conocemos su magnitud y que es una línea de investigación que surge de este trabajo. Además, parece que la cacería furtiva, que indudablemente influye en los parámetros de la población, parece que está disminuyendo en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera Michilía, en los últimos años, como consecuencia de una presencia más constante de investigadores y vigilancia.

Las tasas de supervivencia y fecundidad revelan que la población se encuentra en buen estado al comparar con los registrados para otras poblaciones de venados. Según la tasa de crecimiento de la población, el venado cola blanca puede aprovecharse como un recurso (controlado en la zona de amortiguación y periférica) siempre y cuando no se exceda en un 10% del valor estimado de la población antes de la época de caza. El aprovechamiento debe ser llevado a cabo bajo control de las autoridades del ramo y la supervisión de los investigadores con la ayuda de las poblaciones locales, que son las que deberán beneficiarse de este recurso.

Se recomienda seguir realizando censos para determinar el número de individuos que pueden ser cosechados en cada temporada, y como se dijo, se necesita determinar el tipo de desplazamiento que tienen los individuos en relación a las condiciones ambientales, así como investigar otros aspectos conductuales que ayuden a entender el comportamiento de los individuos y la población.

Este trabajo es un ejemplo que viene a reforzar el concepto de una Reserva de la Biosfera, ya que para conservar un recurso faunístico como es el venado cola blanca en La Michilía, no solo debe ser considerada la zona núcleo como clave en la conservación de la especie, sino que la zona de amortiguación y periférica juegan un papel importante en este caso, ya que si se toma en cuenta que cuando las condiciones ambientales no son favorables, el venado presenta desplazamientos, y si las áreas aledañas estuvieran deterioradas o no se contara con el apoyo de las poblaciones locales, estaría en juego su supervivencia. Por lo tanto, en el diseño de áreas de Reserva debe contemplarse la importancia que tienen los mosaicos ecológicos en la conservación de la diversidad biológica (Halffter 1988).

El siguiente paso es la difusión de los resultados, no solo para otros científicos sino directamente para los interesados en aprovechar el recurso. Nuestra labor empieza ahora.

LITERATURA CITADA

- Anthony, R.G. y N. S. Smith. 1974. Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets. J. Wildl. Manage. 38:535-540.
- Agha, M. y M. T. Ibrahim. 1984. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm (with discussion). J. R. Stat. Soc. b39:1-38.
- Avery, T. E. 1975. Natural Resources Management. Segunda Edición. Mc Graw Hill Book Co. N. Y. 339 pp.
- Bailey, J. A. 1984. Principles of Wildlife Management. John Wiley and Sons. N. Y. 373 pp.
- Bell, R. H. 1971. A grazing ecosystem in the Serengeti. Sci. Amer. 225(1):86-93.
- Belsky, A. J. 1986. Does herbivory benefit plants?. A review of evidence. Am. Nat. 127(6):870-892.
- Bowyer, R. T. 1986. Habitat selection by southern mule deer. Calif. Fish and Game 72(3):153-169.
- Carrillo, A. 1982. Producción primaria neta aérea del estrato herbáceo y efecto del ganado sobre su composición florística en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Dgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 187 pp.
- Caughley, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. John Wiley and Sons. N. Y. 234 pp.
- Church, D. C. 1975. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. I. Digestive Physiology. Second Edition. O & B Books, Covallis, Oregon. 350 pp.
- Clemente, S. F. 1984. Utilización de la vegetación nativa en la alimentación del venado cola blanca (Odocoileus virginianus Hays) en el Estado de Aguascalientes. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Universidad Autónoma Chapingo. México. 87 pp.
- Crawley, M. J. 1987. Benevolent herbivores?. TREE 2(6):167-168.
- Dasmann, W. 1971. If deer are to survive. Stackpole Book, Harrisburg, PA. 128 pp.
- Davis, L. S. 1967. Dynamic programming for deer management planning. J. Wildl. Manage. 31:667-679.

- Dusek, G. L., R. J. Mackie, J. D. Herriges, Jr. y B. B. Compton. 1989. Population ecology of white-tailed deer along the Lower Yellowstone River. *Wildl. Monog.* 104: 68 pp.
- Eberhardt, L. y R. Van Etten. 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *J. Wildl. Manage.* 20:70-74.
- Ehrenreich, J. H. y J. S. Crosby. 1960. Herbage production is related to hardwood crown cover. *J. For.* 58(7):564-565.
- Elliott, H. W. y G. W. Tanner. 1985. Dietary overlap among axis, fallow and black-tailed deer and cattle. *J. Range Manage.* 38:436-439.
- Equihua, M. 1986. Analysis of finite mixture of distributions: a statistical tool for biological classification problems. *Cambios* 4(4):435-440.
- Ezcurra, E. 1980. Una nota acerca de la diversidad. *Ecología Argentina* 4:141-142.
- Ezcurra, E. y S. Gallina. 1981. Biology and Population Dynamics of white-tailed deer in Northwestern Mexico. Pp. 78-108. *In: Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America* (P. F. Ffolliott y S. Gallina, eds.). Instituto de Ecología, México. 238 pp.
- Ezcurra, E. y M. Equihua. 1983. La teoría de la información aplicada a la clasificación de datos biológicos. Pp. 13-39. *In: Métodos cuantitativos en la Biogeografía* (E. Ezcurra, M. Equihua, B. Kohlmann y S. Sánchez-Colón, eds.). Instituto de Ecología, México. 125 pp.
- Gaare, E., A. Sorensen y R. G. White. 1977. Are rumen samples representative of the diet?. *Oikos* 29:390-395.
- Gallina, S. 1981. Forest ecosystems of Northwestern Mexico. Pp. 27-56. *In: Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America* (P. F. Ffolliott y S. Gallina, eds.) Instituto de Ecología, México. 238 pp.
- Gallina, S. 1984. Ecological aspects of the coexploitation of deer (*Odocoileus virginianus*) and cattle. *Acta Zool. Fennica* 172:251-254.
- Gallina, S. 1988. Importancia del injerto (*Phoradendron* sp.) para el venado. *The Southwestern Naturalist* 33:21-25.
- Gallina, S. y P. F. Ffolliott. 1983. Overstory-understory relationships: oak-pine forests of Sierra Madre Occidental,

Mexico. Overstory-Understory Relationships in Western Forests. Western Regional Research. 1:19-20.

- Gallina, S. y M. A. Morales. 1985. Utilización del habitat por rumiantes en La Michilía, Dgo. Memorias del Primer Simposio Internacional de Fauna Silvestre. Vol. II. SEDUE:989-1000.
- Gallina, S. y C. Chargoy. 1987. Calidad Forrajera y Capacidad de Carga de la Vegetación nativa de la Reserva de la Biosfera La Michilía, para venados y bovinos. UACH-CONACYT-IE (Informe Técnico).
- Gallina, S., M. E. Maury y V. Serrano. 1978. Hábitos alimenticios del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Rafinesque) en la Reserva de La Michilía, Dgo. Pp. 47-108. In: Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango (G. Halffter, ed.) Instituto de Ecología, México. 198.
- Gallina, S. M. E. Maury y V. Serrano. 1981. Food Habits of white-tailed deer. Pp. 133-148. In: Deer Biology, Habitat Requirements, and Management in Western North America (P. F. Ffolliott y S. Gallina, eds.) Instituto de Ecología, México. 238 pp.
- García Sierra, C. L. 1965. Estudio ecológico del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la selva baja caducifolia del Estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.
- García-Uriza, G. 1987. Analisis Proximal. In: Calidad Forrajera y Capacidad de Carga de la Vegetación nativa de la Reserva de la Biosfera La Michilía, para venados y bovinos (S. Gallina y C. Chargoy). UACH-CONACYT-IE (Informe Técnico).
- Gaudette, M. T. y D. F. Stauffer. 1988. Assessing habitat of white-tailed deer in southwestern Virginia. Wildl. Soc. Bull. 16:284-290.
- Goodwin, G. A. 1975. Seasonal food habits of mule deer in Southeastern Wyoming. USDA Forest Service, Research Note FM-287. 4 pp.
- Halffter, G. 1984. Las reservas de la biosfera: conservación de la Naturaleza para el hombre. Acta Zool. Mex. Nueva Serie No. 5. Instituto de Ecología. México. 50 pp.
- Halffter, G. 1988. Conservación *in situ*: una política para países intertropicales en desarrollo. In: MAB. El futuro del hombre en la Naturaleza: ensayos sobre reservas de la Biosfera. Instituto de Ecología. México:113-137.

- Halls, L. K. (ed.) 1984. White-tailed deer, Ecology and Management. A Wildlife Management Institute Book. Stackpole Books. Harrisburg, PA. 870 pp.
- Hanley, T. A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *J. Range Manage.* 35:152-158.
- Hanley, T. A. 1984. Habitat patches and their selection by wapiti and black-tailed deer in a coastal montane coniferous forest. *J. Appl. Ecol.* 21:423-436.
- Hanley, T. A. y K. A. Hanley. 1982. Food resource partitioning by sympatric ungulates on Great Basin Rangelands. *J. Range Manage.* 35:152-158.
- Harding, J. P. 1949. The use of probability paper for graphical analysis of polymodal frequency distributions. *J. Marine Biol. Ass. of the UK* 28:141-153.
- Harper, J. L. 1977. *Population Biology of Plants.* Academic Press. N. Y. 829 pp.
- Hasselblad, V. 1969. Estimation of finite mixtures of distributions from the exponential family. *Amer. Statist. Assoc.* 64:1459-1471.
- Hayne, D. 1984. Population Dynamics and Analysis. Pp. 203-210. *In: White-tailed deer, Ecology and Management* (L. K. Halls, ed.) Stackpole Books, Harrisburg, PA. 870 pp.
- Holechek, J. L., B. Gross, S. Mady Dabo y T. Stephenson. 1982. Effects of sample preparation, growth stage, and observer on microhistological analysis of herbivore diets. *J. Wildl. Manage.* 46:502-505.
- Jeffers, J. N. R. 1972. *An introduction to System Analysis: with ecological applications.* Contemporary Biology.
- Julander, O., W. L. Robinette y D. A. Jones. 1961. Relation of summer range condition to mule deer herd productivity. *J. Wildl. Manage.* 25:54-60.
- Klein, D. 1970. Food Selection by North American deer and their response to overutilization of preferred plant species. Pp. 25-44. *In: Animal Population in relation to their food resources* (A. Watson, ed.) Blackwell Scientific Publications, Oxford. 477 pp.
- Kohlmann, B. y S. Sánchez-Colón. 1984. Estudio Areografico del género Bursera Jacq. ex L. (Burseraceae) en México: una síntesis de métodos. Pp. 43-120. *In: Metodos Cuantitativos*

- en la Biogeografía (E. Ezcurra, M. Equihua, B. Kohlmann y S. Sánchez-Colón, eds.) Instituto de Ecología, México. 125 pp.
- Larson, F. r. y G. L. Wolters. 1983. Overstory-Understory relationships: mixed conifer forests. Overstory-Understory Relationships in Western Forests. Western Regional Research. 1:21-25.
- Larson, T. J., O. J. Rongstad y F. W. Terbilcox. 1978. Movement and habitat use of white-tailed deer in Southcentral Wisconsin. J. Wildl. Manage. 42:113-117.
- Lefkovich, L. P. 1965. The study of population growth in organisms grouped by stages. Biometrics 21:1-18.
- Legendre, L. y P. Legendre. 1979. Ecologie Numerique. Tomo 2. Collection d'Ecologie. Masson. Les Presses de l'Universite du Quebec. Canada. 247 pp.
- Mandujano, S. y G. Hernández-Arellano. 1987. Algunos aspectos de la ecología del venado cola blanca en el Parque de los Leones, D.F. Memorias V Simposio sobre Fauna Silvestre en México. UNAM:37-57.
- Mautz, W. W. 1978. Nutrition and Carrying Capacity. Pp. 321-348. In: Big Game of North America, Ecology and Management (D. L. Gilbert, ed.) Stackpole Books, Harrisburg, PA. 494 pp.
- Mcinnis, M. L., M. Vavra y W. C. Krueger. 1983. A comparison of four methods used to determine the diets of large herbivores. J. Range Manage. 36:302-306.
- McNaughton, S. J. 1979. Grazing as an optimization process: grass-ungulate relationships in the Serengeti. Amer. Nat. 113:691-703.
- McNaughton, S. J. 1986. On plants and herbivores. Am. Nat. 128(5):765-770.
- Moen, A. 1973. Wildlife Ecology. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 458 pp.
- Morales, A. 1985. Análisis cuantitativo de las dietas de ganado vacuno y venado cola blanca en La Michilia, Dgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. 102 pp.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, N.Y. 547 pp.
- Nagy, J. G., T. Hakonson y K. L. Knox. 1969. Effects of quality on food intake in deer. Trans. North Am. Wildl. Nat. Res. Conf. 34:146-154.

- Neff, D. C., C. Y. McCulloch, D. E. Brown, C.H. Lowe y J. F. Barstad. 1979. Forest range and watershed management for enhancement of wildlife habitat in Arizona. Ariz. Game and Fish Dept. Special Report No. 7: 109 pp.
- Nelson, M. E. y L. D. Mech. 1986. Mortality of white-tailed deer in Northeastern Minnesota. J. Wildl. Manage. 50:691-698.
- Obieta, M. C. 1977. Estructura y composición de la vegetación herbácea de un bosque uniespecífico de Pinus hartwegii. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 85 pp.
- Paige, K. N. y T. G. Whitham. 1987. Overcompensation in response to mammalian herbivory: the advantage of being eaten. Am. Nat. 129(3):407-416.
- Pearson, H. 1964. Studies of forage digestibility under ponderosa pine stands. Proceedings Society of American Foresters. Denver, Co. 71-73.
- Pechanec, J. F. y G. D. Pickford. 1937. A weight estimate for determination of range or pasture production. J. Am. Soc. Agr. 29:894-904.
- Pianka, E. R. 1975. Niche relations of desert lizards. Pp. 292-314. In: Ecology and Evolution of Communities (M. L. Cody y J. M. Diamond, eds.) The Belknap Press of Harvard University Press. London. 545 pp.
- Pieper, R. D. 1983. Overstory-understory relationships: pinyon-juniper and juniper woodlands. Overstory-Understory Relationships in Western Forests. Western Regional Research 1:35-37.
- Potvin, F. y J. Huot. 1983. Estimating carrying capacity of a white-tailed deer wintering area in Quebec. J. Wildl. Manage. 47(2):463-475.
- Putman, R. J. 1986. Grazing in temperate ecosystems, large herbivores and the ecology of New Forest. Croom Helm. London. 210 pp.
- Richter, A. R. y R. F. Labisky. 1985. Reproductive dynamics among disjunct white-tailed deer herds in Florida. J. Wildl. Manage. 49:964-971.
- Romo de la Rosa, M. 1987. Dinámica de la población del venado cola blanca en la Sierra de San Blas de Pabellón del Estado de Aguascalientes. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

- Ruyle, G. B. y J. E. Bowns. 1985. Forage use by cattle and sheep grazing separately and together on summer range in Southwestern Utah. *J. Range Manage.* 38:299-302.
- Schoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185:27-39.
- Short, H. L. 1975. Nutrition of Southern deer in different seasons. *J. Wildl. Manage.* 39(2):321-329.
- Shultz, J. C. 1988. Plant responses induced by herbivores. *TREE* 3(2):45-49.
- Siedel, K. W. 1979. Regeneration in mixed conifer clearcuts in the cascade range and the blue mountains of Eastern Oregon. USDA For. Serv. Res. Pap. PNW-248, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Portland, Oregon: 24 pp.
- Silver, H., N. F. Colovos, J. B. Holter y H. H. Hayes. 1969. Fasting metabolism of white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 33(3):490-498.
- Smith, R. 1968. A comparison of several sizes of circular plots for estimating deer pellet-groups density. *J. Wildl. Manage.* 32:585-591.
- Smith, R. H. y A. Lecount. 1979. Some factors affecting survival of desert mule deer fawns. *J. Wildl. Manage.* 43:657-665.
- Smith, E. L., D. A. Bryant y P. F. Ffolliott. 1978. Cattle development and range management on forested areas of La Michilia Biosphere Reserve. A Problem Analysis (manuscrito) 21 pp.
- Sparks, D. R. y J. C. Malechek. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *J. Range Manage.* 38:299-302.
- Stoddart, L., A. D. Smith y T. W. Box. 1975. *Range Management*. 3a. edición. McGraw Hill Book Company. N.Y. 532 pp.
- Storr, G. M. 1961. Microscopic analysis of faeces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals. *Australian J. Biol. Sci.* 14:157-164.
- Suring, L. H. y P. A. Vohs. 1979. Habitat use by Columbian white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 43:610-619.
- Taber, R. D. y R. F. Dasmann. 1957. The dynamics of three natural populations of the deer *Odocoileus heminous columbianus*. *Ecology* 38:233-246.

- Teer, J. 1984. Lessons from the Llano Basin Texas. Pp. 261-290. In: White-tailed deer, Ecology and Management (L. Halls, ed.) Stackpole Books. Harrisburg, PA. 870 pp.
- Teer, J. G., J. W. Thomas y E. A. Walker. 1965. Ecology and management of white-tailed deer in the Llano Basin of Texas. Wildl. Monog. 15: 62 pp.
- Thomas, G. W. y V. A. Young. 1954. Relation of soils, rainfall and grazing management to vegetation. Bull. 786. College Station: Texas Agric. Exp. Stn. 22 pp.
- Thompson, C. B., J. B. Holter, H. H. Hayes, H. Silver y W. E. Urban. 1973. Nutrition of white-tailed deer. I. Energy requirement of fawns. J. Wildl. Manage. 37(3):301-311.
- Todd, J. W. y R. M. Hansen. 1973. Plant fragments in the faeces of bighorns as indicator of food habits. J. Wildl. Manage. 37:363-366.
- Vangilder, L. D., O. Torgerson y W. r. Porath. 1982. Factors influencing diet selection by white-tailed deer. J. Wildl. Manage. 46:711-718.
- Van Soest, P. J. 1983. Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B. Books. Corvalling.
- Vavra, M., R. W. Rice y R. M. Hansen. 1978. A comparison of esophageal fistula and fecal material to determine steer diets. J. Range Manage. 31:11-13.
- Villarreal, J. 1986. Importancia cinegética y comportamiento del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) del Noreste de México. Memorias I Simposio sobre el Venado en México. UNAM:111-138.
- Wallmo, O. C. (ed.). 1981. Mule and Black-tailed deer of North America. A wildlife Management Insittute Book. University of Nebraska Press. Lincoln and London. 605 pp.
- Walters, C. J. y P. J. Brandy. 1972. Periodic harvest as a method of increasing big game yields. J. Wildl. Manage. 36:128-134.
- Ward, A. L. 1970. Stomach content and fecal analysis: methods of forage identification. Pp. 506-510. In: Range and Wildlife Habitat Evaluation -a Research Symposium. USDA Forest Service, Misc. Publ. 1147. 220 pp.
- Westoby, M. 1986. Selective forces exerted by vertebrate herbivores on plants. TREE 4(4):115-117.

Zyznar, E. y P. J. Urness. 1969. Qualitative identification of
forage remnants in deer faeces. J. Wildl. Manage. 33:506-510