

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



"APORTE NUTRICIONAL, DEL, ECOSISTEMA DE  
MADERAS DEL, CARMEN, COAHUILA, PARA  
EL OSO NEGRO (*Ursus americanus ornatus*)"

TESIS DE MAESTRIA  
COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

POR  
MVZ. Diana E. Herrera González

Linares, Nuevo León

Noviembre de 2003

TM

Z5991

FCF

2003

.H4



1020149286

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**“APORTE NUTRICIONAL DEL ECOSISTEMA DE MADERAS DEL CARMEN,  
COAHUILA, PARA EL OSO NEGRO (*Ursus americanus eremicus*)”**

**TESIS DE MAESTRIA**

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

**POR:**

**MVZ. Diana E. Herrera González**

**Linares, Nuevo León.**

**Noviembre de 2003**



**FONDO  
TESIS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**“APORTE NUTRICIONAL DEL ECOSISTEMA DE MADERAS DEL  
CARMEN, COAHUILA, PARA EL OSO NEGRO (*Ursus americanus eremicus*)”**

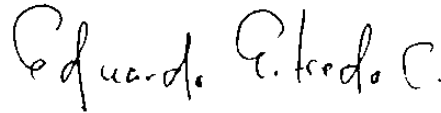
**TESIS DE MAESTRIA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

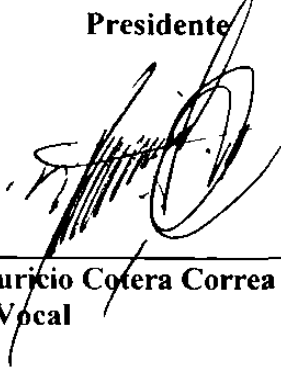
**COMITE DE TESIS**



**Dr. Alfonso Martínez Muñoz**  
**Presidente**



**Dr. A. Eduardo Estrada Castellón**  
**Secretario**



**Dr. Mauricio Cotera Correa**  
**Vocal**



**MC. José I. Uvalle Saucedá**  
**Asesor externo**



## INDICE DE TEXTO

1.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
2.	<b>OBJETIVOS</b> .....	2
2.1.	<b>General</b> .....	2
2.2.	<b>Específicos</b> .....	2
3.	<b>ANTECEDENTES</b> .....	3
3.1.	<b>Clasificación taxonómica</b> .....	3
3.2.	<b>Distribución</b> .....	4
3.3.	<b>Densidad poblacional</b> .....	7
3.4.	<b>Hábitat utilizado</b> .....	10
3.5.	<b>Alimentación y nutrición estacional</b> .....	10
3.6.	<b>Hábitos alimenticios</b> .....	13
3.7.	<b>Producción de alimento</b> .....	17
3.8.	<b>Requerimientos energéticos y capacidad de carga</b> .....	19
4.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
4.1.	<b>Área de estudio</b> .....	21
4.1.1.	<b>Descripción geográfica</b> .....	22
4.1.2.	<b>Clima</b> .....	22
4.1.3.	<b>Hidrología</b> .....	24
4.1.4.	<b>Geología</b> .....	24
4.1.5.	<b>Suelos</b> .....	25
4.1.6.	<b>Características bióticas</b> .....	25
4.1.6.1.	<b>Comunidades animales</b> .....	25
4.1.6.2.	<b>Comunidades vegetales</b> .....	26
4.2.	<b>Estimación de los hábitos alimenticios</b> .....	30
4.3.	<b>Determinación de los principales conflictos entre el oso negro y el hombre</b> .....	32
4.4.	<b>Estimación de la producción de los principales alimentos del oso negro en la Sierra “Maderas del Carmen”</b> .....	32

4.4.1.	Estimación de la producción de bellotas ( <i>Quercus gravessi</i> Sudw, <i>Q. hypoleucoides</i> A. Camus. y <i>Q. rugosa</i> Née).....	33
4.4.2.	Estimación de la producción de táscate ( <i>Juniperus deppeana</i> Steud y <i>J. flaccida</i> Schl).....	33
4.4.3.	Estimación de la producción de tunas ( <i>Opuntia spp.</i> ).....	34
4.4.4.	Estimación de la producción de pegajosa ( <i>Desmodium psilophyllum</i> Schlecht).....	34
4.5.	Estimación de la calidad nutricional de los principales alimentos de la dieta del oso negro.....	34
4.5.1.	Determinación de cenizas.....	35
4.5.2.	Determinación de energía bruta.....	35
4.5.3.	Determinación de proteína cruda (PC).....	36
4.5.4.	Determinación de extracto etéreo o grasa cruda (EE).....	37
4.5.5.	Determinación de fibra total de la dieta (TDF).....	38
4.6.	Estimación de la concentración de energía digestible de bellotas ( <i>in vivo</i> ).....	39
4.7.	Estimación de los requerimientos energéticos de los osos negros de las serranías de “Maderas del Carmen”.....	41
4.8.	Producción de energía digestible por unidad de área en las serranías de “Maderas del Carmen” y capacidad de carga.....	49
5.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	51
5.1.	Hábitos alimenticios.....	51
5.2.	Principales conflictos entre el oso negro y el hombre.....	55
5.3.	Producción de los principales alimentos consumidos por el oso negro.....	56
5.3.1.	Producción de bellotas.....	56
5.3.2.	Producción de tunas de nopal y de pegajosa.....	59
5.3.3.	Producción de Táscate.....	59
5.4.	Calidad nutricional de los principales alimentos de la dieta del oso negro.....	51
5.5.	Concentración de energía digestible de bellotas ( <i>in vivo</i> ).....	62



<b>5.6.</b>	<b>Estimación de los requerimientos energéticos de los osos negros de los ecosistemas de “Maderas del Carmen” .....</b>	<b>63</b>
<b>5.6.1.</b>	<b>Modelo energético.....</b>	<b>63</b>
<b>5.6.2.</b>	<b>Producción de Kilocalorías/Hectárea de energía digestible de los principales alimentos y estimación de la capacidad de carga.....</b>	<b>67</b>
<b>6.</b>	<b>IMPLICACIONES DE MANEJO.....</b>	<b>70</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA REVISADA.....</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Densidad poblacional del oso negro americano, en distintas localidades de Norteamérica.....	9
Tabla 2.	Nombres comunes y científicos de los componentes de origen vegetal de la dieta del oso negro, en el Parque Nacional Big Bend, y en algunas áreas del norte de México.....	16
Tabla 3.	Nombres comunes y científicos de los componentes alimenticios de origen animal, de la dieta del oso negro, en el Parque Nacional Big Bend y en algunas áreas del norte de México.....	17
Tabla 4.	Nombres comunes y científicos de los componentes de la dieta de los osos negros, de la sierra “Maderas del Carmen”.....	51
Tabla 5.	Componentes alimenticios estacionales del oso negro en el área natural protegida “Maderas del Carmen”, 1998-1999.....	53
Tabla 6.	Producción promedio de bellotas por hectárea de las especies <i>Q. hypoleucoides</i> A. Camus y <i>Q. gravesii</i> Sudw.....	57
Tabla 7.	Producción de bellotas por m <sup>3</sup> de copa, para de las diferentes clases de producción.....	58
Tabla 8.	Coefficiente de correlación (r) de la producción de bellotas por árbol y el diámetro (DAP) para la especie <i>Q. hypoleucoides</i> A. Camus.....	58
Tabla 9.	Producción promedio de biomasa de pegajosa ( <i>Desmodium psilophyllum</i> Schlecht) y de frutos de nopal ( <i>Opuntia</i> sp.) en la sierra “Maderas del Carmen”.....	59

Tabla 10.	Producción promedio de frutos de táscate por Hectárea para las especies <i>Juniperus deppeana</i> Steud y <i>Juniperus flaccida</i> Schl.....	60
Tabla 11.	Producción de frutos de táscate por m <sup>3</sup> de copa, para de las diferentes clases de producción.....	60
Tabla 12.	Composición química (por gramo) de los principales alimentos consumidos por los osos en “Maderas del Carmen”, en base seca.....	61
Tabla 13.	Composición química (por gramo de materia seca) de excretas de oso negro sometidos a una dieta de bellotas durante 10 días.....	62
Tabla 14.	Porcentaje de energía digestible (ED) de los principales alimentos del oso, determinados indirectamente.....	63
Tabla 15.	Promedio diario de energía digestible que es utilizado por los osos negros de “Maderas del Carmen” (en Kilocalorías).....	64
Tabla 16.	Promedio diario de energía metabolizable, que es utilizado por los osos grizzly del Parque Nacional Yellowstone (USA) (Hewitt,1988).	64
Tabla 17.	Costos de energía por año (en Kcal.), estimados por el modelo energético propuesto por Hewitt (1988), para los diferentes rangos de edades y sexos.....	65
Tabla 18.	Contenido de energía digestible de los principales alimentos consumidos por el oso negro en la Serranías “Maderas del Carmen” y producción estimada por Hectárea.....	67

Tabla 19.	Necesidades energéticas en Kilocalorías de oso negro de diferentes etapas y sexos, en las Serranías de Maderas del Carmen.....	68
Tabla 20.	Cantidad de superficie requerida por oso negro de diferentes etapas y sexos, en las Serranías de Maderas del Carmen, así como número total de individuos que puede soportar el área, y número de osos por cada 100 Hectáreas.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de las 16 subespecies de oso negro americano.....	5
Figura 2.	Distribución anterior y actual del oso negro en México, según el INE-SEMARNAP, 1997.....	6
Figura 3.	Localización del Área Natural Protegida "Maderas del Carmen", al norte del estado de Coahuila.....	29
Figura 4.	Mapa de la vegetación del área natural protegida "Maderas del Carmen", en el estado de Coahuila, según INE-SEMARNAP (1997).....	27

## 1. RESUMEN

El presente estudio se llevo a cabo, en el área natural protegida Maderas del Carmen, al norte del Estado de Coahuila, México. Los dos objetivos principales de la investigación, fueron determinar los hábitos alimenticios del oso negro, así como los conflictos de ésta especie con los habitantes de la región. Para la realización del primer objetivo, se colectaron (bisemanalmente) y analizaron 190 excretas, de junio a octubre de 1998. Fueron identificados 16 componentes de origen vegetal; 2 especies de mamíferos, además de 5 órdenes y 4 familias de insectos. Fue determinada la frecuencia relativa (FR) y la densidad relativa (DR) de cada uno de los componentes encontrados. En base a los datos anteriores se determinó que la dieta del oso comprendió 89% de material de origen vegetal, 7.3% de materia de origen animal (principalmente insectos) y 3% de otros componentes (piedras y madera). De acuerdo a las variaciones en la DR de los principales componentes consumidos, fueron delineados 3 patrones de dieta: verano temprano, verano tardío y otoño temprano. Los principales alimentos consumidos durante los tres períodos fueron las bellotas (37.3%), los juniperos (15.3%), los zacates (12.6%) y el pega pega (6.3%). Así mismo, el consumo de materia de origen animal correspondiente a insectos estuvo presente durante los 3 períodos (5, 5 y 3%, respectivamente); mientras que el consumo de mamíferos (cervatillos), se observó principalmente en verano temprano. El oso basó su dieta de verano temprano principalmente en gramíneas, además de frutos suaves, herbáceas, insectos y bellotas. En verano tardío cambió su dieta, consumiendo principalmente bellotas, además de gramíneas y juniperos. En otoño temprano el oso consumió principalmente juniperos, además de bellotas, frutos duros y suaves (principalmente tunas) y herbáceas. Mostrando un comportamiento alimenticio muy oportunista.

Para determinar los conflictos entre el oso negro y el hombre, fueron entrevistados 71 productores, en 31 diferentes puntos; 42% de los productores, reportaron a el oso como un importante depredador de ganado; 32% reporto otro tipo de daños y el 26% restante no reporto ningún daño. Sin embargo, aunque los reportes de depredación por oso fueron elevados, no se encontraron evidencias de depredación de ganado en la dieta, durante los meses más críticos o de escasez de alimento en el verano.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se cuenta con escasa información sobre el oso negro en México, sus poblaciones se encuentran concentradas al norte del país y han encontrado un refugio relativamente seguro en el área natural protegida Maderas del Carmen, Coahuila, donde se considera tienen grandes posibilidades de sobrevivir. Dado que el oso negro está considerado como especie en peligro de extinción (NOM-059-ECOL-2001) en la mayor parte de México, es necesario invertir en el estudio de las poblaciones para tener mejor entendimiento de sus interacciones con el hábitat y con el hombre. Es importante generar información sobre la ecología nutricional del oso negro mexicano, para estar en condiciones de manipular sus poblaciones y su hábitat con el fin de preservar esta valiosa especie.

Debido al incremento y expansión del oso negro mexicano en la sierra Maderas del Carmen, es necesario recabar información que ayude en la elaboración de un plan de manejo para resolver problemas entre la especie y los ganaderos de la región, para evitar su extinción y restablecer las poblaciones en el norte del país.

Aunque ya se han realizado estudios sobre los hábitos alimenticios del oso en México, frecuentemente se limitan a descripciones de los componentes alimenticios encontrados en un área en particular. Además, raramente relacionan el valor nutricional de los componentes de la dieta y su productividad con los requerimientos de la especie.

La capacidad de carga basada en la energía, se ha convertido en una consideración importante en el manejo de los osos, a causa de la flexibilidad de los sistemas sociales y capacidad reproductiva de la especie en respuesta a la disponibilidad de alimento. Sin duda la energía es un factor limitante para la especie, en un hábitat determinado. Por tanto, es necesario determinar las necesidades energéticas y proteicas del oso negro en México, así como la calidad nutricional del área en que habita, pudiendo entonces acercarnos a estimar la capacidad de carga, información que no solo es importante para el área de estudio, sino para otras áreas con condiciones ecológicas similares.

## **2. HIPÓTESIS**

- a) El aporte energético para el oso negro será limitado o excedido, durante ciertos periodos de acuerdo a la disponibilidad de alimento.
- b) El oso presentará gran flexibilidad en el consumo de diferentes alimentos.
- c) La dieta del oso negro estará dominada por especies de origen vegetal.

## **3. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Generar información sobre la ecología nutricional del oso negro que nos permita contribuir al diseño de un plan de manejo de las poblaciones y del hábitat para la sierra Maderas del Carmen en Coahuila, que además pueda ser aplicado en otros ecosistemas del país.

### **2.2. Específicos**

- a) Recabar información sobre la composición de la dieta del oso negro en el área de estudio y determinar sus variaciones durante todo el año mediante el análisis de excretas.
- b) Cuantificar la disponibilidad de los principales alimentos vegetales para los osos mediante la estimación de su presencia y productividad en el ecosistema.
- c) Determinar la concentración de energía digestible de los principales alimentos de origen vegetal consumidos por el oso.
- d) Estimar la capacidad de carga del ecosistema de la sierra Maderas del Carmen para el oso negro mediante la determinación de la producción de energía por superficie en los diferentes tipos de vegetación dentro del área de estudio.
- e) Contribuir al conocimiento de la ecología del oso negro en la sierra Maderas del Carmen.



### 3. ANTECEDENTES

La Sierra Maderas del Carmen, es una extensa cadena montañosa localizada transversalmente al norte del estado de Coahuila, que por su origen geológico y por sus condiciones actuales, constituye una "isla" desde el punto de vista biológico, condiciones que proporcionan al oso negro grandes posibilidades de sobrevivir. Así mismo, se considera un importante corredor biológico a través del cuál se desplazan y dispersan numerosas especies hacia el Parque Nacional Big Bend en Texas. La Sierra Maderas del Carmen tal vez cuenta con la población más grande de oso negro mexicano (INESEMARNAP, 1997 y Baker, 1956), representando así, una posible fuente de ejemplares para otras áreas de hábitat histórico de ésta especie en nuestro país.

Por otra parte, la capacidad de carga es una consideración muy importante en el manejo de los osos, debido a que el éxito reproductivo de la especie esta dado en respuesta a la disponibilidad de alimento. Por tanto, es posible que la energía pudiera ser un factor limitante para la especie. Por lo cuál, es necesario determinar el aporte nutricional del ecosistema Maderas del Carmen para el oso negro.

Los resultados del presente trabajo, no solo podrían ser necesarios para asegurar la sustentabilidad de las poblaciones de oso en la Sierra Maderas del Carmen, además podrían tener aplicación en otras áreas donde se pretenda restablecer las poblaciones de osos o su aprovechamiento cinegético.

#### 3.1. Clasificación taxonómica.

El oso negro americano es un mamífero de la familia Ursidae, perteneciente al orden de los carnívoros.

Según Hall (1981) el oso negro americano cuenta con 16 subespecies reconocidas y propone la siguiente clasificación:

Phylum: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Carnivora

Suborden: Fissipedia

Género: *Ursus*

Especie: *Ursus americanus* Pallas. 1780

Subespecies en México: *U. a. machetes* Elliot, 1903

*U. a. eremicus* Merriam, 1904

*U. a. amblyceps* Baird, 1859

### 3.2. Distribución

Algunos autores consideran que en México sólo se distribuyen 2 subespecies que son *U. a. machetes* y *U. a. eremicus* (Ramírez-Pulido *et al.*, 1996; Moctezuma, 1997), mientras que otros autores incluyen a la subespecie *U. a. amblyceps* (Hall, 1981; Doan-Crider y Hellgren, 1996) (Figura 1).

Knox en 1955 comparó especímenes del norte de Coahuila con especímenes representativos de *U. a. eremicus* y de *U. a. amblyceps*. En su opinión, los osos del norte de Coahuila tienen características intermedias entre *eremicus* y *amblyceps*, pero más cercanas a *eremicus*. Por otra parte restos de oso negro fueron encontrados en una cueva cerca de Cuatro Ciénegas, (al norte de Coahuila) y fueron asignados a *U. a. eremicus* por Gilmore (1947; citado por Baker, 1956). Los registros taxonómicos mencionados, no fueron publicados recientemente, para poder determinar así, si estas distinciones todavía existen y donde comienzan a ocurrir. En 1995b, Doan-Crider señaló que la reciente repoblación de osos negros en la región del Trans-Pecos, sugiere una mezcla genética de *U. a. amblyceps* y *eremicus*.

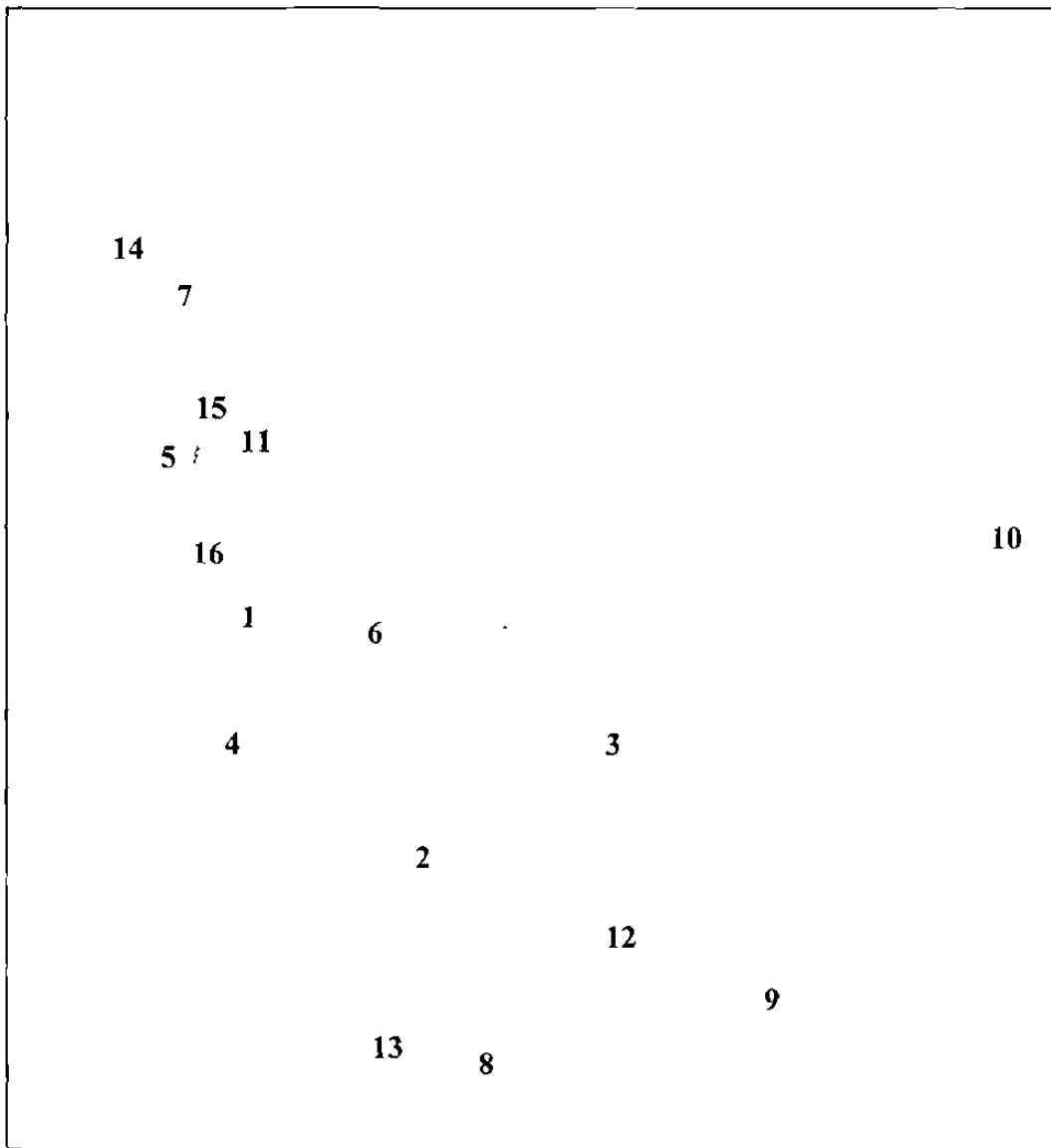


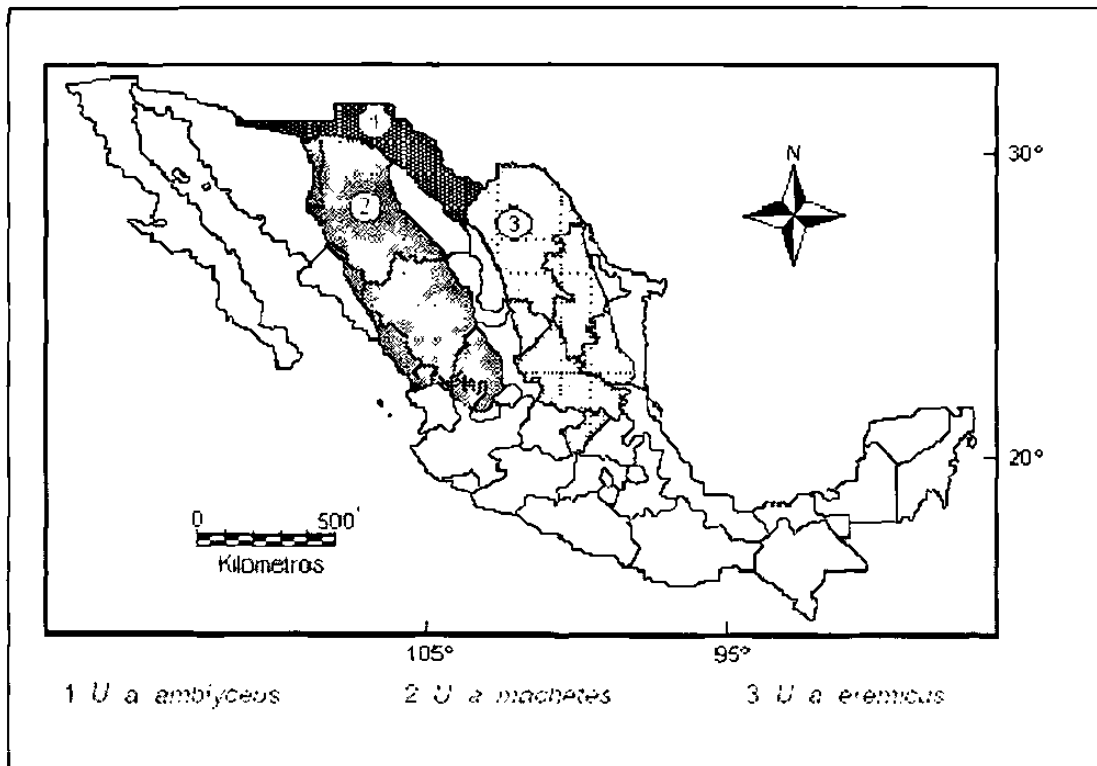
Figura 1. Distribución de las 16 subespecies de oso negro americano.

- |                                |                            |                            |                             |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1. <i>U. a. altifrontalis</i>  | 5. <i>U. a. carlottae</i>  | 9. <i>U. a. floridanus</i> | 13. <i>U. a. machetes</i>   |
| 2. <i>U. a. amblyceps</i>      | 6. <i>U. a. cinnumumum</i> | 10. <i>U. a. hamiltoni</i> | 14. <i>U. a. perniger</i>   |
| 3. <i>U. a. americanus</i>     | 7. <i>U. a. emmonsii</i>   | 11. <i>U. a. kermodei</i>  | 15. <i>U. a. pugnus</i>     |
| 4. <i>U. a. californiensis</i> | 8. <i>U. a. eremicus</i>   | 12. <i>U. a. luteolus</i>  | 16. <i>U. a. vancouveri</i> |

Existe escasa información sobre la distribución y estado actual del oso negro en México. En 1959, Leopold consideraba como el hábitat original de distribución de los osos las áreas montañosas de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León y Durango, extendiéndose hasta el sur de Zacatecas, en México.

Sin embargo, es muy claro que por causa de la destrucción y fragmentación del hábitat y de la cacería furtiva se ha reducido el área original habitada por el oso negro mexicano hasta un 80 % (Figura 2) (INE-SEMARNAP, 1997). Desde 1986, el oso negro se encuentra protegido por la norma oficial mexicana (NOM-059) y se considera como especie en peligro de extinción. Es importante señalar que las poblaciones en las Serranías del Burro, Coahuila se han recuperado, por tal motivo, sólo en ésta región se ha cambiado el estatus de especie en peligro, a sujeta a protección especial.

Figura 2. Distribución anterior y actual del oso negro en México, según INE-SEMARNAP 1997.



\*\*\*MAPA PROVINCIONAL

### 3.3. Densidad poblacional

El *Ursus americanus* es considerado el oso más común en Norteamérica. Datos de 1987 indican que existían entre 400,000 y 500,000 individuos en toda su área de distribución (Middleton, 1997). Otras estimaciones indican que en 1992, había un total de 655,000 a 681,000 individuos, incluyendo 200,000 en Alaska, de 170,000 a 185,000 en Estados Unidos y de 285,000 a 295,000 en Canadá (Highley y Chang, 1998). De acuerdo con datos reportados por el Trade Records Analysis of Flora and Fauna in Commerce (TRAFFIC) de Estados Unidos, la población total estimada de osos negros para Estados Unidos y Canadá en 1992-1993 fue de 566,000 a 804,000 individuos (Rose, 1995; INE-SEMARNAP, 1999). La tabla 1, muestra las densidades poblacionales de oso negro reportadas en distintas localidades de los Estados Unidos y el norte de México, se puede observar que las densidades van desde los 0.77 osos/Km.<sup>2</sup> en California, hasta 0.06 osos/Km.<sup>2</sup> en Arizona (LeCount *et al.*, 1984; LeCount, 1987; Waddell y Brown, 1984; INE-SEMARNAP, 1999).

Tabla 1. Densidad poblacional del oso negro americano, en distintas localidades de Norteamérica.

Localidad	Referencia	Km <sup>2</sup> /oso	osos/ Km <sup>2</sup>
California, EUA	Piekielek y Burton, 1975	1.3	0.77
Coahuila, Méx.	Doan-Crider, 1995 (estimador Lincon-Petersen)	1.4	0.72
Coahuila, Méx.	Doan-Crider, 1995 (estimador L-P modificado)	3.2	0.31
Coahuila, Méx.	Datos de las UMA de las "Serranías de Burro"	1.6	0.62
Virginia, EUA.	Hellgren y Vaughan, 1989	1.7	0.59
Washington, E.U.A.	Poelker y Hartwell, 1973	1.9	0.53
Idaho, E.U.A.	Beechman, 1980	2.1	0.48
Idaho, E.U.A.	Beechman, 1980	2.3	0.43
Montana, E.U.A.	Jonkel y Cowan, 1971	2.6	0.38
Arizona, E.U.A.	LeCount, 1982	3.0	0.33
Ontario, E.U.A.	Yodzis y Kolenosky, 1986	3.3-1.7	0.30-0.59
Arizona, E.U.A.	Waddell y Brown, 1984	3.6	0.28
Minnesota, E.U.A.	Rogers, 1987	4.3	0.23
Alaska	Schwartz y Franzmann, 1991	5.0	0.20
Colorado, E.U.A.	Beck, 1991	5.6	0.18
Maine, E.U.A.	Hugie, 1982	6.3	0.16
Arizona, E.U.A.	LeCount, 1982	7.0	0.14
Maine, E.U.A.	Hugie, 1982	11.1	0.09
Alaska, E.U.A.	Miller <i>et al.</i> , 1987	11.1	0.09
Arizona, E.U.A.	LeCount, 1987	16.7	0.06

En la tabla 1, se incluyen resultados de estudios realizados en las Serranías del Burro consideradas como parte de la Sierra del Carmen en Coahuila, México, donde se observa que las poblaciones de *U. a. eremicus* en las Serranías del Burro, presentan densidades mayores a las reportadas para algunas otras poblaciones de *Ursus americanus* en Norteamérica.

No obstante, a pesar de ser el úrsido más abundante en Norte América, algunas poblaciones de éstas especies se han reducido notablemente. Hacia 1940, las poblaciones de oso negro empezaron a desaparecer en el estado de Texas, EUA., por lo que en 1987 fue decretada como especie en peligro de extinción (Taylor, 1992) y posteriormente se creyó extinta al menos en el sur del estado. Sin embargo, hacia la década de los 90's se observaron varias hembras acompañadas de crías, así como un macho, en el Parque Nacional Big Bend, en Texas, lo que indica que las poblaciones se han restablecido en éste estado (LoBello, 1989). Algunos autores aseguran que es muy posible que estos osos sean emigrantes de la población del norte del estado de Coahuila y que llegaron a Texas a través de la Sierra del Carmen, que comunica a ambos estados (Doan-Crider, 1995b).

En México es poco lo que se sabe acerca del tamaño de las poblaciones de oso negro. Entre 1991 y 1994, Doan-Crider (1995b) realizó un estudio sobre la dinámica poblacional del oso negro en el norte de Coahuila. El estudio se realizó en predios registrados como unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMAS), localizada en el extremo suroeste de las Serranías del Burro (consideradas como parte de la Sierra Maderas del Carmen), que tiene una extensión de 100 Km<sup>2</sup>. En dicho estudio se emplearon técnicas de radiotelemetría y observación directa de individuos. En ésta investigación fue estimada la densidad de dos maneras distintas; en una se calculó utilizando el estimador Lincoln-Petersen; el resultado fue de 0.72 osos/Km.<sup>2</sup> (1.4 Km<sup>2</sup>/oso). Por otro lado se calculó la densidad usando una modificación del estimador mencionado, ajustándolo para fauna y los resultados obtenidos fueron de 0.31 osos/Km.<sup>2</sup> (3.2 Km<sup>2</sup>/oso). Se concluyó, que en ésta región de México, los osos negros de la subespecie *U. a. eremicus* son muy abundantes. De 1997 a 2001, Doan-Crider realizó la segunda fase del estudio de las poblaciones de oso de las Serranías del Burro, los resultados preliminares indican que la población sigue en

aumento, la reproducción continúa en altos rangos (3.3 oseznos / camada; n=7 hembras adultas), así mismo, la mortalidad a incrementado drásticamente a 80 % en 1999 y 60 % en 2000. El radio sexual de los individuos capturados con trampas corresponde a 2 hembras: 1 macho. Durante su primer estudio de 1991-1995 se reporto matanza intra específica de una hembra adulta. Doan-Crider mencionó que en la segunda fase de su estudio la muerte por canibalismo se ha incrementado considerablemente, así como la depredación de animales domésticos y por ende los conflictos con los seres humanos. incluso se han reportado ataques a personas (datos no publicados).

Hasta el momento, operan 18 UMAS en Coahuila que han llevado a cabo evaluaciones y monitoreos sobre la distribución y abundancia de las poblaciones de *U. a. eremicus* en las Serranías del Burro; dichos monitoreos han consistido en observaciones directas de ejemplares por medio de recorridos terrestres, aéreos y en estaciones experimentales con atrayentes olfativos, además de observaciones de indicios como huellas y excretas. Durante los monitoreos realizados en 1998 y 1999 en 16 UMAS, se observaron un total de 300 individuos en 48,660 Hectáreas muestreadas, correspondientes a 68 machos adultos, 16 machos juveniles, 61 hembras, 82 crías y 73 individuos no identificados, que se traduce en una densidad de 0.62 osos/Km<sup>2</sup> (1.6 Km<sup>2</sup>/oso) (Conservadores de ecosistemas del Puerto del Pino, A.C., datos no publicados).

Dada la baja tasa de mortalidad y la alta densidad de la población de oso negro en las Serranías del Burro, es posible que ésta población se haya recuperado completamente, a partir de su previo decaimiento. Además, puede estar funcionando como un reservorio de individuos para otras áreas aledañas como son el ecosistema Big Bend en Texas, E.U.A. Sin embargo, el efecto que ésta población tiene sobre las áreas aledañas es desconocido debido a que el área es muy extensa y a que existe poca información sobre la reproducción, mortalidad y densidad de oso en otras regiones de la Sierra del Carmen y del ecosistema del Big Bend (Doan-Crider, 1995).

#### **3.4. Hábitat utilizado**

El oso negro habita en bosques tanto de coníferas como de planifolios, en una extensa área que tienen el norte de México como su límite meridional, extendiéndose por el norte hasta Alaska. El oso es uno de los pobladores más característicos y quizá de los mejores adaptados al medio forestal de latifoliadas (Vidal, 1998).

Según Leopold (1959), el tipo de hábitat donde se distribuye el oso negro en México, incluye los bosques de pino-encino de la Sierra Madre Occidental llegando hasta el sur de Zacatecas; las zonas desérticas montañosas del noroeste de Sonora, Chihuahua, Coahuila, y norte de Nuevo León; así como, los bosques y malezas de la Sierra Madre Oriental, al sur de Nuevo León y Tamaulipas. El autor indicó no haber encontrado pruebas de que los osos existieron en las mesetas del sur. Sugirió además, que las poblaciones han disminuido como resultado del exterminio por la cacería y la modificación del hábitat; pero que en general, han persistido sorprendentemente en el norte de México. Sin embargo, afirmó con seguridad, que las poblaciones son escasas en la mayor parte de su área de distribución.

### **3.5. Alimentación y nutrición estacional**

La familia Ursidae pertenece al orden de los carnívoros, sin embargo, en el curso de la evolución los osos se han ido transformando en animales omnívoros, con un espectro trófico muy amplio, esto les ha permitido aprovechar al máximo los recursos disponibles en el bosque (Vidal, 1998). Aunque pudieran ser activos depredadores de presas vertebrados (principalmente mamíferos), ellos son grandes y carecen de la especialización de otros miembros del orden carnívora para capturar presas activas; por su postura de plantígrados, su constitución robusta, además de lo pesado de sus piernas, el recorrido rápido de grandes distancias en busca ó detrás de su presa se ve limitado. Por tanto, como depredadores son ineficientes y muestran un comportamiento de depredadores oportunistas: en consecuencia dependen principalmente de alimento vegetal y de insectos, especialmente larvas y pupas (Powell *et al.*, 1994; Herrero, 1985).

El oso negro evolucionó para consumir principalmente materia de origen vegetal (Herrero, 1985), ésta porción varía en su dieta pero generalmente no es menos del 80 % (Hellgren y



Vaughan, 1988; Hellgren, 1991; McClinton *et al.*, 1992). Es totalmente selectivo con su alimento y prefiere aquellos que son fáciles de digerir; consume frutas, nueces, hojas tiernas y otras partes vegetales, además muestra un comportamiento alimenticio muy oportunista (Beeman y Pelton, 1980; Bacon y Burghardt, 1983; Carlock *et al.*, 1983; Eagle y Pelton, 1983; Herrero, 1985; Hellgren y Vaughan, 1988; Hellgren, 1991; McClinton *et al.*, 1992; Vidal, 1998). Por otra parte, el material de origen animal consumido por el oso se encuentra compuesto en mayor proporción de insectos, además de pequeños mamíferos, carroña, pecarí de collar (*Tayassu tayacu*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (Hellgren y Vaughan, 1988; McClinton *et al.*, 1992; Powell *et al.*, 1994). El oso negro tiene requerimientos de ciertos aminoácidos esenciales y con pequeñas cantidades de material animal en la dieta quizá satisfaga éstos requerimientos (Cramton y Harris, 1969).

Los alimentos del oso cambian en abundancia y calidad nutricional de estación en estación y año tras año. Por tanto, debe ser capaz de encontrar todos los recursos necesarios para su existencia diaria dentro de su hábitat y debe variar el tamaño de éste como respuesta a cambios en la productividad de alimento (Burt, 1943; McNab, 1963; Harestad y Bunnell, 1979; Hixon, 1980; Lindstedt *et al.*, 1986). Evidencias sugieren que el alimento es el recurso más importante para la especie, ignorando si es necesario el acceso a compañeros (Rogers, 1976, 1977).

La primavera después de la hibernación, es un período de relativa escasez de alimento y de estrés nutricional para el oso negro, que en respuesta tiende a perder peso (Pelton, 1982; Eagle y Pelton, 1983). En éste período, consume principalmente zacates y herbáceas (Baker, 1956; Carrillo y Orozco, 1981; Niño, 1989; Doan-Crieder, 1995a y Doan-Crider y Hellgren, 1996), que son altos en fibra y generalmente indigeribles para la especie (Eagle y Pelton, 1983). Es una época donde los osos, quizá no satisfacen adecuadamente sus requerimientos. Se observa además un alto nivel de actividad de las hembras que se encuentra lactando, lo que probablemente refleja un esfuerzo por alimentarse adecuadamente (Garshelis y Pelton, 1980). La principal fuente de proteínas en ésta estación la proporciona el material animal, principalmente colonias de insectos (Eagle y Pelton, 1983).

El verano y el otoño son épocas de importancia crítica para el oso negro, ya que en verano tardío y en otoño los depósitos de grasa deben ser incrementados para poder sobrevivir al período de hibernación (Leopold, 1959; Pelton, 1982). En verano, el oso prefiere alimentarse con tallos tiernos de arbustos y frutos suaves de árboles, esto varía según la región. El consumo de material de origen animal se ve incrementado en ésta época (Eagle y Pelton, 1983) y los insectos llegan a ser la principal fuente de proteínas (Baker, 1956; Carrillo y Orozco, 1981; Eagle y Pelton, 1983; Niño, 1989; Doan-Crider, 1995a; Doan-Crider y Hellgren, 1996). En verano tardío, los osos inician la ganancia de peso (Beeman, 1975), reflejando una respuesta al amplio plano nutricional (Eagle y Pelton, 1983). En otoño, los osos deben consumir grandes cantidades de alimento para ganar un peso adecuado y sobrevivir al invierno. En éste sentido, se ha reportado que en años donde la productividad de alimentos es baja los osos recorren grandes distancias en su busca (Garshelis y Pelton, 1980; Garshelis *et al.*, 1983; Rogers, 1977; Schorger, 1946, 1949). Durante éste período, el oso negro prefiere alimentarse con una mezcla de tallos suaves y duros además de bellotas, esto puede variar, sin embargo, a diferencia de períodos anteriores, solo una pequeña porción de su dieta consiste en material de origen animal, correspondiente generalmente a insectos (Baker, 1956; Carrillo y Orozco, 1981; Eagle y Pelton, 1983; Niño, 1989; Doan-Crider, 1995a; Doan-Crider y Hellgren, 1996) que representan su principal fuente de proteínas (Eagle y Pelton, 1983).

En suma, el verano tardío y el otoño son períodos críticos para el oso negro, dado que el crecimiento fetal ocurre durante el otoño tardío, poco después de la estación de abundancia de bellotas y de otros alimentos, y la salud de los oseznos dependerá de la condición de la madre durante ésta época. Así mismo, las hembras preñadas paren solo si alcanzan y mantienen un adecuado estado nutricional antes de la hibernación (Rogers, 1976). La dieta de verano tardío y otoño, provee a los osos de grasas y carbohidratos; es una dieta alta en energía y baja en proteínas, que les permite incrementar rápidamente su peso (Beeman, 1975). Éste incremento tal vez sea importante para la sobrevivencia de la especie al período de hibernación y al período de escasez de alimento al inicio de la primavera (Eagle y Pelton, 1983; Hellgren y Vaughan, 1989; Doan-Crider, 1995a).

### 3.6. Hábitos alimenticios

Pocos estudios sobre los hábitos alimenticios del oso negro mexicano han sido realizados. A continuación se citan estudios realizados en la Sierra Picachos en Nuevo León, las Serranías del Burro y la sierra Maderas del Carmen en Coahuila, México. además, se incluyen estudios realizados en el Parque Nacional Big Bend en Texas, Estados Unidos, el cuál colinda con la porción noroeste de la sierra Maderas del Carmen.

Leopold (1959), describe la dieta de verano y otoño del oso negro en las montañas del norte de México. En verano encontró una variedad de frutos, entre ellos cerezo silvestre, madroño, uvas de Obregón y otros frutos cultivados. En otoño el alimento principal fueron la manzanita y las bellotas. Además de otros alimentos reportados, como hormigas, abejas, otros insectos *Hymenópteros*, así como carroña de venado y ganado bovino.

Niño (1989), determinó la dieta de verano del oso negro en la Sierra Picachos. N. L., en 1980, mediante el análisis de 13 excretas. El material de origen vegetal, fue el componente dominante comprendiendo el 97 % de la dieta y el material animal solo el 2 %. El material vegetal encontrado en orden de importancia fueron peras (*Pyrus communis*) 30 %, bellotas (*Quercus* spp.) 28 %, elotillo (*Conopholis mexicana*) 15 %, fibra vegetal 13 %, tuna/nopal (*Opuntia* spp.) 8 %, gramíneas 3 %, insectos 2 %, sotol (*Dasylirion texanum*) 1 %, además de pequeñas cantidades de ciruelo silvestre (*Poliestes* spp.), malva (*Sida* sp.), uva del monte (*Vitis monticola*), paixtle (*Tillandsia* sp.), musgo (*Bryophyta*), guapilla (*Hechtia glomerata*) y ocotillo/capitaneja (*Verbesina* sp.). El autor determinó además la preferencia de consumo del oso, reportando que el mayor nivel de preferencia lo presentaron hacia las peras con 37 %, seguido por las bellotas 29 % y el elotillo 23 %. El material animal correspondió principalmente a insectos como, hormigas, avispas, además de mariposas y polillas de la familia *Curculionidae*; escarabajos y gorgojos de las familias *Carabidae*, *Cerambycidae*, *Fassalidae* y *Scarabeidae*; También determinó la presencia de moscas, termitas, y otros del orden *Isóptera*, así como, mariposas, polillas, y otros insectos del orden *Lepidóptero*. Los restos de mamíferos fueron algunos pelos no identificados y carroña de bovino (determinada como carroña por observación de rastros).

En 1992, McClinton *et al.* analizaron 17 excretas colectadas en el Parque Nacional Big Bend. Determinaron entonces que el material de origen vegetal constituyó el 73 % de la dieta y el material animal el 18 %. El material vegetal correspondió a madroño (*Arbutus xalapensis*), manzanita (*Arctostaphylos* sp.), sotol (*Dasylirion texanum*), pitaya cactus (*Echinocereus* sp.), táscate (*Juniperus* sp.), tuna, pino piñonero (*Pinus cembroides*), bellotas, zacates no identificados, 2 géneros de mamíferos: Venado cola blanca y pecarí de collar y además 2 familias del orden *Hymenóptera* (hormigas y avispas).

Hellgren (1993a; 1993b), analizó 50 excretas colectadas de mayo a septiembre de 1991, en el Parque Nacional Big Bend, identificó 16 diferentes componentes alimenticios. El material vegetal comprendió 77 % de la dieta en verano temprano y 86 % en verano tardío. En verano temprano, los niveles de yuca (*Yucca* spp.) y sotol (*Agave* spp.) fueron los más altos de la dieta (24 %), así mismo, los frutos más importantes fueron lima de la sierra (*Rhus microphylla*), lantrisco (*Rhus trilobata*) y agrito (*Berberis trifoliolata*), que también fueron consumidos durante el verano tardío. El elotillo se observó en excretas durante todo el verano. El material de origen animal constituyó 14 % de la dieta en verano temprano y 11 % en verano tardío, compuesta en mayor proporción de insectos (especialmente hormigas) y además de venado cola blanca. Hellgren sugirió, que las excretas que contienen hormigas, comúnmente contienen desechos como madera, rocas y tierra. De las muestras analizadas por el autor, 4 excretas contenían restos de venado (pelo, hueso y en un caso pezuñas de cervatillos), además, pelos solitarios de oso negro fueron encontrados en 19 excretas, que probablemente representen actividades de acicalamiento.

Doan-Crider (1995a) analizó 203 excretas colectadas en el Parque Nacional Big Bend. Reportó que el material de origen vegetal comprendió el 95 % de los componentes alimenticios encontrados y el material de origen animal fue el 4.3 % (principalmente insectos), así mismo, reportó consumo de tierra, ramitas y piedras. Doan-Crider, delineó 4 patrones de dieta estacional en base a la densidad relativa (DR) de los principales componentes alimenticios encontrados; primavera-verano (incluyendo principios de julio), verano tardío, otoño temprano (septiembre a octubre) y otoño tardío (octubre a noviembre).

La dieta de primavera-verano presentó 80 % de material herbáceo en forma de hojas de sotol y/o yuca, el 20 % restante fueron insectos. En verano tardío, el material herbáceo disminuyó a solo 35 % comprendiendo además de yuca y/o sotol, hojas principalmente de encino; También reportó elotillo y bellotas (75 %), que fueron los componentes dominantes, además de otros componentes encontrados en menor proporción, tales como tunas (6 %) y pino piñonero (1 %); el porcentaje de materia de origen animal consumido, correspondió a 3 % de mamíferos. En otoño temprano, el consumo de bellotas disminuyó a solo 2 % y fue reemplazado por frutos como chapote negro (*Diospyros texana*) (38 %) y táscate (22 %), las tunas disminuyeron a 20 % y el madroño a 13 %. La dieta de otoño tardío presentó 78 % de madroño, 2 % hormigas, 2 % de hojas, elotillo y pequeñas cantidades de mamíferos (2 %). Durante el estudio, los 5 mamíferos identificados fueron venado, jabalí, coyote (*Canis latrans*), zorrillo (*Mephitis* spp.), roedores (*Rodentia* spp.) y otros pequeños mamíferos no identificados. Varias excretas presentaron pelo de oso. Doan-Crider (1995a), además de determinar la dieta del oso negro en el Parque Nacional Big Bend, realizó las mismas determinaciones en las "Serranías del Burro" mediante el análisis de 642 excretas de 1991 a 1993. Reportó 93 % de material de origen vegetal y 7 % de material de origen animal (principalmente insectos). Delineó 3 dietas estacionales: primavera (marzo a mayo), verano (junio a septiembre) y otoño / invierno (octubre a enero). Otros materiales fueron consumidos (incluyendo tierra, ramas y piedras) pero no fueron incluidos en los resultados. En primavera las herbáceas (incluyendo zacates), fueron altamente consumidas, también consumieron grandes cantidades de insectos. En verano el consumo de herbáceas (incluyendo zacates) y frutos fue elevado, especialmente el consumo de elotillo, así mismo, fueron determinadas grandes cantidades de insectos. En otoño-invierno las bellotas fueron el componente más usado por los osos, además de frutos como cerezo silvestre (13 %), tejocote o manzanilla (*Crataegus* spp.) (19 %), chapote negro (25 %) y pequeñas cantidades de uvas silvestres (<6 %), que fueron consumidos durante octubre y noviembre. El consumo de bellotas aumentó en noviembre y diciembre para después disminuir. Los zacates fueron todavía utilizados a través de otoño e invierno, al igual que los insectos (incluyendo hormigas y material frondoso). Pocas excretas presentaron pelo de oso y fue probablemente de actividades de acicalamiento. No fueron observadas evidencias de canibalismo en las excretas.

Las tablas 2 y 3 muestran un resumen de los principales alimentos consumidos por el oso negro en el noreste de México y en el Parque Nacional Big Bend al sureste de Estados Unidos, según Leopold (1977); Niño (1989); McClinton *et al.*, (1992); Hellgren (1993b) y Doan-Crider (1995a).

Tabla 2. Nombres comunes y científicos de los componentes de origen vegetal de la dieta del oso negro, en el Parque Nacional Big Bend, y en algunas áreas del norte de México.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Agarito	<i>Berberis trifoliolata</i>
Bellotas/encino	<i>Quercus</i> spp.
Bellotas/encino	<i>Q. virginiana</i>
Elotillo	<i>Conopholis mexicana</i>
Guapilla	<i>Hechtia glomerata</i>
Táscate	<i>Juniperus</i> sp.
Lantrisco	<i>Rhus trilobata</i>
Lima de la sierra	<i>R. microphylla</i>
Madroño texano	<i>Arbutus xalapensis</i>
Malva	<i>Sida</i> sp.
Manzanita	<i>Arctostaphylos</i> sp.
Mazorquilla	<i>Phytolacca americana</i>
Musgo	<i>Bryophyta</i>
Ocotillo capitaneja	<i>Verbesina</i> sp.
Paixtle	<i>Tillandsia</i> sp.
Pera	<i>Pyrus communis</i>
chapote negro	<i>Diospyros texana</i>
Pitaya cactus	<i>Echinocereus</i> sp.
Sotol	<i>Agave</i> spp.
Sotol	<i>Dasylirion texanum</i>
Tejocote manzanilla	<i>Crataegus</i> spp.
Tuna	<i>Opuntia</i> spp.
Uva del monte	<i>Vitis arizonica</i>
Yuca	<i>Yucca</i> spp.

Tabla 3. Nombres comunes y científicos de los componentes alimenticios de origen animal. de la dieta del oso negro, en el Parque Nacional Big Bend y en algunas áreas del norte de México.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE CIENTÍFICO
Avispas	<i>Vespidae</i>
Cerdo silvestre	<i>Sus scrofa</i>
Conejo	<i>Sylvilagus spp.</i>
Coyote	<i>Canis latrans</i>
Escarabajos	<i>Coleópteras, Scarabeidae</i>
Escarabajos, gorgojos, etc.	<i>Carabidae, Fasalidae, Cerambicidae</i>
Ganado bovino (carroña)	<i>Bos sp.</i>
Hormigas, avispas, etc.	<i>Hymenóptera</i>
Mariposas, polillas, etc.	<i>Curculionidae, Lepidóptero</i>
Moscas, termitas, etc.	<i>Isóptera</i>
Pecarí de collar	<i>Tayassu tajacu</i>
Venado bura	<i>Odocoileus hemionus</i>
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>
Zorrillo	<i>Mephitis spp.</i>

### 3.7. Producción de alimento

La producción de alimentos ha sido estrechamente relacionada con el tamaño de la población, ámbitos hogareños y organización social de muchas especies animales. Muchos patrones pueden verse afectados no solo por ésta producción sino también por la variación de la misma (Powell 1989). Según estudios realizados por Rogers (1976), la producción de *Vaccinium* spp. y otros importantes alimentos del oso negro han afectado su dinámica poblacional, particularmente sus tasas de reproducción y mortalidad.

Powell y Seaman (1990) documentaron la producción de los alimentos más importantes para esta especie en la zona sureste de las Montañas Apalaches, E.U.A. La producción anual conjunta de *Vaccinium* spp., *Gaylussacia* spp. y *Rubus* spp. en áreas con cobertura igual o mayor al 25 % promedió  $52 \pm 24$  Kg./Ha para los 3 años del estudio. Las producciones anuales oscilaron entre  $6.5 \pm 11$  a  $85 \pm 92$  Kg./Ha. La producción de hayas para toda el área de estudio fue de  $2.6 \pm 2.0$  Kg./Ha. La gran variabilidad en la producción anual puede haber tenido un impacto significativo sobre la dinámica poblacional de los osos negros, pero esto no ha sido aún documentado.

La producción de bellotas de encino en el Pisgah Sanctuary Bear fue estudiada por Beck (1997) y por Olson (1968; citados por Powell y Seaman 1990). Para todas las especies de

encino de su área de estudio, la producción combinada fue de  $58.1 \pm 64.3$  Kg./Ha. La producción reportada de bellotas, es similar a la reportada en esta investigación, sólo con 2 especies de encino.

Los alimentos del oso cambian en abundancia y calidad nutricional de estación en estación y año tras año. El oso debe ser capaz de encontrar todos los recursos necesarios para su existencia diaria dentro de su hábitat y deben variar el tamaño de éste en respuesta a los cambios en la productividad y abundancia de alimento debido a que es el recurso más importante para la especie.

Algunos autores han reportado que existe una importante relación entre abundancia de alimento y el éxito reproductivo. Las hembras preñadas paren solo si alcanzan y mantienen un adecuado estado nutricional antes de la hibernación y la salud de los oseznos depende de la condición de la madre en ésta época (Pelton, 1982; Garshelis *et al.*, 1983; Lindstedt *et al.*, 1986; Schwartz and Franzmann, 1991).

La productividad de los animales es un reflejo del valor nutritivo de sus alimentos, es el resultado del consumo, la digestión y la eficiencia en la utilización de los nutrientes absorbidos. Consecuentemente, una consideración importante para la evaluación de la calidad de los alimentos es el uso de análisis químicos que puedan predecir la disponibilidad de la energía, el nivel de consumo de la materia seca de los alimentos, y/o el desempeño de la especie. Generalmente, un mayor énfasis se da a los análisis químicos rutinarios y biológicos debido a que éstos son más precisos. El análisis de alimentos proximal, incluye la determinación de humedad, proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN) y cenizas, que son necesarios para evaluar la calidad nutricional de los alimentos y por consiguiente del hábitat.

### **3.8. Requerimientos energéticos y capacidad de carga**



Los hábitos alimenticios y el uso de hábitat por el oso negro han sido intensamente estudiados en otros países. Esta información ha sido útil para entender la biología de sus poblaciones, pero no para medir la calidad del hábitat o la capacidad de carga. Aunque se han hecho algunos esfuerzos para cuantificar los cambios estacionales en la eficiencia digestiva de los osos, pocos estudios han evaluado el valor nutritivo de los alimentos que consumen (Pritchard y Robbins 1990).

El número de animales capaces de vivir en un área dada es llamada capacidad de carga que puede ser en parte la habilidad de esa área de proveer energía a la población. La capacidad de carga es una consideración muy importante para el manejo de los osos, debido a que el éxito reproductivo de la especie está dado en respuesta a la disponibilidad de alimento.

Por tanto, es posible que la energía sea un factor limitante para la especie. Por lo cuál, es necesario acercarnos a determinar el aporte nutricional del ecosistema Maderas del Carmen para el oso negro, al menos de los principales componentes de su dieta, con el objetivo de establecer una población mínima viable. De primer interés con éste objetivo es el número de osos que la región de la sierra Maderas del Carmen podría soportar, pero éste parámetro es desconocido.

El primer paso para estimar la capacidad de carga basada en la energía, es determinar los requerimientos de energía, este valor puede entonces ser dividido en la energía disponible para la especie resultando en una aproximación de la capacidad de carga.

Hewitt (1988), presentó un modelo energético para los osos grizzly del Parque Nacional Yellowstone, Estados Unidos, por medio del cuál, los requerimientos de una población de osos podrían ser determinados. Los requerimientos del oso grizzly, fueron estimados usando una aproximación factorial en la cual la energía usada para el crecimiento, actividad reproductiva y mantenimiento, fueron sumadas.

El método ha sido usado para otras especies como el puma (Ackerman *et al.*, 1986) y para ungulados (Robbins, 1983; Hobbs *et al.*, 1982; Swift, 1983). Sizemore (1980) uso una

técnica similar para estimar los requerimientos de energía de los osos grizzly del Yellowstone, pero los datos reunidos desde 1980 han impedido el desarrollo de un modelo más preciso. A causa de la gran variación estacional de la comida, los requerimientos fueron determinados en una base mensual, para permitir la identificación de períodos críticos cuando la energía disponible está limitada. Los requerimientos de energía fueron determinados por separado para machos y hembras por las diferencias de peso y gastos reproductivos. Esto permite flexibilidad en aplicar el modelo a poblaciones teóricas con diferentes rangos de sexo, se debe hacer notar que los parámetros en este modelo son específicos para los osos grizzly en el ecosistema Yellowstone. Con ajustes en las variables apropiadas y una reevaluación de las suposiciones en el modelo podría ser aplicado a otras áreas y subespecies de osos (Hewitt, 1988).

#### **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### 4.1. Área de estudio

El área de estudio comprende el área de protección de flora y fauna Maderas del Carmen (APMC), localizada al norte del Estado de Coahuila, México. Esta área protegida, está formada por las sierras Maderas del Carmen y El Jardín. Las Serranía del Burro se consideran una extensión de la sierra Maderas del Carmen, presenta características similares, pero se encuentra fuera del área de protección de flora y fauna. La Sierra del Carmen, tiene una extensión de 261,943 Hectáreas (Wood *et al.*, 1999). El área de estudio incluye también la zona de influencia, es decir, los alrededores de dicha área, que son influenciados por la misma, dado que las actividades de manejo no deben estar restringidas solo a la reserva. El área primaria de estudio corresponde al Rancho Maderas del Carmen que forman parte de la sierra Maderas del Carmen, dentro del cuál se encuentran importantes puntos de muestreo y de actividad del oso tales como, El Centinela, Cueva la escondida, Pilote del Mábrico, El Club, Cañón el Moreno, los Aserraderos #1 y #2, entre otros.

El área de las sierras Maderas del Carmen y El Jardín, conforman un sistema, que por su origen geológico y sus condiciones actuales constituye una “isla” desde el punto de vista biológico. El APMC, tiene un origen ígneo, dentro de una región prácticamente de origen sedimentario, así como una elevada altitud, mayor a los 2000 m, que alcanzan ambos macizos (las sierras Maderas del Carmen y El Jardín) con los consiguientes cambios de precipitación, temperatura, tipo de suelo y su accidentada topografía, factores que en conjunto han conservado una serie de comunidades biológicas que van desde el bosque templado de pino, oyamel, hallarín y píceas (relictos de otras épocas mas frescas y húmedas), hasta el matorral desértico, que cubre prácticamente el norte del estado (INE-SEMARNAP, 1997; Muldavin *et al.*, 1997). El APMC además de contar con una gran riqueza y diversidad de especies, también forma parte de un corredor natural, a través del cuál se desplazan numerosas especies de animales y se dispersan diversas especies vegetales. Esta zona fue declarada área natural protegida debido entre otras cosas a que alberga algunas especies amenazadas y en peligro de extinción incluyendo al oso negro,

además es considerado como un corredor biológico natural entre el Parque Nacional Big Bend en Texas y Maderas del Carmen (Diario Oficial de la Federación, 1994).

#### **4.1.1. Descripción geográfica**

El APMC se localiza en el extremo noroeste del estado de Coahuila, México; en la frontera sur con el estado de Texas, Estados Unidos, muy próxima al límite con el estado de Chihuahua (Figura 3). La parte norte y noroeste del área está limitada por el Río Bravo, donde colinda con el Parque Nacional Big Bend; al oeste y al sur está limitada por la carretera estatal No.22 Melchor Múzquiz-Boquillas del Carmen y al este por el camino de terracería El Melón-La Linda. Forma parte de los municipios de Ocampo, Acuña y Múzquiz. Tiene una extensión de 261,943 Ha de superficie. Geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas 29°22.45' y 28°42.21' N; 102°56.23' y 102°21.08' W. Su altitud fluctúa desde los 560 (Boquillas del Carmen) hasta los 2700 m (en el Pico de Loomis), (Jiménez y Zuñiga, 1991; INE-SEMARNAP, 1997).

#### **4.1.2. Clima**

El clima es templado con un rango de temperaturas mensuales de -7° a 10° C en enero y 16° a 31° C en julio. Schmidt (1986) reportó 16° C como la temperatura media anual para altitudes aproximadas a los 1600 m en el desierto de Coahuila. (citado por Doan-Crider, 1995b).

Según datos publicados por Baker (1956), la mayor parte del estado de Coahuila es árida; la poca lluvia que cae, se presenta en los meses calientes, y probablemente el lado este del Estado de Coahuila, tiene una precipitación media anual menor a las 10 pulgadas. El noroeste de México recibe por muchos meses del año el aire húmedo del este y sureste, el cual viene del Océano Atlántico y del Golfo de México; cuando el aire húmedo alcanza la cadena montañosa es enfriado, y las características lluvias de verano en las montañas ocurren como consecuencia de esto.

Sin embargo, la precipitación media anual para el área de estudio fue de 66.8 cm, y de 76.8 cm durante 1991-1994 respectivamente. Además, algunas nevadas ocasionales ocurren de octubre a febrero, pero raramente exceden los 20 cm, y son de poca duración, aproximadamente de 2-3 días (Reportes climatológico del Rancho el Rincón, datos no publicados; citado por Doan-Crider, 1995b).

#### **4.1.3. Hidrología**

El APMC se encuentra dentro de la región hidrológica número 24 (RH24) Bravo-Conchos, que abarca una extensa zona de Coahuila. Incluye las siguientes cuencas y subcuencas: Cuenca Río Bravo-Ojinaga, subcuencas intermedias Río Bravo-Arroyo de las Vacas y Río Bravo-Alamos; Como límites de estas cuencas están las sierras Maderas del Carmen y La Encantada; Cuenca Río Bravo-Presa La Amistad, subcuenca intermedia Río Bravo-Arroyo Palomos; Tiene como límites la porción este de la sierra Maderas del Carmen y las Serranías del Burro; Cuenca Presa Falcón-Río Salado, subcuenca intermedia Río Alamos; Tiene como límites la sierra Santa Rosa. De acuerdo con la información anterior, la red hidrológica superficial del área protegida está formada por un gran número de arroyos. Sin embargo, sólo algunos en las partes más elevadas mantienen agua durante todo el año. Los escurrimientos de precipitación son en general para las tres cuencas citadas. (SPP, 1982<sup>a</sup> y 1983; citado por el INE-SEMARNAP, 1997).

#### **4.1.4. Geología**

Las formaciones rocosas son básicamente sedimentarias mesozoicas y pertenecen a los períodos Cretácico Superior e Inferior. La secuencia sedimentaria se encuentra intrusionada por rocas ígneas graníticas y en la parte alta de la secuencia existe un "sill riolítico". En el oeste se encuentra limitada por una gran falla, conocida como Falla de La Noria. (Consejo de Recursos Minerales, op. cit.; citado por INE-SEMARNAP, 1997).

#### 4.1.5. Suelos

Las partes altas de las sierras, están categorizadas como sierras complejas, donde dominan los litosoles de color pardo y de textura media, asociados a otros suelos más profundos y oscuros que sobreyacen a materiales calcáreos, llamados rendzinas. También se encuentran litosoles asociados a regosoles calcáreos, los cuales son suelos claros de textura media, limitados por un estrato rocoso. Además, en menor proporción se encuentran los xerosoles cálcicos y castañozems.

#### 4.1.6. Características bióticas

la lejanía del APMC respecto de los grandes centros de población y su relativa inaccesibilidad por lo escarpado del terreno, ha protegido considerablemente sus bosques, los cuales, se encuentran en buen estado y han permitido la supervivencia de algunas especies que siguen siendo fuertemente perseguidas en el resto del país, como es el oso negro.

##### 4.1.6.1. Comunidades animales

De acuerdo con la clasificación descrita por Jiménez y Zúñiga (1991).

##### Vertebrados de montaña

Incluyendo: escorpión (*Gerronothus liocephalus*), cascabel de las rocas (*Crotalus lepidus*), azulejo de pecho gris (*Aphelocoma ultramarina*), carpintero arlequín (*Melanerpes formicivorus*), ratón de campo (*Peromyscus boylii rowleyi*), tuza (*Thomomys hottae sturgisi*), conejo del monte (*Sylvilagus floridanus robustus*), chichimoco (*Eutamias dorsalis carminis*), oso negro (*Ursus americanus eremicus*) y venado cola blanca (*O. v. carminis*).

##### Vertebrados de desierto

Corresponden a los siguientes: cascabel de diamantes (*Crotalus atrox*) y cascabel de cola negra (*C. Molossus*), correcaminos (*Geococcyx californianus*), codorniz escamosa

(*Callipepla squamata*), centzontle aliblanco (*Mimus polyglottos*), rata de campo (*Neotoma albigula*), rata canguro (*Dipodomys merriami*) y conejo de montaña (*Sylvilagus audubinii*).

#### Vertebrados saxícolas

Comprenden especies tales como; el ardillón (*Spermophilus variegatus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la ardilla de las rocas (*Ammospermophilus*).

### **4.1.7. Comunidades vegetales**

Según datos de Villarreal y Valdés (1992), quienes realizaron una revisión de la vegetación; y además de acuerdo con la clasificación descrita por Muldavin *et al.* (1997) (Figura 4).

#### **a) Matorral desértico Chihuahuense**

##### Matorral micrófilo

La especie más característica es la gobernadora (*Larrea tridentata*). Las especies comúnmente asociadas con ésta planta son, hojasén (*Flourensia cernua*), chaparro prieto (*Acacia neovernicosa*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), crucillo (*Condalia lycioides*), junca (*Koeberlina spinosa*), capulín (*Condalia greggii*), hierba blanca (*Parthenium incanum*), tomatillo (*Lycium berlandieri*), capulín blanco ó palo blanco (*Celtis pallida*), costilla (*Condalia spathulata*), cardón (*Opuntia imbricata*), cactus cola de rata (*Opuntia leptocaulis*), nopal, racuco (*Yucca australis*), palma crioya (*Yucca torreyi*), lima de la sierra, cacachila (*Citharexylum brachyanthum*), comida de cuervo (*Microrhamnus ericoides*), barbasco (*Sericodes gregii*) y zacate toboso (*Hilaria mutica*).

##### Matorral rosetófilo

Principalmente plantas suculentas incluyendo oreja de ratón (*Euphorbia antisiphilitica*), mala mata (*Jatropha dioica*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), guapilla (*Hechtia* sp.), nopales y varios tipos de biznagas (*Echinocactus*), pitaya cactus y biznaga de chiles (*Mammillaria*), entre otras.

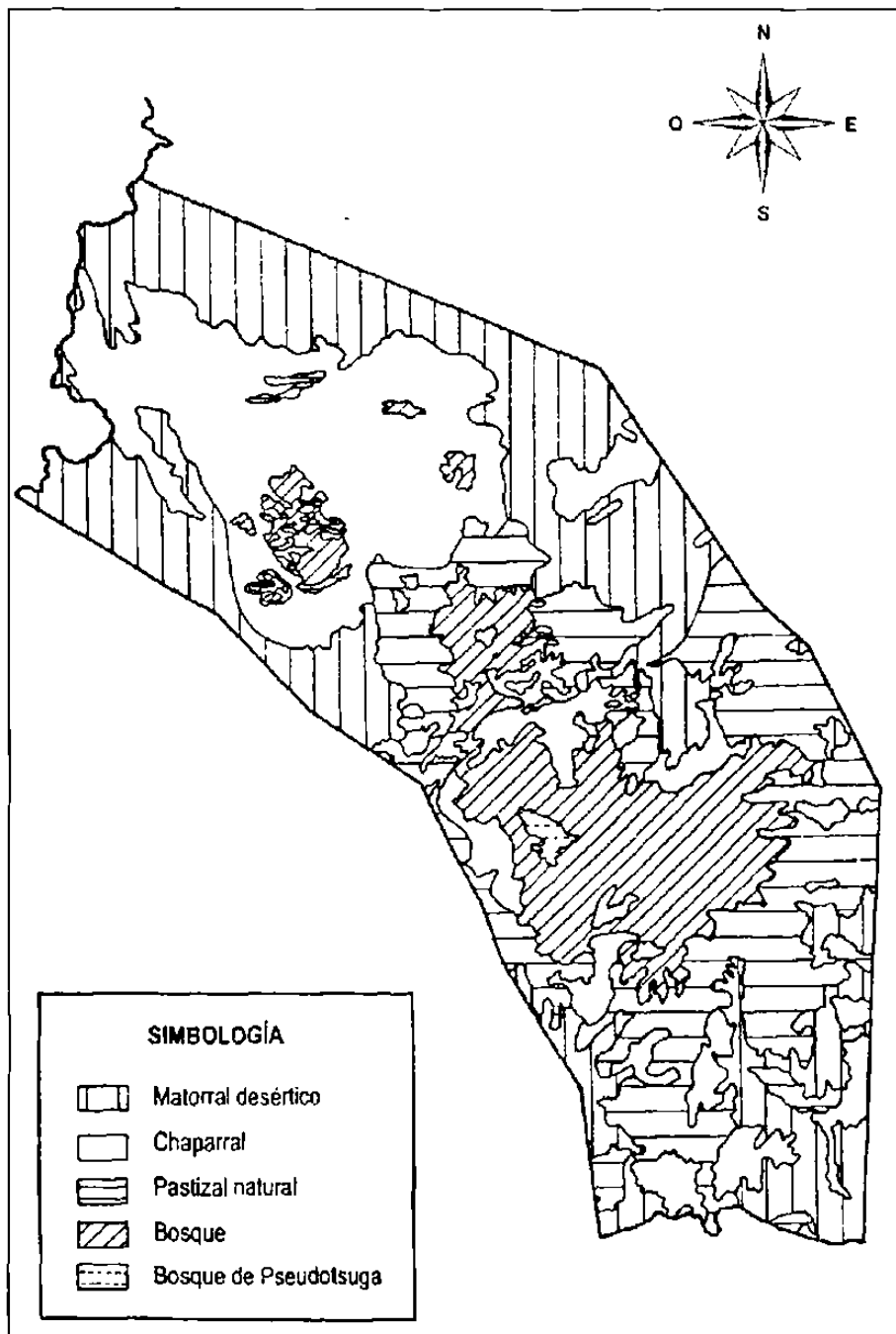


Figura 4. Mapa de la vegetación del área natural protegida Maderas del Carmen, en el estado de Coahuila, según INE-SEMARNAP (1997).

#### Matorrales halófilo y gypsófilo

Se caracteriza por la abundancia de hoja sén, además de gobernadora, mezquite, junco, costilla, hierba blanca (*Parthenium*), chaparro prieto, lima de la sierra, racuco, zacate de burro (*Scleropogon brevifolius*), zacate tobozo, mezquite, cortadillo (*Yucca elata*), popotillo



(*Ephedra torreyana*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), hierba de San Nicolás (*Gutierrezia* sp.) así como, de hierba del mosco (*Heliotropium greggi*).

#### **b) Matorral submontáneo**

Algunas de las especies más características son: encinos tales como, tesmili (*Quercus fusiformis*), encino blanco (*Q. invaginata*) y encino nechi (*Q. mohriana*), entre otras especies como chapote negro, coma (*Bumelia lanuginosa*), frijolillo (*Sophora secundiflora*), pata de cabra (*Bauhinia lunaroides*), lantrisco (*Rhus virens*), palo prieto (*Vauquelinia corymbosa*), guaje (*Leucaena greggii*), trompillo (*Colubrina macrocarpa*), vara prieta (*C. greggii*), vara dulce (*Eysenhardtia texana*), zorrillo (*Ptelea trifoliata*), ocotillo (*Amyris madrensis*), nogal (*Juglans rupestris*), palo blanco (*Celtis reticulata*), uña de cabra (*Acacia farnesiana*), monilla (*Ungnadia speciosa*), encino ahualpi (*Q. muhlenbergii*), olmo (*Ulmus multinervosa*) y en el flanco este de la sierra “El Carmen”, se presentan bosques abiertos de palmito (*Brahea bella*).

#### **c) Zacatal**

El zacatal verdadero está ampliamente dominado por zacate cepillo (*Bouteloua gracilis*), navajita, banderilla (*B. curtipendula*), zacate botrica (*Botriochloa saccharoides*), zacate lobero (*Lycurus phleoides*), zacate flechita (*Stipa eminens*), zacate tres barbas (*Aristida divaricata*), zacate chino (*Buchloe dactyloides*) y zacate cobachita (*Muhlenbergia monticola*). Estas especies se encuentran asociadas a las familias *Compositae*, *Asclepiadaceae* y *Scrophulariaceae*.

#### **d) Bosque de montaña**

##### Bosque de encino

La ladera oeste de la sierra El Carmen se encuentra ampliamente dominada por encinos tales como, encino charrasquillo (*Q. intricata*), encino blanco (*Q. invaginata*), encino

chaparro (*Q. pringlei*), encino manzanillo (*Q. laceyi*) y encino charrasco (*Q. hypoxantha*), asociados con cuachichic (*Garrya ovata*), lantrisco, Ramón (*Cercocarpus mojudensis*), comida de cuervo (*Microrhamnus ericoides*), agarito, romerito (*Cowania plicata*), manzanita, chaquira (*Ceanothus greggii*), membrillo (*Amelanchier denticulata*), madroño texano, fresno (*Fraxinus greggii*), palo santo (*Ceanothus lanuginosus*), lima de la sierra, zacate cortador (*Nolina erumpens*), sotol y yuca (*Y. carnerosana*).

#### Bosque de pino

Dominado usualmente por encinos, aunque los pinos piñoneros y los juníperos pueden ser muy abundantes. Las principales especies son, encinos de las subespecies tueca (*Q. gravesii*), chicharillo (*Q. hypoleucooides*), manzanillo (*Q. laceyi*), blanco (*Q. arizonica*), cascalote (*Q. sinuata*), nechi (*Q. mohriana*); así como juníperos de las subespecies cedrillos (*Juniperos flaccida*), táscate (*J. monosperma*); además de otras especies como pino piñon (*Pinus cembroides*), madroño texano y fresno (*Fraxinus cuspidata*); asociadas con hierba de barretero (*Salvia regla*), cuachichic, lantrisco, uva del monte, zorrillo, coma, ramoncillo (*Cercocarpus brevifolius*), palo verde (*Cercis canadensis* var. mexicana), cabrastilla (*Smilax bona-nox*) y monilla (*Ungnadia speciosa*).

#### Bosque de oyamel

Localizado a mayores altitudes como en la sierra El Carmen y dominado por pino blanco (*Pinus arizonica*), además de guayamé (*Pseudotsuga menziesi*), ciprés (*Cupressus arizonica*), encinos tueca, chicharillo y ahualpi, alamo temblón (*Populus tremuloides*) y encino haya (*Acer grandidentatum*). Los principales arbustos son, lonicera (*Lonicera pilosa*), chaquira (*Ceanothus coeruleus*), capulincillo (*Stipa tenuissima*) y cuca (*Piptochaetium fubriatum*).

Aunque no se presenta una vegetación subalpina propiamente dicha, sí se observan algunos elementos correspondientes a ésta como son el huayamé (*Abies coahuilensis*) y el acolote (*Pinus ayacahuite*).

## 4.2. Estimación de los hábitos alimenticios

La determinación de los hábitos alimenticios se realizó mediante el análisis de excretas, para lo cual se establecieron transectos permanentes, que comprendieron los diferentes tipos de vegetación, desde el plano desértico hasta el bosque de *Abies*. Dichos puntos fueron establecidos de forma sistemática, mediante la observación directa de las rutas de alimentación y dispersión de los osos.

La colecta de excretas se realizó a intervalos de 2 semanas, con la finalidad de detectar pequeñas variaciones de la dieta. Sólo fueron colectadas y procesadas excretas frescas. Se logró coleccionar un total de 290 excretas desde junio de 1998 a mayo de 1999. Las muestras se trasladaron a la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, para su posterior análisis en los laboratorios de Química y de Fauna Silvestre.

Inicialmente las muestras se analizaron mediante la técnica descrita por Niño (1989); las muestras fueron separadas manualmente y guardadas en bolsas de tela nylon para ser lavadas. Con la finalidad de determinar el lavado más eficiente de las muestras, se probaron diferentes concentraciones de solución jabonosa caliente (detergente Extran y agua), por diferentes períodos de tiempo. El lavado más eficiente fue utilizando una solución de detergente al 10 % por 45 minutos en agitación, posteriormente las muestras debieron ser lavadas con agua corriente e inmersas en una solución de hidróxido de amonio al 5 % durante 1.5 horas.

Por otra parte, se lavaron muestras sólo con agua corriente utilizando la técnica descrita por Eagle y Pelton (1985). Se compararon ambas técnicas, los resultados obtenidos mostraron que aunque el lavado de muestras utilizando la técnica descrita por Niño (1989) fue más eficiente, no hubo diferencias significativas en la identificación de los componentes de las muestras, además, al utilizar la técnica de Niño, los componentes de origen animal podían dañarse con facilidad, lo que dificultaba el procesamiento e identificación de pelo.

Por tanto, las muestras fueron analizadas con la técnica descrita por Eagle y Pelton (1983), donde inicialmente fueron lavadas a través de una serie de tamices para separar partículas de igual tamaño, fueron secadas y posteriormente esparcidas sobre una charola con 100 cuadrantes (cada cuadrante de 2x2 cm). Fueron seleccionados 10 cuadrantes al azar y el material ahí encontrado se identificó tan próximo a su taxón como fue posible y la presencia de los componentes individuales fue registrada para cada cuadrante. El material sobre la charola fue reemplazado por más de la misma muestra, repitiendo éste procedimiento 5 veces, es decir fueron analizados 50 cuadrantes por cada muestra.

Los datos obtenidos fueron procesados utilizando el programa Excel y fueron analizados como sugirió Hansen (citado por Eagle y Pelton, 1983):

$$D = -1 * \ln (1 - (F/100))$$

$$DR = \frac{D \text{ de cada componente alimenticio}}{D \text{ de todos los componentes}} * 100$$

$$FR = \frac{F \text{ de cada componente alimenticio}}{F \text{ de todos los componentes}} * 100$$

$$F = \text{Total de observaciones}$$

Donde:

D = densidad

DR = densidad relativa

F = frecuencia

FR = frecuencia relativa

Para identificar el material de origen vegetal encontrado en las excretas previo al análisis fue necesario coleccionar material de referencia dentro del área de estudio y del área de influencia, que comprendió todos los posibles alimentos encontrados para el oso, tales como, frutos, hojas, hierbas, zacates, muestras de pelo de diferentes animales e insectos, que posteriormente fueron identificados y utilizados mas tarde en la identificación de los

componentes alimenticios encontrados en las excretas. Además del material colectado, fue necesario utilizar bibliografía de referencia (Taylor *et al.* 1994; Wasowski y Wasowski, 1988), así mismo, se contó con ayuda de personal de la Facultad de Ciencias Forestales experimentado en el área.

La identificación de restos de mamíferos presentes en excretas se realizó utilizando la técnica de montaje de pelo descrita por Brunner y Coman (1974) y la técnica de identificación de pelo descrita por Moore *et al.* (1974).

#### **4.3. Determinación de los principales conflictos entre el oso negro y el hombre**

Sabemos que una de las principales causas de que las poblaciones de oso negro disminuyeran es el conflicto con el hombre, ya que es considerado un importante depredador de ganado. Por tanto, se considero de gran importancia obtener información sobre los principales conflictos entre productores y el oso, además de las posibles soluciones a estos problemas.

Fueron trazados transectos a través del área protegida y del área de influencia, los cuáles comprendieron, ranchos, ejidos y pequeños sitios poblados. Dichos puntos fueron seleccionados con la ayuda de mapas topográficos escala 1:50,000 y en base a la comunicación personal de los sitios donde se presentaron reportes de daños causados por el oso, tanto de depredación al ganado, como cualquier otro tipo de daño. Fueron visitadas 31 áreas seleccionadas donde se evaluó la situación reportada por medio de una entrevista aplicada a las personas que ahí habitan, que incluyó información referente al ganado, a la depredación del mismo, además de información sobre otro tipo de daños causados por el oso negro y por otros depredadores, así como la posible prevención de daños (Apéndice 1).

#### 4.4. Estimación de la producción de los principales alimentos del oso negro en la Sierra Maderas del Carmen.

##### 4.4.1. Estimación de la producción de bellotas (*Quercus gravessi* Sudw, *Q. hypoleucoides* A. Camus. y *Q. rugosa* Née)

Se evaluó la producción de bellotas de 3 especies de encinos (*Quercus gravessi* Sudw, *Q. hypoleucoides* A. Camus. y *Q. rugosa* Née). El presente estudio estuvo enfocado a éstas 3 especies, debido a que se encuentran ampliamente distribuidas en el área y se observó que juegan un papel importante en el suministro de alimento. Se evaluó la producción en 50 sitios circulares de 1,000 m<sup>2</sup> localizados en las áreas de distribución de encinos, los sitios de muestreo se establecieron al azar. La estimación de la producción de bellotas se realizó utilizando el método de clases descrito por Graves (1980), que sugiere establecer cinco categorías o clases (en rangos que van de 0 a 4), de acuerdo a la estimación visual de la producción.

Es decir:

Clases	Frutos
0	No hay frutos visibles
1	Pocos frutos visibles sólo con una observación minuciosa
2	Algunos frutos observados a simple vista
3	Abundancia de frutos en algunas partes del árbol
4	Gran abundancia de frutos en la totalidad del árbol

Para la estimación de la producción de bellotas por metro cúbico, fueron seleccionados 10 árboles de cada clase en los 50 sitios de muestreo, de los cuales se colectaron, contaron y pesaron todos los frutos presentes por 1 m<sup>3</sup> de copa, realizando 4 muestreos por árbol, en total 4m<sup>3</sup> por individuo.

#### **4.4.2. Estimación de la producción de táscate (*Juniperus deppeana* Steud y *J. flaccida* Schl.)**

Se establecieron 25 sitios de muestreo de 1000 m<sup>2</sup> en el área de distribución de la especie. Las parcelas se ubicaron al azar a intervalos no menores de 400 m entre sí. La toma de datos incluyó registros de las diferentes asociaciones vegetales tomando en cuenta exposición y gradiente altitudinal. La producción de táscate se evaluó utilizando el método de clases descrito anteriormente. Para la estimación de la producción de conos de táscate por metro cúbico, fueron seleccionados 2 árboles de cada clase en los 25 sitios, de los cuales se colectaron y pesaron todos los frutos presentes por 1 m<sup>3</sup> de copa, haciendo un muestreo de 4 m<sup>3</sup> por árbol.

#### **4.4.3. Estimación de la producción de tunas (*Opuntia* spp.)**

Se establecieron 50 parcelas al azar, de forma rectangular de 200 m<sup>2</sup> (10 x 20 m), dentro de las parcelas se midieron las plantas y se colectaron los frutos, que fueron pesados para establecer el peso promedio por m<sup>2</sup> y los Kilogramos producidos por Hectárea.

#### **4.4.4. Estimación de la producción de pegajosa (*Desmodium psilophyllum* Schlecht.)**

La estimación de biomasa de esta herbácea se realizó en 100 sitios de 8 m<sup>2</sup> distribuidos al azar, donde la totalidad de la planta fue medida, cortada y pesada. Posteriormente fue trasladada al laboratorio donde se determinó el contenido de materia seca.

#### **4.5. Estimación de la calidad nutricional de los principales alimentos de la dieta del oso negro**

Para determinar la calidad nutricional de los principales alimentos consumidos por los osos fue necesario colectar los alimentos dentro del área de estudio, buscando el mejor tiempo de colecta hasta donde fue posible. Los componentes analizados fueron: piñonero (*Pinus cembroides* Zucc), táscate (*Juniperus deppeana* Steud y *J. flaccida* Schl.), tuna (*Opuntia*

spp.), elotillo (*Conopholis mexicana* Gray), pegajosa (*Desmodium psilophyllum* Schlecht) y bellotas (*Quercus* spp.). Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Nutrición y Metabolismo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León y procesadas según los métodos oficiales de la Asociación de Químicos Agrícolas de los Estados Unidos (AOAC, 1980). Inicialmente las muestras fueron secadas en una estufa de aire a 55° C por 48 horas y después fueron molidas en un molino Wiley con malla de 2 mm. para obtener la materia preseca. Posteriormente las muestras presecas fueron secadas en una estufa de aire a 105° C durante 24 horas para obtener el contenido de materia seca.

#### **4.5.1. Determinación de cenizas**

El contenido de cenizas totales fue determinado después de la combustión de las muestras en una mufla a 550° C, según el procedimiento descrito en los métodos oficiales de la Asociación de Químicos Agrícolas de los Estados Unidos (la AOAC, 1980). Las muestras se incineran a 550° C por 3 horas para calcinar toda la materia orgánica, el material inorgánico o cenizas que resulta después de éste proceso puede indicar el contenido mineral de la muestra. Previo al análisis se pesa un gramo de muestra (por duplicado), se pesa el crisol donde se colocará la muestra, se calcina y se registra el peso final. Las cenizas se calculan como sigue:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{peso final} - \text{peso del crisol}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

#### **4.5.2. Determinación de energía bruta**

La energía bruta fue determinada mediante la bomba calorimétrica. Fue pesado un gramo por triplicado de muestra y 3 blancos (ácido benzoico). Las muestras fueron incineradas en presencia de oxígeno en la bomba de combustión calorimétrica, se registró la temperatura inicial y el posterior incremento de temperatura. El residuo de la combustión de la muestra fue sometido a una titulación de aminoácidos utilizando carbonato de Sodio y rojo de metilo. El incremento máximo de temperatura se midió con termocople y galvanómetro.



Forma de cálculo:

$$W = \frac{(6318\text{Cal/gr}) \times \text{gramos} + T + C}{\text{temperatura}}$$

$$\text{Hg} = \frac{\text{Incremento de temperatura} \times W - T}{\text{gramos de muestra}} = \text{Calorías por gramo}$$

Donde:

W = Energía equivalente

Hg = Energía bruta

T = Titulación

C = Cable gastado

6318Cal/gr = del Ácido Benzoico

#### 4.5.3. Determinación de proteína cruda (PC)

El porcentaje de proteína en las muestras se determinó mediante el método Kjeldahl, para lo cual es utilizado el aparato de digestión y destilación Macro-Kjeldahl, como especifica el procedimiento descrito en los métodos oficiales de la Asociación de Químicos Agrícolas de los Estados Unidos (la AOAC). El procedimiento consiste en someter la muestra a digestión primero ácida y posteriormente básica, por tanto, se colocan en el aparato los tubos con 0.2 gr de muestra, 5 ml de ácido sulfúrico concentrado y 1 cucharadita de mezcla catalizadora (7 gr de Sulfato de Cobre mas 93 gr de sulfato de Potasio), las muestras son procesadas a 410° C durante 45 minutos a 1 hora. El ácido sulfúrico concentrado y en ebullición oxida la materia orgánica y convierte el nitrógeno proteico a sulfato ácido de amonio. La digestión se completa cuando la solución ácida de la muestra se vuelve básica al agregar 20 ml de Hidróxido de Sodio al 45 %, el cuál libera el amonio que es entonces destilado como hidróxido de amonio dentro de un exceso de solución estandarizada de ácido. El ion amoniaco se combina con una parte de ácido (ácido bórico al 4 %) y el exceso de ácido es titulado con una solución estandarizada de NaOH. De ésta titulación se determina la cantidad de nitrógeno, por los siguientes cálculos:

$$\% N = \frac{\text{ml HCL de la muestra} - \text{ml HCL del blanco}}{\text{Gramos de muestra}} \times \text{normalidad} \times 0.014 \times 100$$

$$\% \text{ Proteína Cruda} = \% \text{ de Nitrógeno} \times 6.25$$

Donde:

% N = Porcentaje de Nitrógeno

Blanco = Sulfato de amonio

#### 4.5.4. Determinación de extracto etéreo o grasa cruda (EE)

El extracto etéreo de la muestra constituye el material soluble en éter, éste incluye lípidos simples (como esteroides y grasas neutras); lípidos compuestos (lecitinas, fosfolípidos, glucolípidos); vitaminas liposolubles (A, D, E, K); hormonas y esteroides; pigmentos orgánicos (carotenoides, clorofila) y otros compuestos. Para las muestras de pegajosa, juníperos, tuna y elotillo fue determinado el extracto etéreo utilizando el aparato Goldfish y éter de petróleo.

Fueron procesados 2 gramos de muestra y el procedimiento se realizó por duplicado para cada componente. Los vasos de becker son cuidadosamente lavados y secados en estufa de aire a 105° C, se registra el peso y se agregan 40 ml de éter de petróleo aproximadamente por cada vaso, como sugiere el procedimiento descrito por la AOAC (1980). El principio del procedimiento consiste en lo siguiente: el éter de petróleo al calentarse se volatiliza y al hacer contacto con la superficie fría se condensa y pasa a través de la muestra acarreado consigo las sustancias solubles en éter. Éste procedimiento se repite en forma continua hasta que no quede material extraíble en la muestra. El éter se destila y se colecta, el material soluble en éter que permanece en el vaso es sometido a un secado a 105° C hasta peso constante. Posteriormente es introducido en un desecador y después es pesado. Se registra el incremento en peso del vaso y los cálculos se realizan de la siguiente manera:

$$\% E.E. = \frac{\text{Peso final del vaso} - \text{peso inicial del vaso}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Debido al elevado contenido de material soluble en éter de las bellotas y de los piñones de pino, el extracto etéreo de estas muestras se determinó por medio del procedimiento de inmersión en éter de petróleo descrito por la AOAC (1980), en el aparato Soxhlet. Donde

fue pesado un gramo de muestra (por duplicado), fue envuelto en papel filtro y colocado dentro de los vasos Soxhlet, se adicionaron 250 ml de éter de petróleo a cada muestra y una vez lixiviado el extracto etéreo, la muestra fue pesada. Los cálculos se realizaron por diferencia de peso como sigue:

$$\% \text{ E.E.} = (\text{peso final muestra} + \text{papel filtro}) - (\text{peso inicial muestra} + \text{papel})$$

#### **4.5.5. Determinación de fibra total de la dieta (TDF)**

La fibra dietética total fue determinada por medio del método enzimático gravimétrico, descrito por la AOAC (1980). Dicho método desarrollado recientemente fue elegido para el análisis, ya que la fibra cruda no es una determinación biológica o químicamente significativa y porque el análisis de detergente o las combinaciones de enzimas y detergentes omiten las fibras solubles no digestibles, tales como la pectina y las gomas, las cuales pueden representar una porción significativa en algunas dietas.

Mientras la remoción de la fibra soluble por detergente neutro es aceptable cuando se trabaja con rumiantes los cuales tienen una microflora simbiótica que digiere esos carbohidratos, la TDF para el análisis enzimático se prefiere para los análisis de fibra de animales con mínima capacidad fermentativa, dado que cuentan con su porción soluble pero no digestible de fibra de la dieta.

Inicialmente todas las muestras fueron desgrasadas, el táscate, las tunas, la pegajosa y el elotillo fueron desgrasados por la técnica descrita anteriormente utilizando el aparato Goldfisch y éter de petróleo. Las bellotas y los piñones de pino (por presentar mayor contenido de extracto etéreo) fueron desgrasados utilizando la técnica de sumersión en éter de petróleo en el aparato Soxhlet.

Para el análisis, se pesó un gramo de las muestras, las pruebas se corrieron por cuadruplicado. Las muestras fueron gelatinizadas con  $\alpha$  amilasa, a 95° C en una solución con pH 6; fueron enfriadas a temperatura ambiente y el pH fue ajustado a  $7.5 \pm 2$ ; fueron enzimáticamente digeridas con proteasas (a un pH de  $7.5 \pm 2$ ) y aminoglucosidasas (a un pH ajustado entre 4 y 4.5) en una solución a 60° C, para remover proteína y almidón. Se

adicionan 4 volúmenes de alcohol etílico para precipitar la fibra soluble de la dieta y el residuo es filtrado, es lavado con alcohol etílico al 78 %, al 95 % y por último con acetona. El residuo es secado a 105° C por 12 horas y se registra el peso. Un duplicado es analizado para proteína utilizando Macro-Kjeldahl, como se describió anteriormente. El segundo duplicado es incinerado a 525° C para determinar el contenido de cenizas. La fibra total de la dieta se determinó con los siguientes cálculos:

$$\text{Peso del residuo} = W_2 - W_1$$

$$\text{Peso de las cenizas} = W_3 - W_1$$

$$\text{Blanco} = R \text{ blanco} - P \text{ blanco} - A \text{ blanco}$$

$$\% \text{ TDF} = (R \text{ muestra} - P \text{ muestra} - A \text{ muestra} - B) / SW \times 100$$

Donde:

TDF = Fibra dietética total

R = Promedio del peso del residuo (mg)

P = Promedio del peso de proteína (mg)

A = Promedio de peso de cenizas (mg)

SW = Promedio de peso de la muestra (mg)

$W_1$  = Celite + peso del crisol

$W_2$  = Residuo + celite + peso del crisol

$W_3$  = Cenizas + celite + peso del crisol

#### 4.6. Estimación de la concentración de energía digestible de bellotas *in vivo* (en vivo)

En el caso de las bellotas, el porcentaje de energía digestible fue calculado *in vivo*. Para la realización de las pruebas con los osos, fue necesario coleccionar bellotas dentro del área de estudio. se coleccionaron 60 Kg de bellotas de las 2 especies involucradas. Las pruebas se realizaron en el Campo Santa María en Lampazos, N. L., con el apoyo de CEMEX, dado que cuenta con jaulas de 1.8 x 1.5 x 1.2 m que fueron adaptadas para cumplir con la

función de jaulas metabólicas, además 2 animales confinados.

Los osos fueron dietados con cantidades controladas de bellotas y agua a libre acceso. Las pruebas consistieron en 3 días de adaptación a la dieta y 7 días de colecta de excretas depositadas por los osos. Durante el experimento las muestras colectadas, fueron congeladas para su posterior procesamiento y análisis en el Laboratorio de Nutrición y Metabolismo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Previo al análisis en el Laboratorio, las muestras fecales fueron secadas y trituradas en un molino Wiley con malla de 2 mm. Se determinó el porcentaje de proteína cruda por Macro-Kjeldahl. El contenido de energía (EB) fue determinado por medio de la bomba calorimétrica. El contenido de extracto etéreo (EE) fue determinado por medio del aparato Goldfisch y el contenido de fibra total de la dieta (TDF) por medio de la técnica enzimática gravimétrica.

La digestibilidad de las bellotas se determinó de 2 formas diferentes:

1. La energía digestible (ED), se define como la porción de energía bruta (EB) disponible para el animal a través de la digestión, por consiguiente:

$$ED = EB - \text{Energía perdida en excretas}$$

ED = La EB de las bellotas (determinada por medio de la bomba calorimétrica), a la cuál se le resta la diferencia de la energía contenida en las excretas.

2. Para el resto de los alimentos, la energía digestible fue calculada usando regresión lineal (Zar, 1974) como sugieren Pritchard y Robbins (1990) en su estudio de la eficiencia digestiva y metabólica del oso negro y grizzly, dado que el contenido de energía digestible (ED) es una función predecible de la digestibilidad de la materia seca (DMS) de cada componente de la dieta (Pritchard y Robbins, 1990), por tanto:

$$\text{DMS (\%)} = (101.3 - 1.39) * \text{Fibra total de la dieta (TDF)}$$

$$\text{ED (\%)} = 1.12 + 0.99 * (\text{MSD})$$

#### **4.7. Estimación de los requerimientos energéticos de los osos negros de las serranías de Maderas del Carmen.**

El primer paso para estimar la capacidad de carga basada en la energía es determinar los requerimientos de energía del oso negro, éste valor podrá entonces ser dividido en la energía disponible para la especie resultando en un estimado de la capacidad de carga.

Hewitt (1988) propuso un modelo energético para osos grizzly, el cuál a sido ajustado en el presente estudio para los osos negros de Maderas del Carmen, cambiando algunas variables de osos grizzly del modelo de Hewitt, por variables obtenidas de osos negros en las Serranías del Burro (extensión de Maderas del Carmen) por Doan-Crider (1995b). Resultando en un modelo que nos permite obtener una buena aproximación de las necesidades energéticas de los osos negros de las serranías de Maderas del Carmen.

#### **Modelo energético para los osos negros de Maderas del Carmen.**

Los requerimientos anuales de energía metabolizable fueron estimados con la siguiente ecuación:

$$^{(1)} \quad \text{TOTNRG} = \sum (\text{MONNRG})$$

Donde:

TOTNRG = Energía total anual en Kcal.

MONNRG = Requerimientos de energía mensual por 12 meses

Un año fue definido del 1<sup>er</sup> de enero al 30 de abril del siguiente año, ya que las hembras entran en hibernación el 1<sup>er</sup> de enero. MONNRG fue calculado para cada mes como:

$$(2) \quad \text{MONNRG} = \text{BMRNRG} + \text{ACTNRG} + \text{GROWNRG} + \text{REPNRG}$$

Donde:

BMRNRG = Energía requerida para el metabolismo basal aquí referido como BMR  
(rango metabólico basal)

ACTNRG = Energía requerida para actividad

GROWNRG = Energía requerida para crecimiento

REPNRG = Energía requerida para reproducción

Para simplificar, todos los meses se tomaron como de 30 días. Cálculos y suposiciones para cada uno de estos se describe abajo.

El BMR no hibernando (Kcal/día) fue asumido como sugieren las relaciones desarrolladas por Kleiber (1975) en la cuál el BMR es una función de peso metabólico y se describe por la siguiente ecuación:

$$(3) \quad \text{BMR} = (70 \times \text{BW}^{0.75})$$

Donde:

BMR = Rango metabólico basal

BW es peso corporal en Kilogramos

Esta suposición esta soportada por Hock (1957) cuyos datos sugieren que el BMR del oso negro es aproximado por la ecuación de Kleiber (1975). La ecuación 3 fue usada para calcular BMRNRG mensualmente para osos no hibernando, como sigue:

$$(4) \quad \text{BMRNRG} = \text{BMR} (30 \text{ días por mes}) n$$

Donde:

BMRNRG = Energía requerida para el metabolismo basal o rango metabólico basal  
(BMR)

La BMRNRG durante la hibernación fue calculada como el 68 % de BMR normal (Watts y Jonkel, en impresión) la ecuación es:

$$^{(5)} \quad \text{BMRNRG} = (47.6 * \text{BW}^{0.75}) \text{ (días / mes)}$$

Se asumió que los machos no hibernaron, pero disminuyeron su actividad durante éste período. Para las hembras se consideró la hibernación del 1<sup>ero</sup> de enero al 30 de abril, consistente con las observaciones de Doan-Crider (1995b).

Así mismo, la energía requerida para la actividad fue calculada usando los datos de Doan-Crider (1995b), obtenidos en las Serranías del Burro por captura de individuos portadores de radio collares. Los patrones de actividad del modelo pueden ser alterados para reflejar un mayor nivel de actividades durante los diferentes períodos del año. La energía para la actividad fue calculada por la ecuación siguiente:

$$^{(6)} \quad \text{ACTNRG} = (\text{Eact}) \text{ (hrs./ mes activo)} + (\text{Enon - act}) \text{ (hrs./mes no activo)}$$

Donde:

ACTNRG = Energía para la actividad

Eact (Energía de actividad) = 1.5 \* BMR/24 (Kcals/hora)

Enon - act (Energía de no actividad - actividad) = 0.2 \* BMR/24 (Kcals/hora)

El costo neto para la actividad de los osos negros fue considerado como el reportado por Hewitt (1988) para oso grizzly, dado que no se cuenta con información disponible para oso negro sobre gasto de energía por locomoción, por tanto se asumió que el costo neto de actividad fue 1.5 veces del BMR de oso no hibernando. La base para estas estimaciones viene de la ecuación de Oritsland *et al.* (1976), la cual estima la locomoción del oso polar en Kcal/hora relativo a la velocidad.

$$^{(7)} \quad \text{Viaje o locomoción} = (0.525 + 0.814 V) * \text{BW}$$

Donde:



V = Velocidad en Km/hora

La actividad fue definida como viajar 2 Km./hora en un terreno horizontal. Pruitt (1960) reportó osos grizzly viajando a 1.8 Km./hr. y Harting (1985) sugiere que los grizzly forrajeando van a una velocidad de 1.5 a 1.8 Km./hora. Usando la ecuación 7 para los costos de locomoción y la ecuación 3 para los costos BMR un oso de 150 Kg viajando a 2 Km./hora, gastaría energía a 2.5 veces su BMR así que los costos netos de actividad es 1.5 BMR.

La ecuación 7 describe los gastos de locomoción para un oso polar de 235 Kg, sin embargo los Ursidos muestran locomoción ambulatoria así que también refleja los gastos de un oso grizzly y de un oso negro, una posible fuente de error es que animales más pequeños gastan mas energía al caminar por esto la ecuación 7 subestima los gastos de actividad de osos que pesan menos de 235 Kg. Esto puede ser compensado por un extenso desconocimiento de que los animales más pequeños tienen un mayor BMR en una base de peso metabólico expresando los costos de actividad como una función de BMR. Se espera que una verdadera relación se sostenga. Obviamente más datos son necesarios en ésta área.

Los costos de energía de BMR de osos no activos se asumió fue 20 % de BMR y fue asociado con cambio de posiciones y otras actividades menores. Best (1976) estimó los costos de estar acostado como un 10 % de BMR en osos polares. Se asumió:

ACTNRG = 0 durante la hibernación.

La energía requerida para el crecimiento fue una función en incrementos anuales en primavera del peso corporal. El oso muestra grandes fluctuaciones estacionales de energía como el almacenamiento en verano y otoño que es usada durante el invierno (Kingsley *et al.*, 1983). Se asume que los cambios del peso en la primavera reflejan los Kilogramos de crecimiento corporal. GROWNRG para osos de más de 1 año de edad fue calculado como sigue:

$$^{(8)} \quad \text{GROWNRG} = (\text{WTGAIN}) * (3493 / (0.8))$$

Donde:

GROWNRG = Energía requerida para crecimiento

$$WTGAIN = \{ Wa [1 - \exp(-kt-x)]^3 \}^{m+1} - \{ Wa [1 - \exp(-kt-x)]^3 \}^m$$

3493 = Kcal. de energía en 1Kg. de tejido de oso (ver abajo)

0.8 = ME eficiencia de síntesis de tejido

WTGAIN fue calculado como la diferencia entre los pesos mensuales subsecuentes (m+1 y m) estimado con las curvas de Bertalanffy (Kingsley *et al.*, 1983). El peso fue calculado por separado para machos y hembras usando los valores reportados por Hewitt (1988) para oso grizzly y se utilizaron las siguientes variables:

Wa = Peso asimptótico de primavera

k = Rango relativo de crecimiento por año

t = Edad en años

x = Parámetro de ajuste

Wa para machos fue estimado para ser 200 Kg basado en un peso promedio para adultos. éste peso promedio fue para los osos en todas las temporadas y es probablemente mayor que el peso promedio en primavera de los osos machos. Sin embargo, los machos continúan con el crecimiento a través de sus vidas y tener un peso asimptótico de 200 Kg parece razonable. El Wa de las hembras fue estimado de 135 Kg basado en el promedio de hembras adultas de 135 Kg. Las hembras alcanzan el 95 % de su peso máximo antes de la primera reproducción y aún así el peso de las hembras reportadas anteriormente se asume que sean cercanos al peso asimptótico. Los rangos de crecimiento relativo (k) fueron de 0.30 y 0.5 para hembras y machos respectivamente basados en los datos de Kingsley *et al.* (1983) en el cual las hembras tienen mayores rangos relativos de crecimiento. El parámetro de ajuste (x) fue de 0.4 para hembras y machos. Éstas variables fueron escogidas para aproximar los pesos de osos disponibles como éste modelo fue formulado. Sería preferible ajustar una curva para la edad y el peso de primavera de los osos usando al menos los métodos cuadrados descritos por Kingsley (1979).

El contenido de energía de 1 Kg de tejido de oso fue calculado como sigue: Lundberg *et al.* (1976) reportaron que osos negros adultos en cautiverio tenían un promedio de 45.5 % de grasa antes de la hibernación. Asumiendo la misma composición corporal para los osos grizzly y un 22 % de pérdida de peso de los osos adultos en la hibernación como reportaron Kingsley *et al.* (1983), entonces la composición corporal de primavera puede ser estimada si todas las pérdidas de peso son debidas al metabolismo de las grasas. Dado que los niveles de agua corporal no cambian y no se pierde nitrógeno del cuerpo de los osos hibernando, todas las pérdidas de peso deben deberse a la salida de depósitos de grasa. Estos cálculos sostienen una composición del cuerpo de 30 % de grasa y 70 % de masa corporal. Si el 73 % de la masa corporal sin grasa es agua tal como lo asumen Lundberg *et al.* (1976), y el 5 % del cuerpo son minerales (Robbins, 1983) entonces 1 Kg de tejido corporal en primavera es de 300 gr de grasa 510 gr de agua 50 gr de minerales y 140 gr de proteína. Asumiendo un valor de energía de 5.43 Kcal/gr para proteína y 9.11 Kcal/gr para grasa (Robbins, 1983). Ésta composición corporal es de 3493 Kcal/Kg.

Todo el crecimiento se asume ocurrió de julio a octubre (Blanchard, en impresión; Craighead y Mitchell, 1982). Así el GROWNRG= 0 para todos los meses excepto de julio a octubre. WTGAIN fue igual entre los 4 meses haciendo que t (=edad en años) sea igual a edad más 0.23, 0.50, 0.71 y 1 respectivamente para cada mes de julio hasta octubre.

El REPNRG = 0 para machos en la suposición de que sus gastos reproductivos fueran incluidos como gasto de actividad (ACTRNG). La energía reproductiva de las hembras fue dividida en tres estadios para la aproximación del ciclo reproductivo de la hembra. En las hembras se asumió que criaron en un ciclo de 3 años, el primer año del ciclo las hembras fueron servidas en verano temprano, pero la implantación del embrión se retrasó hasta dic. REPNRG1 estima el costo de crecimiento del embrión y se divide equitativamente entre diciembre y enero.

$$^{(9)} \quad \text{REPNRG1} = (\text{EM emb}) / (\text{eff})$$

Donde:

REPNRG1 = Energía requerida para crecimiento del embrión

Eemb = 1040 Kcal. de energía en el embrión y tejido asociado

eff = a 0.8 de eficiencia de la hembra de transferir ME a la masa embrionaria.

Eemb fue calculado asumiendo 1 Kg de nacimiento, es decir de 0.5 Kg./cachorro, 2 cachorros/camada y 800 Kcal/Kg. de peso corporal húmedo. El peso del cachorro fue tomado por McNamee (1984) y soportado por Blix y Lentfer (1979) que reportaron pesos de cachorros de oso polar variando de 580 gr a 673 gr Knight *et al.* (1985), reportaron un promedio de camada de 1.9 cachorros. El contenido de energía fue basado en un promedio de contenido de energía de neonatos en especies altricias variando de 0.7 Kcal/gr de peso corporal húmedo para cerdo doméstico a 0.88 Kcal/gr de peso corporal húmedo para castor. Este valor es menor que 1 Kcal/gr de peso corporal para especies más precoces las cuales son más desarrolladas y contienen menos agua. Los oseznos son muy inmaduros al nacer sin embargo contienen altos niveles de agua. Ésta suposición esta soportada por cachorros de oso polar los cuales tienen niveles muy bajos de grasa corporal. Estos cálculos dieron un estimado para la energía de los nuevos cachorros nacidos de 800 Kcal. Éste valor fue multiplicado por 1.3 para contar la energía en las membranas y fluidos fetales. Kaczmariski (1966) encontró que los castores tenían 27 % de la energía de los fetos en la placenta y en los fluidos fetales (Hewitt, 1988).

Datos de Robbins y Moen (1975), muestran que los fluidos y las membranas fetales son el 54 % de la energía fetal y el 22 % de la energía total se gasta en el parto. A causa de que los cachorros son altricios se escogió un valor cercano como el de Kaczmariski (1966). Se asumió que los cachorros nacerían en feb. 1<sup>er</sup> y las hebras comenzarían a lactar. La energía gastada en la hembra fue calculada de los requerimientos de energía de los cachorros y se describe como:

$${}^{(10)} \quad \text{REPÑRG II} = 2 \left[ \frac{(\text{CUBNRG} - \text{Eby cub})}{0.8} \right]$$

Donde:

2 = número promedio de cachorros

CUBNRG = Eact + Egrow + Ebm

Eby cub = energía obtenida del forrajeo del cachorro

0.8= eficiencia de transferencia de ME de la hembra al cachorro durante la lactación (Moen, 1973).

Eact (Energía para actividad de cachorros) fue calculada de la ecuación 6 y se asumió, que el cachorro estuvo activo al mismo tiempo que la madre. Ebmr (BMR del cachorro) fue igual a  $140 \times BW^{0.75}$  asumiendo que el BMR de animales jóvenes es el doble de los animales adultos en una base de Kilogramos de peso corporal (Robbins, 1983). Blix y Lendfer (1979) midieron el metabolismo de descanso en un cachorro de oso polar de 12.5 Kg como 4.6 watts por Kg o 3.4 veces el valor predicho por la ecuación de Kleiber (1975). Blix y Lendfer (1979) también se refirieron a un estudio de Scholander *et al.* (1950). Donde BMR en cachorros de oso polar de 9 Kg fue 2.5 veces la BMR predicha. El peso del cachorro usado para calcular los BMR de cada mes fue el promedio de peso del cachorro en los meses subsiguientes. Egrow (energía para el crecimiento del cachorro fue dividida en 2 partes: el crecimiento dentro de la guarida de 0.5 a 5 Kg fue igualmente dividida entre febrero y marzo. El crecimiento afuera del cubil fue calculado usando la ecuación 8, con la excepción de que WTGAIN se incrementó dentro de 8 períodos mensuales (abril y noviembre) usando  $t = 0, 1/7, 2/7, \dots$  uno para cada mes respectivamente, no se diferenció entre el sexo de los cachorros siendo que hay pequeñas diferencias de peso entre los machos y las hembras. Los valores k y x de la ecuación de crecimiento de hembras se usaron.

Energía/Kg. de ganancia incluyó la grasa corporal obtenida en ese año y fue calculada asumiendo la composición corporal de los cachorros entrando la hibernación. fue la misma, que para los osos negros adultos antes de la hibernación, el cual es 45 % de grasa, 10 % de proteína, 40 % agua y 5 % minerales. Algunas bases para esta suposición es de que cachorros jóvenes de osos polares tienen grandes depósitos de grasa abdominal (Blix y Lendfer, 1979). Usando los mismos métodos como se describe para la ganancia de peso de adultos, un Kg de peso corporal de cachorros equivale a 4630 Kcal.

La proporción en la que los requerimientos de energía de un cachorro y lo que un cachorro puede obtener forrajeando, no han sido nunca estudiadas. Observaciones de cachorros de

ese año a la par de la habilidad de los cachorros para existir con alimentos sólidos a los 4 a 7 meses de edad sugieren que la misma porción de sus necesidades de energía se encuentran de esta manera. Sizemore (1980) asumió que la lactación de las hembras es constante del parto hasta el verano y que el incremento en el rango de crecimiento y actividad de los cachorros fue sostenida por su propio forrajeo. En éste modelo se asume que los cachorros gradualmente declinarán su dependencia de la leche. Eby de cachorros se asumió de  $0.2 * \text{CUBNRG}$  para abril,  $0.3 * \text{CUBNRG}$  para mayo,  $0.4 * \text{CUBNRG}$  para junio y se incrementó  $0.1/\text{mes}$  hasta octubre el cuál fue  $0.8 * \text{CUBNRG}$ . La lactación se asumió que paró durante la hibernación ese otoño.

El estado III, comienza con la lactación poco después de emerger del cubil. Jenness *et al.* (1972) y Hensel *et al.* (1969) reportaron osos grizzly hembras lactando cuando eran acompañadas por un joven de un año. Se asumió que la lactación suplió el 20 % del CUBNRG de abril a julio después de lo cual la lactación cesó. REPNRG III el costo de la lactación de abril a julio, fue calculada usando la ecuación 10 con los siguientes cambios. Los valores para CUBNRG donde se calculó usando el WTGAIN de los valores para el crecimiento de las hembras en la ecuación 8. Se asumió nuevamente que las hembras y machos tienen rangos iguales de crecimiento (Blanchard, en impresión). BMR fue calculado de la ecuación 3 y fue lo mismo con los adultos.

#### **4.8. Producción de energía digestible por unidad de área en la serranía de Maderas del Carmen y capacidad de carga.**

Para realizar esta estimación inicialmente se utilizaron los datos de producción por Hectárea de materia seca de los principales alimentos consumidos por los osos. La pegajosa, el tásate, las bellotas y las tunas representaron cerca del 72 % de la densidad relativa como promedio anual en las excretas colectadas. La producción de Kilocalorías por Hectárea fue estimada al multiplicar la cantidad de energía digestible por Kilogramo de materia seca de cada uno de los alimentos por la cantidad de Kilogramos por Hectárea. La

cantidad de energía disponible por Hectárea fue multiplicada por 0.5 dado que la capacidad de carga se estima con el 50 % de la producción.

Wood *et al.* (1999) realizaron un trabajo vegetación dentro del área de estudio, en el cuál describen las diferentes comunidades vegetales en el área, además de la superficie que ocupan cada una de ellas. Éstos resultados fueron utilizados para calcular la superficie en Hectáreas donde ocurrían estas cuatro especies vegetales. Con estos datos fue estimado un promedio de Kilogramos de energía digestible disponible por Hectárea en la totalidad del área de estudio, 261.943 Hectáreas.

Dado que como se mencionó anteriormente, fueron calculados los requerimientos mensuales de diferentes tipos de individuos de la especie oso negro, tales como macho de 4 años, hembra de 6 años con 2 crías, hembra de 7 años con 2 crías, hembra de 8 años y macho de 10 años. La capacidad de carga estimada se calculó al dividir la producción de energía digestible por Hectárea entre las necesidades energéticas de los osos.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Hábitos alimenticios

El estudio se realizó de junio de 1998 a mayo de 1999, durante ese período se colectaron y analizaron 290 excretas frescas; de las cuales se identificaron 28 componentes alimenticios diferentes (Tabla 4).

Tabla 4. Nombres comunes y científicos de los componentes de la dieta de los osos negros, de la sierra Maderas del Carmen.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
<b>Material de origen vegetal</b>	
Elotillo	<i>Conopholis mexicana</i> Gray
Yuca	<i>Yucca</i> spp.
Sotol	<i>Dasylirom texanum</i> Sheele
Pega pega	<i>Desmodium psilophyllum</i> Schlecht
Zacates	(Especies no identificadas)
Nuez	<i>Junglans mollis</i> Engelm (N.L., SLP)
Tunas	<i>Opuntia</i> spp.
Manzanita	<i>Arctostaphylos pungens</i>
Moras	<i>Morus</i> spp.
Táscate	<i>Juniperos deppeana</i> Steud y <i>J. flaccida</i> Schl
Encino (bellotas y hojas)	<i>Quercus</i> spp.
Piñonero	<i>Pinus</i> spp.
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.
Uva silvestre	<i>Vitis arizonica</i>
Ciruelo	<u><i>Polistes</i> spp.</u>
<b>Material de origen animal</b>	
Oso negro (pelo)	<i>Ursus americanus</i>
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus carminis</i>
Hormigas, avispa, etc.	<i>Hymenóptera, Formicidae</i>
Mariposas, polillas, etc.	<i>Lepidóptero, Hesperitae</i>
Escarabajos	<i>Silphidae, Buprestidae, Coleóptero</i>
Moscas	<i>Dipteras</i>
Chinches	<i>Hemíptero</i>
Ave	(no identificada)

La dieta comprendió 92 % de materia vegetal y 8 % de materia animal (principalmente insectos). Estos resultados fueron muy similares a los reportados por Beeman y Pelton, (1980); Bacon y Burghardt, (1983); Carlock *et al.* (1983); Eagle y Pelton, (1983); Herrero,



(1985); Hellgren y Vaughan, (1988); Hellgren, (1991); McClinton *et al.*, (1992); Doan Crider, (1995a); donde la dieta es ampliamente dominada por material de origen vegetal y donde el material de origen animal corresponde principalmente a insectos. A lo largo del año, se observaron importantes fluctuaciones del consumo de los diferentes alimentos, por tanto, fueron delineados 6 patrones de dieta estacional, basados en las variaciones en la DR de los principales componentes alimenticios, los cuales son: verano temprano (junio y julio), verano tardío (agosto), otoño temprano (septiembre y octubre y noviembre), otoño tardío (diciembre), invierno (enero y febrero) y primavera (abril y mayo) (tabla 5).

Durante el verano temprano el componente dominante de la dieta fueron los zacates (30 %), seguido por las bellotas (21 %) y el elotillo (11 %). La dieta de verano temprano destaca por la presencia de frutos suaves tales como manzanita (6 %), tunas (5 %) y moras (1 %), además de otros componentes vegetales como la yuca y sotol (4 %). En éste periodo el consumo de materia animal fue muy importante, el oso consumió 5 % de insectos (4 % fueron hormigas), así mismo, se identificaron restos de cervatillos de venado cola blanca (3 %) y cantidades traza de un ave no identificada (solo en una excreta). Los osos negros iniciaron el consumo de bellotas en junio, incrementándolo considerablemente durante julio. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Eagle y Pelton (1983) y a los de Beeman y Pelton (1980), quienes reportaron que los osos comienzan la ganancia de peso a finales de verano temprano y en verano tardío, como respuesta a un mayor aporte nutricional del ecosistema.

La dieta de verano tardío estuvo constituida principalmente de bellotas (64 %), además de táscate (10 %), zacates (7 %), pegajosa (3 %) y hormigas (6 %). Esta dieta destaca por presentar el nivel más alto de bellotas, así como por presentar un incremento considerable en la cantidad consumida de táscate en relación con el periodo anterior. En contraste, se observó una marcada disminución en el consumo de zacates a 7 %, además la cantidad de frutos consumidos solo fue de 1 % de nuez y desapareció el consumo de elotillo, manzanita y moras. El consumo de yuca y/o sotol, fue de 3 %. Los niveles de insectos correspondieron a 5 %, compuesto solo de hormigas, sin presentarse otro tipo de insectos. El consumo de cervatillos de venado cola blanca disminuyó a solo 1 %, así como el porcentaje de madera y piedras (1 %). Los niveles de pelo de oso se mantuvieron en 1 %.

Tabla 5. Componentes alimenticios estacionales del oso negro en el área natural protegida Maderas del Carmen, 1998-1999.

Componentes Alimenticios n=	Verano temprano		Verano tardío		Otoño temprano		Otoño tardío		Invierno		Primavera	
	(n=119)		(n=20)		(n=77)		(n=14)		(n=24)		(n=36)	
	F	DR	F	DR	F	DR	F	DR	F	DR	F	DR
<b><u>Materia vegetal</u></b>												
Nuez	10	3	5	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Manzanita	18	6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Gamma	17	5	---	---	37	5	---	---	4	Tr	---	---
Mora	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Uva	---	---	---	---	11	3	---	Tr	---	Tr	---	---
Mezquite	---	---	---	2	Tr	---	---	---	---	---	---	---
Ciruelo	---	---	---	---	1	Tr	---	---	---	---	---	---
Piñonero	---	---	---	---	8	4	---	---	---	---	2	Tr
Táscate	7	1	10	10	81	39	57	34	54	39	49	37
Bellotas	47	21	85	64	56	29	64	55	54	45	22	10
Elotillo	27	11	---	1	1	---	---	---	---	---	10	5
Sotol	10	4	5	3	3	Tr	---	---	---	---	15	2
Pegajosa	9	2	25	3	53	13	36	5	9	1	62	19
Encino (hojas)	8	6	20	1	6	1	14	Tr	4	Tr	26	3
Pino (hojas)	12	Tr	5	Tr	32	2	43	2	38	4	24	4
Zacate	70	30	40	7	9	Tr	7	Tr	17	8	50	13
Otros plantas	20	2	30	3	1	Tr	---	---	---	---	8	1r
<b><u>Materia animal</u></b>												
Venado cola blanca	12	4	10	1	---	---	---	---	---	---	15	7
Pelo de oso	28	1	45	1	32	1	21	Tr	4	Tr	25	Tr
Aves	1	Tr	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Hormigas	18	4	10	6	8	1	7	Tr	---	---	---	---
Otros insectos	15	1	---	---	18	2	---	3	---	1	11	Tr
Otros animales	7	1	---	---	3	Tr	---	Tr	4	1	2	Tr
<b><u>Otros componentes</u></b>												
Piedra	5	2	---	---	5	Tr	---	---	---	---	---	---
Madera	4	1	---	---	7	Tr	---	Tr	---	---	---	---

tr = Cantidades traza

n= Número de muestras

En otoño los osos negros consumieron principalmente táscate (39 %), seguido por las bellotas (29 %) y por la pegajosa (13 %), en contraste, en otoño tardío los principales alimentos consumidos por los osos fueron las bellotas, el táscate y la pegajosa, que representaron el 55, 34 y 5 % de la dieta respectivamente. Además de éstos, solo se

presentaron cantidades traza de hojas de encino, zacates, hormigas, pelo de oso y pequeñas cantidades de hojas de pino. Algunos componentes como restos de venado cola blanca, nueces y moras no se presentaron más. En éste período el oso negro consumió alimentos que no había consumido anteriormente como piñonero (2 %) y cantidades traza de ciruelo y mezquite.

La dieta de invierno fue similar a la de otoño tardío, ya que los principales alimentos consumidos fueron las bellotas y el tásate con 45 y 39 % respectivamente, pero además incrementaron el consumo de zacates de cantidades traza a 8 %. Se observaron en la dieta pequeñas cantidades de pegajosa, de otros animales no identificados y de hojas de pino. Así mismo, las excretas presentaron cantidades traza de tunas, de hojas de encino y de pelo de oso.

En la primavera el tásate comprendió el 37 % de la dieta, representado el componente principal de la dieta, los osos también consumieron grandes cantidades de pegajosa y zacates 19 y 13 % respectivamente, observándose en este periodo el consumo más elevado de herbáceas.

Durante todo el año de estudio, los osos mostraron un elevado consumo de bellotas y tásate, en relación con los demás componentes. Consumieron principalmente bellotas de *Q. hypoleuroides* A. Camus, aún cuando no habían alcanzado la madurez y parece ser que las bellotas de *Q. gravesii* Sudw. y de *Q. rugosa* Née son consumidas una vez que las primeras están escasas en el ecosistema.

Las herbáceas como pegajosa, elotillo, yuca y sotol fueron consumidas principalmente en la primavera. El mayor consumo de gramíneas y de materia de origen animal se observó en verano, cuando la disponibilidad de los demás componentes fue menor. Quizás coincidiendo con el reporte de Beman y Pelton (1980), donde consideran a los zacates, hojas y tallos de herbáceas alimentos de emergencia. Los insectos comprendieron una parte importante de la dieta de los osos durante los tres primeros periodos de estudio (verano temprano, tardío y otoño temprano), siendo las hormigas el insecto más consumido.

Pequeñas cantidades de pelo de oso fueron observadas durante los 6 periodos de estudio. probablemente su presencia en excretas se deba a actividades de acicalamiento, dado que no se encontraron evidencias de canibalismo tales como huesos, uñas o piel.

En suma, los osos negros presentaron importantes fluctuaciones de los alimentos ingeridos durante todo el año de investigación. El oso basó su dieta de verano temprano principalmente en gramíneas, frutos (suaves), herbáceas, insectos y bellotas. En la dieta de verano tardío el oso cambió el consumo de herbáceas, frutos suaves e insectos, a bellotas, que fueron el componente dominante de la dieta en éste período, además de importantes cantidades de gramíneas y tásate. En otoño temprano el oso consumió principalmente tásate, bellotas, frutos duros y suaves (principalmente tunas) y herbáceas. Los niveles de otros componentes (madera y piedras) fueron en general elevados, principalmente en verano temprano.

Durante los recorridos en el área de estudio se registró información sobre la actividad de los osos, tal como huellas, marcas en árboles y excretas frescas, rastros que son buenos indicadores de la cantidad de osos. En éste sentido, quizá la población es muy alta, dado que se observaron frecuentemente gran cantidad de rastros frescos. Así mismo, fue observada la condición corporal de los osos, que cambió en los diferentes períodos: a principios de verano temprano (principios de junio) fueron observados osos en una condición nutricional muy pobre; comenzaron la ganancia de peso a finales de verano temprano (julio) y en verano tardío. Este incremento en las reservas de grasa quizá sea de vital importancia para la sobrevivencia de la especie a los períodos de hibernación y de escasez de alimento en primavera y verano temprano.

## 5.2. Principales conflictos entre el oso negro y el hombre

Se logró entrevistar a 71 productores, en 31 diferentes puntos; Cabe mencionar, que durante la visita a dichos puntos también fueron reconocidas señales recientes de actividad del oso negro, como las mencionadas anteriormente. Así mismo, fueron observadas evidencias de daños causados por la especie, estos daños correspondieron principalmente a la destrucción de mangueras de abastecimiento de agua, que de acuerdo a los datos obtenidos ocurre solo durante los meses más secos (junio, julio y ocasionalmente en mayo).

Según los reportes de los productores el principal depredador de ganado en la zona es el puma (*Puma concolor stanleyana*), seguido por el oso negro, el gato montés (*Linx rufus texensis*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*). El 42 % de los productores entrevistados reportaron al oso negro como un importante depredador de ganado (principalmente caprino). El 32 % de las personas entrevistadas no reportó daños por depredación, pero sí daños en infraestructura (generalmente en las mangueras de abastecimiento de agua). El 26% restante, no reportaron ningún tipo de daño causado por el oso negro.

Todos los productores afectados coincidieron en que los principales problemas de depredación y de otro tipo de daños causados por la especie se presentan en los meses más secos (verano temprano). Los reportes de depredación de ganado causada por el oso, fueron relativamente elevados. Por tanto se esperaba encontrar evidencias de depredación de ganado en la dieta del oso (descrita posteriormente), al menos durante la época del año con peores condiciones de hábitat. Sin embargo, en la determinación de los hábitos alimenticios (descrito posteriormente) no se encontraron evidencias de depredación de ganado, se identificaron restos de venado (*Odocoileus virginianus*) quizá relacionados a la época de nacimientos. Sin embargo, no se determinaron restos de animales domésticos ni evidencias de canibalismo. Es posible entonces, que ataques de otros depredadores reportados por los productores puedan confundirse, si consideramos además el comportamiento oportunista y carroñero del oso negro.

### 5.3. Producción de los principales alimentos consumidos por el oso negro

#### 5.3.1. Producción de bellotas

Se determinó la producción promedio por hectárea de bellotas de 3 especies de encinos consumidas por el oso negro, mediante la evaluación de 1 469 individuos de *Quercus hypoleuroides* A. Camus, 337 de *Q. gravesii* Sudw. y 222 de *Q. rugosa* Née, los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en la Sierra del Carmen. En 1998 la producción de *Q. rugosa* Née fue casi nula, de modo que no se reportaran mas datos de esta especie. Por otra parte, los resultados obtenidos de la evaluación de *Quercus hypoleuroides* A. Camus y *Q. gravesii* Sudw. Sugieren que la producción relativa de semillas es muy variable, encontrándose desde árboles que no presentan producción, hasta individuos con gran cantidad de frutos.

De los 1 469 árboles evaluados de *Q. hypoleuroides* A. Camus el 64.9 % no presentó producción de frutos, por tanto fueron clasificados según indica el método de clases como "clase 0", siguiendo el mismo patrón de clasificación, 17 % de los individuos evaluados fueron clasificados como "clase 1" es decir, sus frutos solo eran visibles después de una minuciosa observación. El 7 % de los árboles correspondió a la "clase 2", dado que presentaron un número favorable de frutos; el 6.3 % de la población evaluada fueron clasificados como "clase 3" ya que sus frutos eran fácilmente visibles en algunas partes. El 4.6 % restante fueron clasificados como "clase 4" clasificación que corresponde a los individuos más productivos.

Los individuos clasificados dentro de la "clase 1" presentaron una producción promedio de 14.5 g/m<sup>3</sup>; los individuos "clase 2" presentaron 39.1 g/m<sup>3</sup>; los "clase 3", 79.9 g/m<sup>3</sup>; y por último los árboles clasificados como "clase 4" mostraron una producción de 155.3 g/m<sup>3</sup>. De lo anterior se obtuvo una producción total de 54.9 ± 0.005 Kg./Ha de bellotas para esta especie (Tabla 6).

Un total de 48 % individuos de *Q. gravesii* Sudw. no presentaron producción de frutos, el 13.9.% correspondió a la clase 1, el 18.6 % a la clase 2, el 13.9 % a la clase 3 y solo un 5.3 % a la clase 4. La clase 1 presentó un promedio de 34.3 g/m<sup>3</sup>, la 2, 117.7 g/m<sup>3</sup>, 3, 174.7 Kg./m<sup>3</sup>, y la 4, 317.4 g/m<sup>3</sup>. En total, de las cuatro clases de producción para esta especie se obtuvieron 61.9 ± 0.3 Kg./Ha de bellotas (Tabla 6).

Tabla 6. Producción promedio de bellotas por Hectárea de las especies *Q. hypoleuroides* A. Camus y *Q. gravesii* Sudw.

Especies	Cobertura por Ha	Producción total (Kg)	Producción por Ha
<i>Quercus hypoleuroides</i> A. Camus	2663	274.56	54.91
<i>Quercus gravesii</i> Sudw.	958.32	309.69	61.93

*Quercus hypoleuroides* A. Camus presentó una producción de bellotas de 54.91 Kg ± 0.005 Kg por Hectárea y *Q. gravesii* Sudw. presentó una producción de 61.93 ± 0.3 Kg. La tabla 7 proporciona información sobre el promedio de producción de los árboles de cada clase.

Tabla 7. Producción de bellotas por m<sup>3</sup> de copa, para de las diferentes clases de producción.

<i>Quercus hypoleuroides</i> A. Camus				<i>Quercus gravesii</i> Sudw.			
clase	árboles (%)	bellotas por m <sup>3</sup>	producción (Kg./m <sup>3</sup> )	clase	árboles (%)	bellotas por m <sup>3</sup>	producción (Kg./m <sup>3</sup> )
0	64.9	-----	-----	0	48	-----	-----
1	17	21.5	.0145	1	13.9	49.8	.0343
2	7	58	.0391	2	18.6	170.7	.1177
3	6.3	118.5	.0799	3	13.9	253.3	.1747
4	4.6	230	.1553	4	5.3	460	.3174

El análisis de los resultados muestra que existe una baja correlación lineal entre las variables producción de bellotas por árbol y diámetro del fuste (DAP) de las diferentes clases, tanto en la especie *Q. hypoleuroides* A. Camus, como en *Q. gravesii* Sudw. (Tabla 8).

Tabla 8. Coeficiente de correlación (r) de la producción de bellotas por árbol y el diámetro (DAP) para la especie *Q. hypoleucoides* A. Camus.

<i>Q. hypoleucoides</i> A. Camus				<i>Q. gravesii</i> Sudw.		
Clase	N	r	r <sup>2</sup>	N	r	r <sup>2</sup>
1	250	0.73	0.53	46	0.72	0.50
2	104	0.83	0.69	63	0.67	0.44
3	93	0.76	0.58	48	0.85	0.72
4	68	0.80	0.63	18	0.63	0.36

Entre los árboles que presentan bellotas, en ambas especies la producción está muy relacionada con el tamaño de la copa del árbol, presentando un coeficiente de correlación en todas las clases de uno ( $r = 1$ ) lo que significa que entre mayor área de copa mayor producción de bellotas por árbol.

### 5.3.2. Producción de tunas de nopal y de pegajosa

De 1998 a 1999 fue estimado el promedio de producción por hectárea de tunas y de pegajosa (Tabla 9), las que de acuerdo con los resultados obtenidos de los hábitos alimenticios, juegan un importante papel en la dieta del oso negro en la Sierra del Carmen.

Tabla 9. Producción promedio de biomasa de pegajosa (*Desmodium psilophyllum* Schlecht) y de frutos de nopal (*Opuntia* sp.) en la sierra Maderas del Carmen.

Especie	Kg./Ha	Error
<i>Opuntia</i> spp (frutos)	47.47	0.1
<i>Desmodium psilophyllum</i> Schlecht	8.55	0.02

De 225 plantas de nopal presentes en los sitios de muestreo, el 80.4 % no presentaron frutos, mientras que el 19.5 % sí presentó, estimándose una producción de  $47.47 \pm 0.1$  Kg por Hectárea. Por otra parte, la producción de biomasa de pegajosa fue de  $8.5 \pm 0.02$  Kg./Ha., como se observa en la tabla 9.



### 5.3.3. Producción de Táscate

En mayo del 2000, se realizó la evaluación de la productividad de táscate, para lo cual fueron establecidos 25 sitios circulares de 1000 m<sup>2</sup> en el área de distribución de la especie. Fueron registrados y medidos 100 árboles de *Juniperus deppeana* Steud y 24 árboles de *Juniperus flaccida* Schl. Es importante mencionar que en 1999 los árboles de estas especies no mostraron producción de frutos. *J. deppeana* Steud presentó una densidad promedio por hectárea de 40 árboles y una superficie cubierta por el área de copa de 67.86 %, mientras que *J. flaccida* Schl presentó una densidad promedio de 10 individuos con una cobertura de 15.80 % (Tabla 10).

Tabla 10. Producción promedio de frutos de táscate por Hectárea para las especies *Juniperus deppeana* Steud y *Juniperus flaccida* Schl.

Especies	Cobertura por Ha	Producción por Ha (Kg)
<i>Juniperus deppeana</i> Steud	6786.48	29.91
<i>Juniperus flaccida</i> Schl	1580.06	10.95

*Juniperus deppeana* Steud presentó una producción de frutos de 29.9 ± 0.005 Kg por Hectárea y *J. flaccida* Schl presentó 10.95 Kg. La tabla 11 proporciona información sobre el promedio de producción de los árboles de cada clase.

Tabla 11. Producción de frutos de táscate por m<sup>3</sup> de copa, para de las diferentes clases de producción.

<i>Juniperus deppeana</i> Steud			<i>Juniperus flaccida</i> Schl		
Clase	Árboles (%)	Producción (Kg./m <sup>3</sup> )	Clase	Árboles (%)	Producción (Kg./m <sup>3</sup> )
0	88	-----	0	87.5	-----
1	4	0.0074	1	8.33	0.0097
2	3	0.0410	2	-----	-----
3	4	0.1314	3	4.16	0.1324
4	1	0.3315	4	-----	-----

El análisis de los resultados muestra que existe una baja correlación lineal entre las variables producción de frutos por árbol y diámetro de fuste (DAP), tanto en la especie *J. deppeana* Steud ( $r^2$  0.101) como en *J. flaccida* Schl ( $r^2$  0.008). Así mismo, los resultados muestran una correlación muy baja entre producción y cobertura y entre producción y altura, tanto en *J. deppeana* Steud ( $r^2$  0.129 y  $r^2$  0.033, respectivamente) como en *J. flaccida* Schl ( $r^2$  0.017 y  $r^2$  0.088).

#### 5.4. Calidad nutricional de los principales alimentos de la dieta del oso negro

Los componentes analizados fueron táscate, bellotas, pegajosa, elotillo, piñonero y tuna, seleccionados por ser los principales alimentos consumidos por los osos negros de Maderas del Carmen en el estudio sobre hábitos alimenticios realizado de junio de 1998 a mayo de 1999. La tabla 12, muestra un resumen de los resultados obtenidos del análisis de las muestras, de las cuales se determinó las cenizas, el extracto etéreo (EE), el porcentaje de proteína cruda (PC), el contenido de energía bruta (EB) en Kcal. y el porcentaje de fibra total de la dieta (TDF).

Tabla 12. Composición química (por gramo) de los principales alimentos consumidos por los osos en Maderas del Carmen, en base seca.

Muestra	% Cenizas	% EE	% PC	EB (Kcal./gr)	% TDF
Pegajosa	11.0885	3.2195	17.28	3.7033	19.2045
Táscate	3.2161	24.5006	9.9185	5.2795	6.8238
Elotillo	6.2862	2.0107	6.8021	4.8445	9.0606
Bellotas	3.2444	18.2766	9.5576	4.2574	14.5710
Piñón	1.2522	43.6511	12.0303	5.9845	18.0619
Tunas	14.2100	3.4102	12.6900	3.5606	5.9313

La tabla 12 muestra que el alimento que aporta mayor cantidad de energía es el piñonero con 5.9845 Kilocalorías por gramo, seguido por el táscate y las bellotas. Los piñoneros presentaron los niveles más elevados de extracto etéreo, seguido también por el táscate y las bellotas. Estos resultados son muy importantes ya que las grasas proporcionan al oxidarse 2.25 veces más calor y energía en igualdad de peso comparado con los

carbohidratos, razón por la cual tienen un mayor valor alimenticio para los animales. Es importante considerar que el denominado extracto etéreo incluye además de las grasas otras sustancias como pigmentos y resinas. Esto debe ser tomado en cuenta, particularmente en el caso del tásate, ya que se ha reportado que presentan elevadas cantidades de resinas y otros compuestos solubles en éter. La grasa cruda es considerada un índice del potencial energético de un alimento.

Los niveles más altos de proteína cruda se observan en la pegajosa con 17.28 %, en contraste con el elotillo que presenta los niveles más bajos (6.8021 %). Por otra parte las bellotas presentaron una baja cantidad de proteína y por tanto no se espera que satisfaga las deficiencias de proteína que tienen otros alimentos durante otoño e invierno, sin embargo, presentan importantes cantidades de grasa y energía, necesarias para la sobrevivencia del oso negro al período de escasez de alimento, además tienen alta palatabilidad y digestibilidad.

La pegajosa fue el componente con mayor cantidad de fibra total de la dieta (19.2 %) seguido por los piñones que presentaron 18 % de fibra. La importancia de la fibra es, a menudo, la relación inversamente proporcional entre ésta y la digestibilidad de los alimentos, pudiendo considerarse indicador de la calidad del alimento, sobre todo para especies con un estómago y ciego simple como el oso negro.

#### **5.5. Concentración de energía digestible de bellotas (*in vivo*)**

Los osos fueron alimentados con 3 Kg de bellotas por individuo diariamente. El experimento duró 10 días, 3 días de adaptación a la dieta y los 7 días restantes de colecta de excretas. Los animales consumieron la totalidad de alimento ofrecido los 10 días, en un tiempo relativamente corto que osciló entre los 25 y 30 minutos. La tabla 13 muestra un resumen de los resultados obtenidos del análisis químico de las excretas colectadas durante el experimento.

Tabla 13. Composición química (por gramo de materia seca) de excretas de oso negro sometidos a una dieta de bellotas durante 10 días.

Individuo	% Cenizas	% EE	% PC	Energía Kcal/gr	% TDF
A	9.48937986	2.2387805	25.6370113	3.95093	9.98961872
B	8.88692891	1.27305742	18.7774011	4.43814	12.83813

Se observa que el individuo A presentó mayor contenido de energía en excretas con relación al individuo B. En contraste la grasa aprovechada por el individuo B fue mayor que la aprovechada por el A. El nivel de proteína en excretas del individuo A fue significativamente mayor que el del individuo B. Ambos mostraron variación en la capacidad de aprovechar el alimento.

El contenido de energía digestible de bellotas determinada *in vivo* fue elevado. La energía digestible de las bellotas fue en promedio para los 2 individuos involucrados de 81.39 %.

Por otra parte, el porcentaje de energía digestible de bellotas determinada indirectamente (Pritchard y Robbins, 1990) fue muy similar a la obtenida *in vivo*, por tanto, consideramos que los resultados obtenidos para el resto de los alimentos son confiables (Tabla 14).

Tabla 14. Porcentaje de energía digestible (ED) de los principales alimentos del oso, determinados indirectamente.

Componente	% ED	ED/(Kcal/Kg.)
Táscate	92.02	485.80
Piñón	76.55	458.12
Elotillo	88.94	430.86
Bellotas	81.35	346.36
Tunas	93.24	332.01
Pegajosa	74.98	277.67

## 5.6. Estimación de los requerimientos energéticos de los osos negros de los ecosistemas de Maderas del Carmen.

### 5.6.1. Modelo energético

Simple cálculos fueron hechos para osos machos maduros y en crecimiento y para una hembra joven en un ciclo reproductivo. La \_\_\_\_\_ (BMR) consumió la mayor parte del presupuesto de energía para todas las clases de animales y fue mayor para los osos no reproductivos (64 %) y menor para la hembra en el 1er año de su ciclo reproductivo (42 %). La actividad consumió la siguiente mayor cantidad de energía para los adultos no reproductivos con un promedio de 34 %. La reproducción consumió el 35 % del presupuesto de energía de la hembra en su 1er año de ciclo reproductivo y 11 % en su segundo año. La actividad fue del 22 % del presupuesto de energía de la hembra cuando estaba acompañada por cachorros de ese año. La energía para el crecimiento fue del 7 % en los osos jóvenes y menos del 1 % en los otros.

Hembras en su 1er ciclo reproductivo tuvieron los requerimientos de energía digestible mas elevados, el promedio diario de energía usado fue de 3129 Kcal., comparada con las 3334 Kcal. para un macho adulto y 2388 Kcal. para un macho de 4 años. Como familia la madre y los 2 cachorros requirieron un promedio de 4325 Kcal/día. Cuando los cachorros fueron de un año la familia requirió 3913 Kcal/día (Tabla 15) (Anexo 2).

Tabla 15. Promedio diario de energía digestible que es utilizado por los osos negros de Maderas del Carmen (en Kilocalorías).

Sexo	Edad	Energía promedio (Kcal/día)
Hembra adulta	8 años	2215
Macho adulto	10 años	3334
Macho joven	4 años	2388
Familia (Hembra y 2 crías)	Cachorros menores de 1 año	4325
Familia (Hembra y 2 crías)	Cachorros de 1 año	3913

Los requerimientos de energía para los osos grizzly estimados por Hewitt (1988), por éste modelo, fueron mayores (tabla 16) a los estimados para los osos negros de Maderas del Carmen (Tabla 15).

Tabla 16. Promedio diario de energía metabolizable, que es utilizado por los osos grizzly del Parque Nacional Yellowstone (USA) (Hewitt,1988).

Sexo	Edad	Energía promedio (Kcal/día)
Hembra adulta	8 años	5257
Macho adulto	10 años	5010
Macho joven	4 años	3839
Familia (Hembra y 2 crías)	Cachorros menores de 1 año	6769
Familia (Hembra y 2 crías)	Cachorros de 1 año	6683

La tabla 17 muestra un resumen de los costos de energía digestible requeridos por año, para los diferentes rangos de edad y sexo, de los osos negros de Maderas del Carmen (en Kilocalorías), obtenidos por el modelo energético propuesto por Hewitt (1988). Los individuos con mayores requerimientos de energía al año son los machos adultos.

Tabla 17. Costos de energía por año (en Kcal.), estimados por el modelo energético propuesto por Hewitt (1988), para los diferentes rangos de edades y sexos.

Individuos	Costo de energía/año (Kcal.)
hembra (con 2 crías)	1,126,344
hembra (2 crías de 1 año)	926,279
hembra (sin crías)	797,498
macho subadulto	71,638
macho adulto	1,200,099

Uno debe darse cuenta de que éste modelo así como esta diseñado, predice la cantidad de energía requerida durante cada mes. No estima la cantidad de energía que debe ser consumida por mes. Todos los requerimientos de energía para hibernación deben ser llenados de mayo a diciembre: Hay evidencia de que los osos acumulan sus reservas de invierno en cuatro meses de julio a octubre.

Para estimar los requerimientos de ingestión de energía en una base mensual la energía requerida de diciembre a finales de abril debería de ser incluida en los requerimientos de ingestión de energía de mayo hasta diciembre. Por ejemplo, incluyendo los costos de hibernación en la ingestión de requerimientos de energía en el macho adulto de mayo a diciembre causa un incremento de 40 % en la energía que debe ser consumida durante ese periodo. Este estimado asume un 100 % de eficiencia en la deposición y movilización de las grasas. Prediciendo una ingestión de requerimientos en una base mensual o estacional podría permitir la identificación de periodos críticos del año.

Hay algunos parámetros de energía que este modelo falló en tomar en cuenta. Primero, no se tomó en cuenta en los adultos la energía BMR para incrementar el peso corporal debido al crecimiento o depósitos de grasa. La grasa causará un incremento en el BMR, pero no en la misma cantidad en el que el crecimiento de grasa corporal lo haría. La significancia de ésta omisión no es conocida, pero podría ser substancial en hembras que pueden incrementar su peso corporal en primavera, cuando mucho en un 70 % cada año. Segundo, la energía para mantenimiento del útero grávido durante la gestación no se contabilizó. En ungulados la producción de tejidos cuenta por solo el 20 % del costo de gestación mientras que el mantenimiento del embrión y tejidos asociados hace el otro 80 %. Si la misma figura fuera supuesta para la osa gestante se aumentaría el REPNRG (Hewitt, 1988).

Este modelo puede ser combinado con estimaciones de la cantidad de alimento disponible para los osos negros de Maderas del Carmen y asumiendo una estructura de población dada de edad y sexo se podría generar una estimación de la capacidad de carga. Como se mencionó previamente, las poblaciones de oso responden a los cambios en la cantidad de alimento disponible. En años de baja disponibilidad de alimento la población podría reducir sus requerimientos de energía con una disminución en la reproducción y el crecimiento individual. En años de abundante alimento, la población podría maximizar la reproducción y el crecimiento individual.

De esta manera la idea de una capacidad de carga estricta se desvanece, éste modelo sin embargo puede ayudar en predecir la respuesta de una población a cantidades de energía

dadas. También puede proveer alguna idea del promedio de cantidades promedio de energía que *deben estar disponibles por muchos años para soportar un nivel de reproducción adecuado para mantener la población.*

Una función final de éste modelo podría ser para definir áreas de futuras investigaciones importantes para entender al oso tales como, parámetros básicos como los niveles de actividad, costos de actividad, y aun el BMR, que son solo algunas incógnitas en el presente de gran importancia, dado que representan el mayor costo de energía de los oso que andan vagando.

#### **5.6.2. Producción de Kilocalorías/Hectárea de energía digestible de los principales alimentos y estimación de la capacidad de carga.**

Según datos del estudio de vegetación realizado en la Sierra del Carmen (Wood *et al.*, 1999), como se mencionó en materiales y métodos, se determinó la producción aproximada total de Kilocalorías de los principales alimentos disponibles para el oso negro en el área de estudio.

En la tabla 18 es posible apreciar el contenido de energía digestible por Kilogramo de materia seca (MS) de cada uno de los principales alimentos consumidos por el oso, así como la estimación en Kilogramos de su producción por Hectárea. Estos cuatro alimentos, representan cerca del 72 % de la densidad relativa promedio en la dieta de los osos en los diferentes períodos del año.



Tabla 18. Contenido de energía digestible de los principales alimentos consumidos por el oso negro en la Serranías Maderas del Carmen y producción estimada por Hectárea.

	Kcal. ED/Kg.	KgMS/Ha	Kcal. ED/Ha	Kcal. ED disponible/Ha
Bellotas	346.36	186.58	64624.67	32,312.33
Táscate	485.80	40.86	19849.89	9.924.95
Tunas	332.01	47.47	15760.42	7.880.21
Pegajosa	277.67	8.55	2374.10	1,187.05

Así mismo, en la tabla 18 se observa que la mayor producción de energía digestible disponible en el ecosistema está representada por las bellotas, seguida por el táscate, las tunas y finalmente la pegajosa.

La tabla 19 muestra necesidades energéticas en Kilocalorías, para el oso negro de Maderas del Carmen, de sexos diferentes y etapas de desarrollo. De éstos datos, junto con los obtenidos sobre la producción de energía por Hectárea, se obtienen los resultados reportados en la tabla 20, que muestra la cantidad de superficie que requiere un oso negro en Maderas del Carmen, así como el número total de individuos que puede soportar el área, y número de osos por cada 100 Hectáreas.

Tabla 19. Necesidades energéticas en Kilocalorías de oso negro de diferentes etapas y sexos, en las Serranías de Maderas del Carmen.

	Macho 4 años	Hembra 6 años con 2 crías	Hembra 7 años con 2 crías	Hembra 8 años	Macho 10 años
Ago	91864	203573	158820	88335	110836
Sep	91434	183643	152276	87818	110188
Oct	90789	184929	155049	87042	109214
Nov	59266	52332	71430	71305	89403
Dic	60126	53616	72467	72341	90701
Ene	57760	24368	32544	32488	90701
Feb	57760	66078	32544	32488	90701
Mar	57760	116040	108180	32490	90701
Abr	57760	116052	108176	32488	90701
May	57760	182750	166451	69494	87131
Jun	71096	192879	179775	85539	107248
Jul	106276	207963	246703	105674	132576
Kcal/año	859651	1584223	1484415	797502	1200101

Tabla 20. Cantidad de superficie requerida por oso negro de diferentes etapas y sexos, en las Serranías de Maderas del Carmen, así como número total de individuos que puede soportar el área, y número de osos por cada 100 Hectáreas.

	<b>Macho 4 años</b>	<b>Hembra 6 años con 2 crías</b>	<b>Hembra 7 años con 2 crías</b>	<b>Hembra 8 años</b>	<b>Macho 10 años</b>	<b>Promedio</b>
<b>Ha/año</b>	74.16	136.67	128.06	68.79	103.53	<b>102.244494</b>
<b># de individuos</b>	3532.06	1916.61	2045.48	3807.31	2530.07	<b>2561.92769</b>
<b>Capacidad/100Ha</b>	1.35	0.73	0.78	1.45	0.96	<b>1.05607265</b>

En promedio, se requieren 102.24 Hectáreas para cubrir las necesidades de energía digestible de un oso negro en el área natural protegida Maderas del Carmen. Por cada 100 Hectáreas se tiene una capacidad promedio de 1.05 osos y se estima que un número máximo de 2562 osos pueden permanecer en el área sin rebasar la capacidad de carga.

Es importante subrayar que en el área adyacente (“Serranías del Burro”), Doan-Crider (2000, datos no publicados) determinó una densidad de 1.4 osos por cada 100 Hectáreas. Se ha presumido que en estas áreas los osos han rebasado la capacidad de carga del terreno dado que algunos indicadores como el canibalismo entre la especie, el aumento de depredación de ganado domestico y el aumento de los conflictos con los seres humanos así lo indican.

Si estableciéramos que ambas áreas adyacentes cuentan con la misma capacidad de carga, entonces nuestro estudio confirma la sospecha que la capacidad de carga en las “Serranías del Burro” ha sido rebasada. En este caso incluso, para hembras de 6 años con 2 crías la necesidad de superficie es de 100 Hectáreas por cada 0.7 osos (Tabla 20). Esta nueva evidencia relativa a la capacidad de carga puede ayudar a tomar decisiones mas objetivas al respecto.

Es importante señalar que en el presente trabajo se estima la capacidad de carga con relación a la producción de energía digestible del ecosistema, considerando sólo los principales alimentos consumidos en un período determinado. Dado que la producción de alimentos varía en los diferentes años y algunos de ellos pueden formar parte muy importante de la dieta en un año y de nuevo dentro de 6 o 7 años (tal como el piñonero), la

idea de una capacidad de carga como tal desaparece. Entendemos también, que debe de tomarse en cuenta el espacio necesario para que la estructura social de las diferentes fases del desarrollo de ambos sexos de esta especie se lleve a cabo en la manera más “natural” posible. Consideramos que en este caso la superficie requerida para llenar sus requerimientos de energía es muy similar al área requerida para conservar una estructura social sana.

En suma, es necesario realizar mas investigación para un completo entendimiento de la ecología de los osos negros de “Maderas del Carmen” y para acercarnos mas a determinar la capacidad de carga del oso negro en dicha área. Dado el enorme desconocimiento existente en nuestro país sobre esta valiosa especie, consideramos que los resultados obtenidos en éste trabajo pueden ser una buena aproximación a la capacidad de carga del área, y pueden ser de gran utilidad para incrementar las técnicas de manejo de ésta población y preservarla para el futuro.

## 6. IMPLICACIONES DE MANEJO

En el presente estudio se reporta que el oso negro en el área natural protegida de Maderas del Carmen aunque tiene una dieta muy variada respondiendo a su característica de oportunista y omnívoro basa su dieta en cuatro grupos de especies claves del ecosistema que son las bellotas (principalmente de 2 especies de encino), tunas, pegajosa y táscate. Juntas estas especies representan más del 70 % de la densidad relativa de su dieta. El reconocimiento de estas especies por parte de los dueños de la tierra y de los manejadores de los ecosistemas locales es importante para protegerlas y fomentarlas en el ANP de las serranías de Maderas del Carmen.

Las bellotas aunque ocupan cerca del 30 % de la densidad relativa de las excretas colectadas representan más del 55 % del total de la energía digestible disponible en el ecosistema de estos cuatro grupos de especies consumidas por los osos durante el año. Si sumamos a esta con los juníperos (6 %) entonces debemos de establecer que los bosques templados son sin duda los ecosistemas más importantes desde el punto de vista nutricional para los osos los cuales deben de ser protegidos no solo de la acción humana sino también de acciones naturales tales como los incendios forestales y otras causas como posibles plagas y heladas extremas. Por otro lado las tunas son también de gran importancia en la nutrición de los osos sobre todo en las épocas críticas, que, aunque tienen una producción relativamente baja por Hectárea en comparación con las bellotas, se encuentran ampliamente distribuidas dentro del área natural protegida Maderas del Carmen por lo que representan cerca del 39 % de la energía digestible disponible para los osos. Esta gran dependencia de los osos a estos 2 componentes (bellotas y tunas) explica las migraciones de los mismos hacia las partes altas y bajas de la Sierra durante los diferentes periodos del año. Podemos sin duda mencionar que en gran medida la buena o la mala nutrición de los osos en esta área depende de la productividad de ambos componentes. Una disminución drástica en la producción de bellotas como se estima ocurrió en el año 2000 ocasiono una gran demanda de nutrientes de los osos por lo que aumentaron los conflictos con los seres humanos por la depredación de ganado o el acercamiento a las áreas habitacionales. Precisamente se estima que esta fue la causa que motivo que en el 2000 existiera una gran

cantidad de reportes de conflictos a lo largo de la Sierra Madre Oriental y un gran número de osos tuvieron que ser sacrificados. Entender la fenología de estas especies es de vital importancia para prevenir este tipo de situaciones.

Consideramos que la capacidad de carga estimada que en promedio para los osos que fue de 102 Hectáreas por oso o de .96 osos/100 Hectáreas en las 261,943 Hectáreas de la serranía de Maderas del Carmen es un dato que se ajusta a la realidad. Algo que sin duda refuerza este hecho es que en ecosistemas adyacentes como las Serranía del Burro una densidad mas alta que esta estimada en 1.4 osos/100 Hectáreas presenta ya indicadores de sobrepoblación. Con datos como los que estamos aportando será posible mantener una densidad de osos acorde a los criterios de sustentabilidad sin dañar a los ecosistemas ni a las mismas poblaciones de oso negro. Es importante resaltar que puede ocurrir una sobrepoblación de osos debido a que primero como se menciona en el texto la estimación de capacidad de carga se hace sobre la base del 50 % de la energía disponible es decir las poblaciones de osos si aumentan pueden consumir mas que este porcentaje. Esto puede ser posible dado que otras especies que anteriormente competían con el oso negro como lo fueron el oso gris o el lobo mexicano han desaparecido del área. Otros factores artificiales tales como el aumento del alimento disponible por acciones humanas como la cría de ganado o el mal manejo de los desperdicios o el cultivo de diferentes especies vegetales puede acelerar este proceso.

En el presente trabajo se presentan valiosas herramientas que pueden ser utilizadas por los manejadores de los distintos predios que integran el ANP de las serranías de Maderas del Carmen para calcular productividad de materia seca de las diferentes especies consumidas por los osos así como su aporte energético. A diferencia de otras áreas y debido quizá a la alta densidad de venado cola blanca el porcentaje relativamente alto de cervatillos de venado cola blanca durante las épocas de parición nos alerta de las importantes interacciones que ocurren entre estas 2 especies

Durante el estudio se llevaron a cabo diferentes métodos y acciones innovadoras que abren las puertas para que otros científicos continúen aportando información objetiva sobre la

ecología nutricional de diferentes especies de fauna silvestre. Es importante resaltar que se requieren diferentes investigaciones sobre las poblaciones y el hábitat del oso negro en el área entre las que resaltan estudios sobre densidad actual de osos en al ANP así como del uso de hábitat.

## 7. BIBLIOGRAFÍA REVISADA

- Ackerman, B.B., F. G. Lindzey, and T. P. Hemke. 1986. Predictive energetics model for cougars in S. D. Miller and D. D. Everett, eds. Cats of the world: biology, construction, and management. Proc. Of 2<sup>nd</sup> international symposium. Kingsville, Texas. Citado por Hewitt, 1988.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Agricultural Chemists. Washington, DC.
- Bacon, E. S., and G. M. Burghardt. 1983. Food preference testing of captive black bears. International Conference of Bear Research and Management. 5:102-105.
- Baker, R. H. 1956. Mammals of Coahuila, México. University of Kansas Publications. Museum Natural History. 9(7):125-335.
- Beck, T. D. I. 1991. Black bears of west-central Colorado. Colorado Division of Wildlife, Tec. Publication. 39.86pp. Citado por Doan-Crider, 1995.
- Beechman, J. 1980. Some populations characteristics of two black bear populations in Idaho. Interior Conference on Bear Research and Management. 4:201-204. Citado por INE-SEMARNAP, 1999.
- Beeman, L. E. 1975. Population characteristics movements and activities of the black bear (*Ursus americanus*) in the Great Smoky Mountains National Park. Ph.D. Thesis. Univ. Tennessee, Knoxville. 232 pp.
- Beeman, L. E., y M. R. Pelton. 1980. Seasonal foods and feeding ecology of black bears in the Smoky Mountains. International Conference of Bear Research and Management. 4:141-147.
- Best, R. C. 1976. Ecological energetics of the polar bear (*Ursus maritimus*). M.S. Thesis. Univ. of Guelph. Citado por Hewitt, 1988.
- Blix, A. S. and J. W. Lentfer. 1979. Modes of thermal protection in polar bear cubs at birth and emergence from the den. Am. J. Physiol. 236:R67-R74. Citado por Hewitt, 1988.
- Brunner y Coman. 1974. The identification of mammalian hair. 176 pp.
- Burt, W. K. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. Journal of Mammalogy. 24:346-352.
- Carlock, D. M., R. H. Conley, and J. M. Collins. 1983. Tri-state black bear study, technical report 83-9, Tennessee. Wildlife Resources Agency. Nashville. 286 pp.

- Carrillo y Orozco, R. 1981. Notas sobre el oso negro (*Ursus americanus eremicus*) Merriam (1904), en la Sierra Madre Oriental del estado de Nuevo León, México. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 45 pp.
- Cramton, E. W., and L. E. Harris. 1969. Applied animal nutrition. 2<sup>nd</sup> Ed. W. H. Freeman Co. Sn. Fco. Calif. 753 pp.
- Craighead, F. C., y J. A. Mitchell. 1982. Grizzly bear (*Ursus arctos*). Pages 515-556 in J.A. Chapman and G. A. Feldhamer, Eds. Wild mammals of North America: biology, management, economics, Hopkins, Baltimore, Md. Citado por Hewitt, 1988.
- Diario Oficial de la Federación. Noviembre de 1994.
- Doan-Crider, D. L. 1995a. Food habits of the Mexican black bear, in Big Bend National Park, Texas and the Serranías del Burro, Coahuila, México.
- Doan-Crider, D. L. 1995b. Population characteristics and home range dynamics of the black bear in Northern Coahuila, Mexico. M. S. Thesis, Texas A&M University-Kingsville. 117pp.
- Doan-Crider, D. L., and E. C. Hellgren. 1996. Population characteristics and Winter ecology of black bears in Coahuila, Mexico. *Journal of Wildlife and Management*. 60(2):398-407.
- Eagle T. C., and M. R. Pelton. 1983. Seasonal nutrition of black bears in the Great Smoky Mountains National Park. *International Conference of Bear Research and Management*. 5:94-101.
- Garshelis, D. L., and M. R. Pelton. 1980. Activity of black bears in the Great Smoky Mountains National Park. *Journal of Mammalogy*. 61:8-19.
- Garshelis, D. L., H. B. Quijley, C. R. Vilarubia and M. R. Pelton. 1983. Diel movements of black bears in the Southern Appalachians. *International Conference of Bear Research and Management*. 5:11-20.
- Graves, W. C. 1980. Annual oak mast yields from visual estimates. In: Plumb, T. R., editor. *Proceedings, symposium on the ecology, management and utilization of California oaks*; 1979 June 26-28; Claremont, CA. Gen. Tech. Rep. PSW-44. Berkeley, CA: Pacific Southwest forest and range experiment station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; 270-274.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. 2<sup>nd</sup> Ed. Wiley and Sons. New York, N.Y. 1181 pp.



- Harestad, A. S., and F. L. Bunnell. 1979. Home range analysis and body weight a reevaluation. *Ecology*. 60:389-402.
- Harting, A. L. Jr. 1985. Relationships between activity patterns and foraging strategies of Yellowstone grizzly bears. M.S. Thesis, Mont. State Univ., Bozeman. 130pp. Cited por Hewitt, 1988.
- Hellgreen, E. C. 1991. Microhabitat use by black bears in the Southeastern Wetland. *Journal of Wildlife Management*. 55(3):442 pp.
- Hellgreen, E. C. 1993a. Status, distribution and summer food habits of black bears in Big Bend National Park. *International Conference of Bear Research and Management*. 8:77-80.
- Hellgren, E. C. 1993b. Status, distribution, and Summer food habits of black bears in Big Bend National Park. *The Southwestern Naturalist*. 38(1):77-80.
- Hellgren, E. C. and M. R. Vaughan. 1988. Seasonal food habits of black bears in Great Dismal Swamp, Virginia-Carolina del Norte. *Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish and Wildl. Agencies*. 42:295-305.
- Hellgren, E.C. and M. R., Vaughan. 1989. Denning ecology of black bears in a Southeastern Wetlands. *Journal of Wildlife Management*. 53(2):347-353.
- Hensel, R. J., W. A. Troyer, and A. W. Erickson. 1969. Reproduction in the female brown bear. *J. Wildl. Manage.* 33:357-365.
- Herrero, S. 1985. Bear attacks, Their cause and avoidance. 281 pp.
- Hewitt D. 1988. Energetics model for Yellowstone grizzly bears. *Wildlife Nutrition Class*. 26 pp.
- Highley, K. and S. Chang. 1998. Bear farming and trade in China and Taiwan. Earthtrust. En: <http://planet-hawaii.com/earthtrus/bear.html>. Cited por INE-SEMARNAP, 1999.
- Hixon, M. A. 1980. Food production and competitor density as the determinants of feeding territory size. *American Naturalist*. 115:510-530.
- Hobbs. N. T., D. L. Baker, J. E. Ellis, D. M. Swift, and R. A. Green. 1982. Energy-and nitrogen-based estimates of elk winter range carrying capacity. *J. Wildlife Management*. 33:357-365.
- Hock, R. J. 1957. Metabolic rates and rectal temperatures of active and hibernating black bears. *Feder. Proc.* 16:440. Cited por Hewitt, 1988.

- Hugie, R. D. 1982. Black bear ecology and management in the northern conifer-deciduous forest of Maine. PhD. Thesis. Univ. Mont., Missoula. 203pp. Citado por INE-SEMARNAP, 1999.
- INE-SEMARNAP. 1997. Programa de manejo de áreas de protección de flora y fauna "Maderas del Carmen". Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 125 pp.
- INE-SEMARNAP. 1999. Proyecto para la conservación y manejo del oso negro (*Ursus americanus*) en México. 112pp.
- Jeness, R., A. W. Erickson, and J. J. Craighead. 1972. Some comparative aspects of milk from four species of bears. *J. Mammaogy*. 53:34-47.
- Jiménez, A., y M. A. Zuñiga. 1991. Caracterización biológica de la Sierra Maderas del Carmen, Coahuila, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. de México Ser. Zool.* 62(2):375-382.
- Kaczmariski, F. 1966. Bioenergetics of pregnancy and lactation in the bank vole. *Acta. Theriol.* 11:409-417. Citado por Hewitt, 1988.
- Kingsley, M. C. S. 1979. Fitting the von Bertalanffy growth equation to polar bear age-weight data. *Can. J. Zool.* 57:1020-1025. Citado por Hewitt, 1988.
- Kingsley, M. C. S., J. A. Nagy, and R. H. Russell. 1983. Patterns of weight gain and loss for grizzly bears in northern Canada. *Int. Conf. Bear Res. and Manage.* 5: 174-178. Citado por Hewitt, 1988.
- Kleiber, M. 1975. *The fire of life*. 2<sup>nd</sup> Ed. Revised. John Wiley and Sons. New York. 476. pp. Citado por Hewitt, 1988.
- Knight, R. R., B. M. Blanchard, and D. J. Mattson. 1985. Yellowstone grizzly bear investigations. Annual rep. Of the interagency study team. 1984. Citado por Hewitt, 1988.
- Knox, J. Jr. 1955. Distribution of some Nebraskan Mammals. pp. 476-487.
- LeCount, A. L. 1987. Characteristics of northern Arizona black bear population. Game and fish dep. Fed. Aid Proj. W-78-R. Work Plan 2, Job 22.26 pp. Citado por Doan-Crider 1995b.
- LeCount, A. L., R. H. Smith, and J. R. Wegge. 1984. Black bear habitat requirements in Central Arizona. Arizona Game and Fish Department. Spec. Rep. No. 14. 49pp.
- Leopold, A. S. 1959. Familia *Ursidae*. Fauna silvestre de México. University California. Press Berkeley. 608 pp.

- Lindstedt, S. L., B. S. Miller, and S. W. Buskirk. 1986. Home range, time and body size in mammals. *Ecology* 67:413-418.
- LoBello, R.L. 1989. Status of the black bear in Big Bend national Park, Texas. Third Regional Conference US-Mexico border states on parks and wildlife. McAllen, Texas. Citado por Doan-Crider, 1995b.
- Luntberg, D. A., R. A. Nelson, H. W. Wahner, and J. D. Jones. 1976. protein metabolism in the black bear before and during hibernation. *Mayo Clin. Proc.* 51:716-722. Citado por Hewitt, 1988.
- McClinton S. F., F. L. McClinton, and J. V. Richerson. 1992. Food habits of black bears in Big Bend National Park. *The Southwestern Naturalist.* 37(4):433-435.
- McNamee, T. 1984. The grizzly bear. Alfred A. Knopf, New York. 308pp. Citado por Hewitt, 1988.
- McNab, B. K. 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. *American Naturalist.* 162:133-140.
- Middleton, D. 1997. The modern archetypal bear. En The bear Dcn home page. <http://www.nature-net.com/bears/archetyp.html>
- Miller, S. D., Becker, E. F. and Ballard, W. B. 1987. Black and brown bear density estimates using modified capture-recapture techniques in Alaska. *Interior Conference on Bear Reserch and Management.* 7:23-35. Citado por INE-SEMARNAP, 1999.
- Moctezuma, O. O. 1997. Oso negro (*Ursus americanus pallas*, 1780). En Atlas mastozoológico (G. Cevallos y H. Arita, eds). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Ecología (INE)., U.N.A.M. En impresión.
- Moen, A. N. 1973. *Wildlife ecology, an analytical approach.* Freeman, San Francisco. Citado por Hewitt, 1988.
- Moore, T. D., L. E. Spence, C. E. Dugnolle, and W. G. Hepworth. 1974. Identification of dorsal guard hairs of some mammals of Wyoming. *Wyoming Game and Fish Department.* 177 pp.

- Muldavin, C., S. Wood, G. Harper. 1997. Vegetation mapping, assessment and monitoring of the "Maderas del Carmen" Protected Area, Mexico. University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico. 88131. 25 pp.
- Niño. 1989. Análisis preliminar de la dieta de verano del oso negro (*Ursus americanus*), en la sierra Los Picachos, Higuera, Nuevo León, México. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 55 pp.
- Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Gaceta Ecológica. 72 pp.
- Oritsland, N. A., C. Jonkel, K. Ronald. 1976. A respiration chamber for exercising polar bears. *Norw. J. Zool.* 24:65-67. Citado por Hewitt, 1988.
- Pelton, M. R. 1982. Black bear and grizzly bear. *Wildl. Mammals of North America. Carnivora.* p. 504-559.
- Piekielek, W., and T. S. Burton. 1975. A black bear population study in northern California. *California Fish and Game.* 61:4-25.
- Poelker, R. J. y H. O. Hartwell. 1973. The black bear of Washington. Washington Game Department. *Biological Bulletin.* 14:180pp.
- Powell. 1989.....
- Powell, R. A., y D. E. Seaman. 1990.....
- Powell, R. A., J. W. Zimmerman, and D. E. Seaman. 1994. Ecology and behaviour of North american black bears: Home ranges, habitat and social organization. Chapman & Hall. 203 pp.
- Pritchard G. T., and C. T. Robbins. 1990. Digestive and metabolic efficiencies of grizzly and black bears. *Canadian Journal of Zoology.* 68:1645-1651.
- Pruitt, W. O. 1980. Locomotor speeds of some large North American mammals. *J. of Mammalogy.* 41:112.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales, y F. A. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Ocasional Papers. The Museum. Texas Tech University,* 158:1-63.
- Robbins. C. T. 1983. *Wildlife feeding and nutrition.* Academic Press. Inc. Orlando Florida. 343 pp. Citado por Hewitt, 1988.

- Robbins, C. T. and A. N. Moen. 1975. Uterine composition and grow inpregnant white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 39:684-691. Citado por Hewitt, 1998.
- Rogers, L. L. 1976. Efects of mast and berry crop failure on survival, growth, and reproductive success of black bears. *Transaction of the North American Wildlife Natural Resource Conference.* 41:431-438.
- Rogers, L. L. 1977. Social relationships, movements and population dynamics of black bears in Northeastern Minnesota. Ph.D. Thesis. University of Minnesota, Minneapolis. 194 pp.
- Rose, D. A. 1995. American bear trade on the rise. *TRAFFIC USA.* World Wildlife Fund. 14(1):1-5.
- Sizemore, D. L. 1980. Foraging strategies of the grizzly bear as related to its ecological energetics. M.S. Thesis, Univ. Mont. Missoula. 67 pp. Citado por Hewitt, 1988.
- Schmidt, R. H. 1986. Chihuahuan Desert climate. Pp. 40-63 in J. C. Barlow, A. M. Powell, and B. N. Timmermann. eds. *Second Symposium Resources of the Chihuahuan desert.* Chihuahuan desert Research. Institute. Alpine. Texas. 172pp. Citado por Doan-Crider, 1995b.
- Scholander 1950.
- Schorger, A. W. 1946. Influx of bear in to St. Louis Country, Minnesota. *Journal of Mammalogy.* 27:177.
- Schorger, A. W. 1949. The black bear in early Wisconsin. *Transaction on the Wisconsin academy of science, Arts and Letters.* 39:151.194.
- Schwartz y Franzmann 1991
- Schwartz, C. C. y A. W. Franzmann. 1991. Interrelationship of black bears to moose and forest seccession in the northern coniferous forest. *Wildlife Monographs.* 113. 58pp.
- Swift, D. M. 1983. A simulation model of energy and nitrogen balance for free-ranging ruminants. *J. Wildl. Manage.* 47:620-645. Citado por Hewitt, 1988.
- Taylor, R. B. 1992. Black bear status. Texas Parks and Wildlife Department. 5pp
- Taylor, R. B., J. Rutledge, and J. G. Herrera. 1994. A field guide to Common South Texas shrubs. Texas Parks & Wildlife. 106pp.
- Vidal, J. A. 1998. El mundo de los animales. Océano gpo. Editorial S.A. 369 pp.

- Villarreal, Q., and J. A. Valdes. 1992. Vegetation de Coahuila., Manejo de Pastizales. Universidad Autónoma Antonio A. Narro. Buenavista. Saltillo, Coahuila.16(1):9-18pp. Citado por INE-SEMARNAP, 1997.
- Waddell, T. E. and D.E. Brown. 1984. Weights and color of black bears in the Pinaleno Mountains, Arizona. J. of Mammal. 65(2):350-351.
- Wasowski S. and A. Wasowski. 1988. Native Texas plants, landscaping region by region. Lone star books. 407pp.
- Wood, S., G. Harper, E. Muldavin and P. Neville. 1999. Vegetation Map of the Sierra del Carmen, U.S.A. and Mexico. Final Report. 57pp.
- Yodzis, P., and G. B. Kolenosky. 1986. A population dynamics model of black bears in eastcentral Ontario. Journal of Wildlife Management. 50:602-612. Citado por INE-SEMARNAP, 1999.

