



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

CAMPUS SAN LUIS POTOSÍ

POSTGRADO EN INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES

Dieta y segregación del borrego cimarrón

(*Ovis canadensis mexicana* Merriam, 1901) en Sonora, México

Fernando Isaac Gastelum Mendoza

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

SALINAS DE HIDALGO, SAN LUIS POTOSÍ
DICIEMBRE DE 2015

La presente tesis titulada: **Dieta y segregación del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* Merriam 1901) en Sonora, México** realizada por el alumno: **Fernando Isaac Gastelum Mendoza** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

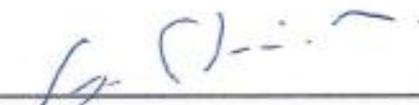
CONSEJO PARTICULAR

Consejero
(Director de Tesis)



Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula

Asesor



Dr. Jorge Palacio Núñez

Asesor



Dr. Genaro Olmos Oropeza

Asesor



Dr. Diego Valdez Zamudio

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, Diciembre de 2015

Dieta y segregación del borrego cimarrón
(*Ovis canadensis mexicana* Merriam 1901) en Sonora, México

Fernando Isaac Gastelum Mendoza, MC.

Colegio de Postgraduados, 2015

Aunque el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) es importante ecológica y económicamente, este se incluye en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de protección especial. Esta especie se ha adaptado a climas áridos, desarrollando estrategias de supervivencia como la segregación, la cual inicia una vez concluida la época reproductiva, en la cual los machos y hembras realizan sus actividades en áreas diferentes. Entender este comportamiento considerando la preferencia alimenticia, permite estimar la capacidad de carga de machos y hembras en sus respectivas áreas. Este estudio se realizó en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Rancho Noche Buena, Hermosillo, Sonora, durante agosto-2014 a agosto-2015. Los objetivos fueron conocer la composición de la dieta de esta especie y las diferencias entre sexos en la época de segregación. Para ello, se recolectaron muestras fecales por estación del año, época (reproductiva y segregación) y sexo. Los individuos se localizaron con binoculares y se observaron hasta el momento de la defecación. Para identificar las especies de plantas en la dieta, se utilizó la técnica microhistológica con el apoyo de un catálogo fotográfico de sus estructuras epidérmicas. Se prepararon y analizaron 50 laminillas de muestras compuestas, las cuales se observaron al microscopio para identificar las estructuras celulares presentes en las heces. Se determinó la frecuencia relativa, el índice de diversidad de Shannon-Wiener y el índice de similitud de Kulczynski por estación, sexo y época. La dieta se compuso de 48 especies en la que predominaron las herbáceas (28.8%) y arbustivas (21.3%). Las herbáceas predominaron en todas las estaciones del año (primavera 28.4%, verano 24.1% y otoño 29.1%), excepto en invierno (pastos 34.5%). La dieta de los machos en la época de segregación se compuso principalmente de pastos (37.6%) y la de hembras de herbáceas (31.7%). No se encontraron diferencias en la diversidad de la dieta de machos y hembras en la época de segregación ($H'=1$) y su dieta fue similar (80%). Sin embargo, la composición de la dieta de los machos

segregados y no segregados presentó el menor porcentaje de similitud (67%). Estos resultados coinciden con trabajos realizados en el Desierto Sonorense, los cuales indican que la segregación sexual no se debe a preferencias alimenticias y son otras las causas que inducen a este comportamiento.

Palabras clave: Capacidad de carga, preferencia alimenticia, técnica microhistológica.

Diet and segregation of desert bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana* Merriam 1901) in Sonora, Mexico

Fernando Isaac Gastelum Mendoza, MC.

Colegio de Postgraduados, 2015

Although bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana*) is important ecologically and economically, this species included in the NOM-059-SEMARNAT-2010, in the category of special protection. This species has adapted to arid climates, developing reproductive strategies such as segregation, which starts once the breeding season ends; in this, males and females conduct its activities in different areas. The understanding of this behavior considering bighorn sheep food preferences, will help to estimate carrying capacity of males and females in a given site. This study was conducted in the Management Unit for the Conservation of Wildlife Rancho Noche Buena , Hermosillo , Sonora during August 2014 -August -2015. The objectives were to determine diet composition of bighorn sheep and to estimate the differences between the diet of males and females during segregation. For this purpose, bighorn sheep fecal samples were collected by season, period (reproductive and segregation) and sex. Individuals were located with binoculars and observed until defecation. We used the microhistological technique and a cell catalog of the plants found in the study area to identify the plant species in fecal samples. Fifty slides of composed samples were prepared, analyzed and the plants species were classified by biological form, family and species. The relative frequency, diversity index of Shannon-Wiever and the similarity index of Kulczynski per season, sex and period were determined. Bighorn sheep diet consisted of 48 species being the herbaceous (28.8 %) and shrubs (21.3 %) the most common. Herbaceous dominated in all seasons (spring 28.4 %; summer 24.1% and fall 29.1 %), except winter (grasses 34.5 %). The diet of males during the segregation period was composed mainly of grasses (37.6 %) and the diet of females of herbaceous (31.7 %) plants. No differences in the diversity of the diet of males and females in the segregation period ($H' = 1$) were found and their diet were similar (80 %). However, the composition of the diet of segregated and non-segregated males had the lowest percentage of similarity (67%). The results of this study, as in other studies conducted on bighorn sheep in the state of Sonora, México showed that sexual

segregation exhibited by this species in Rancho Noche Buena, was not due to food preferences and possibly, some other causes induced this behavior.

Key words: Carrying capacity , food preference , microhistological technique

DEDICATORIA

A mi Madre,

Por ser el mejor ejemplo de superación y valentía que he podido tener en mi vida. Por ella es que cumpla esta meta y a ella enteramente le dedico la pasión, esfuerzo, sacrificio y dedicación depositados en este trabajo.

Muchas gracias Madre

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por brindarme la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida.

A **mis padres** por ser siempre mi más grande apoyo en todas las etapas de mi carrera profesional.

Al **Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí**.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** por el financiamiento de mis estudios de postgrado.

Al **Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula** por su apoyo en la realización del presente trabajo.

Al **Dr. Genaro Olmos Oropeza** por sus acertados consejos y valiosos aportes al presente trabajo.

Al **Dr. Jorge Palacio Núñez** por su constante asesoría, consejos y aportaciones.

Al **Dr. Diego Valdez Zamudio** por su apoyo en la identificación del material de referencia.

Al **M.V.Z. Roberto Noriega Valdez** por brindarme todas las facilidades en su UMA para la realización del presente trabajo.

A la **Dra. Reyna Amanda Castillo Gámez** y al **Dr. Carlos Alcalá Galván de la Universidad de Sonora** por brindarme las facilidades y apoyo para la elaboración del catálogo de referencia.

A la **Ecol. Mariana Jovita Silva Piña** por haber sido mi apoyo incondicional en todas las etapas de mi carrera profesional.

A mis amigos, compañeros, profesores y personal del Campus San Luis Potosí, que siempre me brindaron su amistad y apoyo, e hicieron de mi estancia en Salinas de Hidalgo una grata experiencia de vida.

Mi más sincero agradecimiento

Fernando Isaac Gastelum Mendoza

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	3
1.2. Objetivos particulares	3
1.3. Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. El borrego cimarrón	5
2.2. Dieta de herbívoros	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Descripción del área de estudio	10
3.2. Análisis de la dieta del borrego cimarrón.....	12
3.2.1. Catálogo de referencia	12
3.2.2. Recolecta y análisis de muestras fecales.....	13
3.2.3. Análisis numéricos	17
VI. RESULTADOS.....	19
4.1. Composición de la dieta del borrego cimarrón	19
4.2. Composición de la dieta del borrego cimarrón durante la época reproductiva y de segregación.....	21
4.3. Diversidad y similitud de la dieta de machos y hembras	23
V.DISCUSIÓN	25
VI.CONCLUSIONES	29
VII.LITERATURA CITADA.....	30

CUADROS

Cuadro 1. Frecuencia relativa de clases de forraje en la dieta del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i> spp.) en el suroeste de Norteamérica.	9
Cuadro 2. Número de laminillas para análisis microhistológico, clasificadas por estación, sexo y época.	15
Cuadro 3. Frecuencia relativa de la composición de la dieta por forma biológica, familia, especie y estación.	20
Cuadro 4. Frecuencia relativa de la composición de la dieta por forma biológica, familia, especie, sexo y época.	22
Cuadro 5. Índice de diversidad de Shannon-Wiever de la dieta, por estación, sexo y época.	23
Cuadro 6. Índice de similitud de Kulczynski entre la dieta de machos y hembras por época.	24

FIGURAS

Figura 1. Ejemplares de <i>O. c. mexicana</i>	6
Figura 2. Trofeo de borrego cimarrón de la UMA Rancho Noche Buena.....	6
Figura 3. Clases de edad en borrego cimarrón	7
Figura 4. UMA Rancho Noche Buena, en el estado de Sonora, México.....	11
Figura 5. Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación del Borrego Cimarrón en el estado de Sonora	12
Figura 6. Estructuras celulares de algunas plantas utilizadas para identificar y cuantificar las especies vegetales presentes en las excretas de borrego cimarrón	13
Figura 7. Ejemplares de borrego cimarrón forrajeando en el área de estudio	16
Figura 8. Muestras fecales de borrego cimarrón.....	17
Figura 9. Composición de la dieta del por forma biológica y estación.....	19
Figura 10. Composición de la dieta del por sexo, época y forma biológica.....	21

I. INTRODUCCIÓN

En Norteamérica se reconocen cuatro subespecies de borrego cimarrón, de las cuales tres se distribuyen en México: 1) el borrego cimarrón de Weems (*Ovis canadensis weemsii*) en Baja California Sur, 2) el peninsular (*O. c. cremnobates*) en Baja California y 3) el mexicano (*O. c. mexicana*) en Sonora. Sin embargo, durante los siglos XIX y XX, las poblaciones de *O. c. mexicana* se vieron disminuidas, al grado de restringir su distribución al estado de Sonora (GOB-SON 2012). Por ello, *Ovis canadensis mexicana* fue recientemente reintroducida a Chihuahua, Coahuila y Nuevo León (Uranga 1998; Sandoval y Espinosa 2001; Uranga y Valdez 2011). Las principales causas de esta disminución han sido la caza ilegal, la destrucción del hábitat, la depredación y la competencia con animales domésticos, nativos y exóticos (Beuchner 1960; Jones 1980). Por esto, la especie se encuentra en la categoría de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F. 2010).

El borrego cimarrón ha desarrollado estrategias de supervivencia, en específico la segregación sexual, la cual ocurre cuando los grupos de machos adultos se separan de los de hembras, crías y juveniles una vez que finaliza la época reproductiva. El concepto de segregación sexual fue formalmente expuesto por Darwin (1871), el cual se basó en explicar por qué los machos de ciervo rojo (*Cervus elaphus*), se separaban de las hembras en la época no reproductiva. Se le considera una estrategia de supervivencia de la especie y ocurre cuando existe un uso distinto del hábitat por las hembras y los machos adultos (Bleich et al. 1997; Barboza y Bowyer 2000). La segregación sexual ha sido documentada en aves, peces y mamíferos (Bleich et al. 1997; Ruckstuhl 1998). Sin embargo, predominan los estudios en mamíferos, siendo los rumiantes el grupo más estudiado (Loison et al. 1999; Perez-Barberia et al. 2002). Describir la segregación sexual en los herbívoros silvestres, es importante en los ecosistemas; en específico, para entender el ciclo de nutrientes, la sucesión ecológica y su influencia en la diversidad de otras especies (Bowyer et al. 1997; Kie et al. 2003). Main et al. (1996) han expuesto algunas hipótesis que tratan de explicar las causas que originan esta segregación:

- La primera se basa en la estrategia reproductiva, la cual establece que los machos en la época no reproductiva seleccionan áreas con forraje más diverso y de alta calidad nutricional; por el contrario, las hembras prefieren zonas más seguras para proteger a sus crías, donde el forraje es escaso y su calidad nutricional baja. Esta hipótesis asume que la composición de la dieta de machos y hembras segregadas es diferente.
- La segunda hipótesis, se basa en los factores sociales que influyen en la segregación sexual, esta predice que los machos se separan de las hembras con el fin de establecer relaciones de dominancia sobre otros machos.
- La tercera, relaciona la segregación con el dimorfismo sexual y predice que éste influye en los requerimientos nutricionales específicos de machos y hembras, los cuales se reflejan en un uso distinto del hábitat.

Además de estas hipótesis, Ruckstuhl (1998) ha propuesto una cuarta, la cual se fundamenta en diferencias en el comportamiento forrajero entre machos y hembras, debido a diferencias en el tamaño del tracto digestivo (los machos pueden asignar más tiempo forrajeando). La segregación sexual por diferencias en requerimientos nutricionales, ha sido documentada para bisonte (*Bison bison*) en Kansas, Estados Unidos, donde se reporta que los machos adultos consumen una dieta con mayor proporción de especies de plantas C₄ que la de los machos juveniles, hembras y corderos, lo cual indica que el dimorfismo sexual si interviene en la segregación sexual (Post et al. 2001).

Como lo especifica la hipótesis de estrategia reproductiva, los machos en la época no reproductiva seleccionan áreas con forraje más diverso y de alta calidad nutricional para recuperar su condición corporal. Además, este comportamiento induce a diversas relaciones intraespecíficas; por ejemplo, la mayor parte del año los machos adultos se separan de las hembras y sus crías, este comportamiento disminuye la competencia entre machos y crías por el acceso al forraje, propicia el éxito

reproductivo y favorece el reclutamiento de individuos a la población (McCullough, 1979).

El borrego cimarrón por ser una especie ecológica y económicamente importante ha sido muy estudiado en los Estados Unidos (McCutchen 1988; Miller y Gaud 1989; McKinney y Smith 2007). Sin embargo, en México son pocos los trabajos para esta especie (Holt et al. 1992; Guerrero et al. 2003; Bender y Weisenberger 2005; Schroeder et al. 2010), y en particular sobre la composición de su dieta y segregación sexual. Martínez y Galindo (2001) lo estudiaron en Baja California y Tarango et al. (2002) y O'Farril (2003) en Sonora, México.

Tarango et al. (2002) durante la época de segregación, reportaron una dieta similar para machos y hembras, indicando que este comportamiento no se debió a preferencias alimenticias y que otros factores fueron los causantes de este comportamiento. Entender las causas de la segregación sexual ayudará a implementar acciones de manejo específicas para machos y hembras (Bowyer et al. 2001; Stewart et al. 2003).

1.1. Objetivo general

Identificar la composición de la dieta del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Rancho Noche Buena, Sonora, México.

1.2. Objetivos particulares

1. Identificar y cuantificar las especies que conforman la dieta del borrego cimarrón.

2. Determinar la composición de la dieta de los machos y hembras en época reproductiva y de segregación.

1.3. Hipótesis

La composición de la dieta de machos y hembras en la época de segregación es diferente, siendo más diversa la de machos que la de hembras.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El borrego cimarrón

El borrego cimarrón es uno de los grandes herbívoros del Desierto Sonorense, en donde habita cadenas montañosas, con terreno escarpado, cañones, acantilados y sierras con alturas de hasta más de 1000 m. Los machos adultos pesan entre 80 y 130 kg, miden entre 80 a 100 cm de altura y hasta 180 cm de longitud de la punta de la nariz a la cola. Las hembras pesan en promedio 50 kg y miden entre 60 y 70 cm de altura y hasta 140 cm de longitud de la nariz a la cola (Rusoo 1956; Smith y Krausman, 1988; Monson y Sumner 1980) (Figura 1). Presenta un pelaje café claro a café oscuro, con un marcado dimorfismo sexual, los machos tienen cuernos enroscados que crecen con la edad, los cuales llegan a medir entre 80 y 120 cm de longitud, su cornamenta es simétrica, sin ramificaciones, corrugada de café oscuro a amarillo pálido (Figura 2), la cual representa hasta el 10% de su peso y permite identificar su edad de acuerdo con su desarrollo (Figura 3; Geist 1971). Las hembras presentan cuernos pequeños, delgados y ligeramente curvos.

Son animales sociales y forman grupos conformados por hembras, corderos, machos juveniles y seniles, además de grupos de machos reproductores (clase III y IV), los cuales en la época reproductiva establecen dominancia sobre los grupos de hembras. Tienen un período de gestación de 6 meses, pariendo por lo general un cordero, viven de 12 a 16 años (Wishart 1978).

Esta especie corresponde a un herbívoro que se alimenta en su mayoría de pastos, algunas arbustivas y herbáceas constituyen una parte importante de su dieta. Es un forrajero oportunista adaptado a una variedad de especies. En el suroeste de Norteamérica en donde se incluye al Desierto Sonorense, se ha documentado que los borregos seleccionan arbustivas y herbáceas, aun cuando los pastos son abundantes (Sandoval 1979; Watts 1979).



Figura 1. Ejemplares de *O. c. mexicana* (grupo compuesto por tres machos clase III y una hembra adulta. Fotografía por Texas Parks and Wildlife).



Figura 2. Trofeo de borrego cimarrón de la UMA Rancho Noche Buena (DFYFS-CR-EX-0162-SON. Puntaje 182 1/8, temporada hábil de caza 2010-2011; GOB-SON 2012).

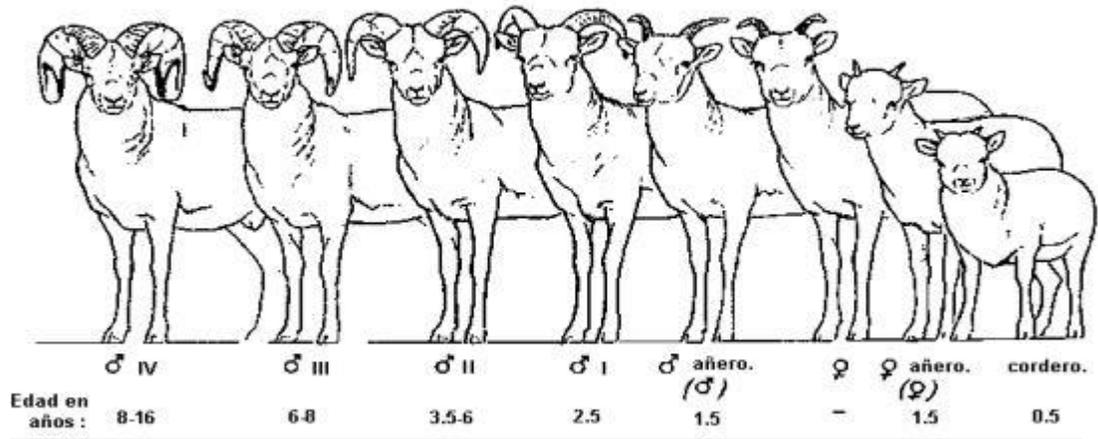


Figura 3. Clases de edad en borrego cimarrón (Geist 1971).

2.2. Dieta de herbívoros

Cada tipo de alimento en el hábitat contiene diferentes valores nutricionales y un patrón de disponibilidad (Morrison et al. 1992). Por ello, los herbívoros consumen sólo algunas especies y específicamente algunas de sus partes, principalmente las hojas y en algunos casos, frutos y semillas. Esto ocasiona que algunas especies forrajeras sean sujetas a una presión continua y a una limitación en su desarrollo, provocando una dominancia de las menos apetecibles en los sitios de pastoreo (Laca y Demment 1996).

La técnica microhistológica ha sido utilizada para identificar la composición de la dieta de herbívoros domésticos y silvestres como el borrego cimarrón (Cuadro 1). Esta técnica se basa en identificar y comparar tejidos epidérmicos característicos de cada especie vegetal en muestras fecales, fistulares o estomacales (Holechek et al. 1982; Ortega et al. 1993; Holechek et al. 2001; Tarango et al. 2002; Castellaro et al. 2004).

En relación al borrego cimarrón, Leopold y Krausman (1991) estudiaron los hábitos alimenticios y definieron diferencias entre la dieta de machos y hembras por estación

del año. Ellos reportaron que la dieta se compone por arbustivas (50%), herbáceas (35%), pastos (11%) y cactáceas (4%). Aunque, reportan que la dieta de machos y hembras fue similar entre años, si encontraron diferencias por estación ($P \leq 0.05$), en donde las herbáceas predominaron en la dieta de machos durante el invierno. Además, identificaron que aunque las especies de plantas suculentas no aparecen en gran porcentaje en la dieta ($\leq 1\%$) si son importantes como especies “amortiguadoras” en la época seca. En Arizona se reportó que la composición y diversidad de la dieta de grupos de machos y hembras es similar durante los años de sequía y de lluvia normal. Asimismo, la composición de la dieta de corderos no varió con los niveles de lluvia, pero el traslape de dietas entre y dentro de los grupos de edad fue más alto en los periodos más lluviosos (McKinney y Smith, 2007). Además, McKinney et al. (2003) reportan que la selección de forraje por parte de los corderos es parecida a la de sus madres, principalmente antes del destete. En México sólo se reporta un trabajo sobre composición de la dieta de *O. c. mexicana* en el contexto de la segregación sexual (Tarango et al. 2002). Sin embargo, estos autores no encontraron diferencias ($P \geq 0.05$) en la composición de la dieta entre grupos de hembras y machos segregados.

Cuadro 1. Frecuencia relativa de clases de forraje en la dieta del borrego cimarrón (*Ovis canadensis* spp.) en el suroeste de Norteamérica.

Área	P	H	A	S	Fuente
Nuevo México (San Andrés)	42	27	27	--	Sandoval (1979)
Nuevo México (Big Hatchet)	46	19	36	--	Watts (1979)
Nuevo México (Peloncillo)	68	21	11	--	Elenowitz (1983)
Texas (Elephant Mountain)	52	15	26	7	Brewer et al. (2001)
California (Death Valley)	56	16	16	--	Ginnet y Douglas (1982)
Arizona (Desierto Sonorense)	64	13	23	--	Miller y Gaud (1989)
California (San Gabriel)	60	22	2	--	Perry et al. (1987)
Utah (Canyonlands National Park)	53	11	35	--	King y Workman (1982)
Baja California (San Pedro Mártir)	25	15	38	12	Martínez y Galindo (2001)
Baja California Sur (Sierra El Mechudo)	36	30	33	--	González et al. (2000)
Sonora (Sierra del Viejo)	5	32	46	18	Tarango et al. (2002)
Sonora (Isla Tiburón)	5	5	90	--	O'Farril (2003)

P= Pastos, **A=** arbóreas, **H=** herbáceas y **S=** suculentas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó de agosto de 2014 a agosto de 2015, en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) Rancho Noche Buena, ubicada en el municipio de Hermosillo, Sonora. El predio se localiza a 120 km al noroeste de la cabecera municipal y a 14.2 km de la costa, cubre un área 17,919 ha (Figura 4).

Esta presenta un clima árido-cálido. La precipitación media anual es de 365.7 mm, con lluvias de julio a septiembre, la humedad es de 43% y la temperatura media anual de 24.8 °C, siendo las máximas en agosto de 48.5 °C y las mínimas en enero de - 4 °C (López et al. 1999). Durante el periodo de estudio la precipitación máxima ocurrió en septiembre-2014 (140 mm); por ello, se le consideró un mes atípico en términos de precipitación para la región (CONAGUA 2015). La vegetación está dominada por el matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaulé. En su mayoría, las especies son arbustivas como rama blanca (*Encelia farinosa*), sangregado (*Jatropha cardiophylla*), salicieso (*Lycium* sp.) y torote prieto (*Bursera laxiflora*); herbáceas como malvarrosa (*Kosteletzkya malvavizcana*), farolito (*Cardiospermum corindum*), pintapán (*Anoda cristata*) y arbóreas como palo fierro (*Olneya tesota*), palo blanco (*Acacia willardiana*) y torote papelillo (*Bursera microphylla*). Además de algunas especies de cactáceas y gramíneas (UMA Rancho Noche Buena 2010).

La orografía de la UMA en su mayoría es plana, dedicada a la producción de ganado bovino y venado bura (*Odocoileus hemionus*). Además, cuenta con un área escarpada (5,063 ha) con rangos de elevación que oscilan entre los 200 a 800 m donde habita y se aprovecha el borrego cimarrón (Figura 4). Otras especies comunes en la UMA son el pecarí de collar (*Tayasu tajacu*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couessi*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), puma (*Puma concolor*) y una gran variedad de aves y reptiles (GOB-SON 2012).

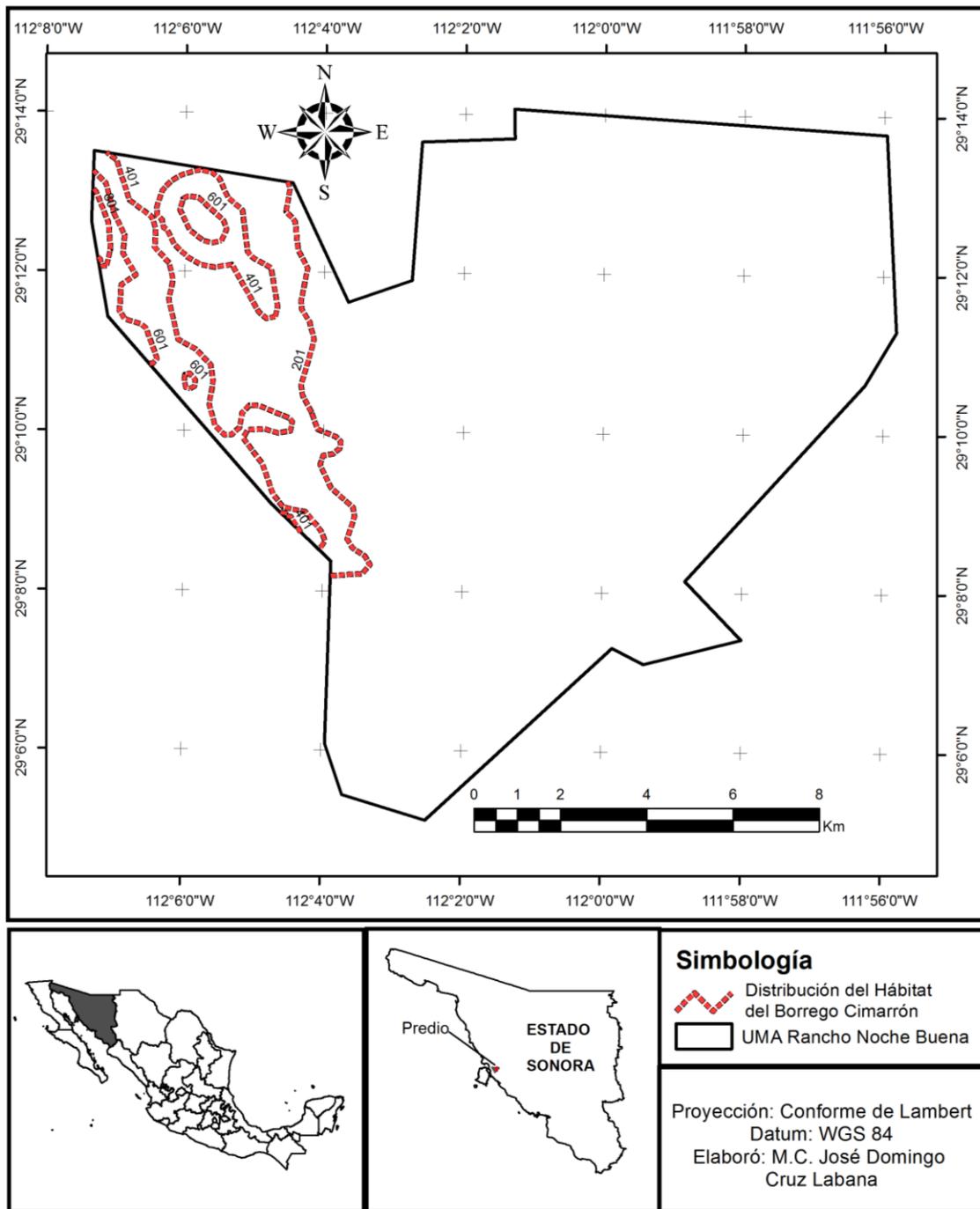


Figura 4. UMA Rancho Noche Buena, en el estado de Sonora, México.

La UMA Rancho Noche Buena cuenta con infraestructura básica de apoyo, como caminos, brechas, pozos, casa, bebederos para ganado y exclusivos para la fauna silvestre. Esta UMA pertenece a la SUMA-OVIS VII (un sistema de clasificación del gobierno del estado, en donde se incluyen las UMAs que manejan y aprovechan al borrego cimarrón). De acuerdo a conteos aéreos del borrego cimarrón conducidos en el 2012, se determinó que el SUMA OVIS VII (Figura 5) aporta el 50% de individuos a la población del estado, y en específico, la UMA Rancho Noche Buena (Sierras Pico Johnson y Noche Buena) el 54% de ese segmento poblacional (GOB-SON 2012).

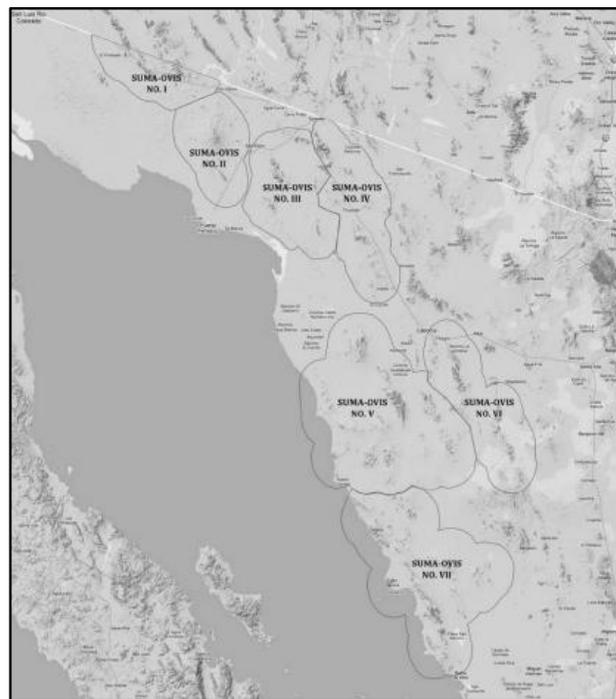


Figura 5. Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación del Borrego Cimarrón en el estado de Sonora (GOB-SON 2012). La UMA Rancho Noche Buena se ubica dentro de la SUMA-OVIS VII.

3.2. Análisis de la dieta del borrego cimarrón

3.2.1. Catálogo de referencia

Para determinar la composición botánica de la dieta del borrego cimarrón, en una primera etapa, se recolectaron muestras de especies vegetales presentes en los sitios

de distribución del borrego cimarrón en el área de estudio, estas se colocaron en prensas botánicas para su manejo y posterior identificación. La identificación de las plantas recolectadas la realizó el Dr. Diego Valdez Zamudio, Catedrático del Departamento de Agricultura y Ganadería la Universidad de Sonora y experto en vegetación de zonas áridas.

Para preparar el catálogo de referencia, las hojas secas se molieron en un molino Wiley con malla # 20 (1 mm) y se aclararon con hipoclorito de sodio (cloro comercial). Una vez aclaradas, se montaron sobre un portaobjeto, se fijaron con miel Karo®, se etiquetaron y sellaron con esmalte de uñas transparente. Las laminillas se observaron en un microscopio digital (Leica® DM 4000B) equipado con una cámara digital (Leica® DFC 310FX). El catálogo de referencia consistió en una colección de fotografías de las estructuras características de cada especie (Figura 6).

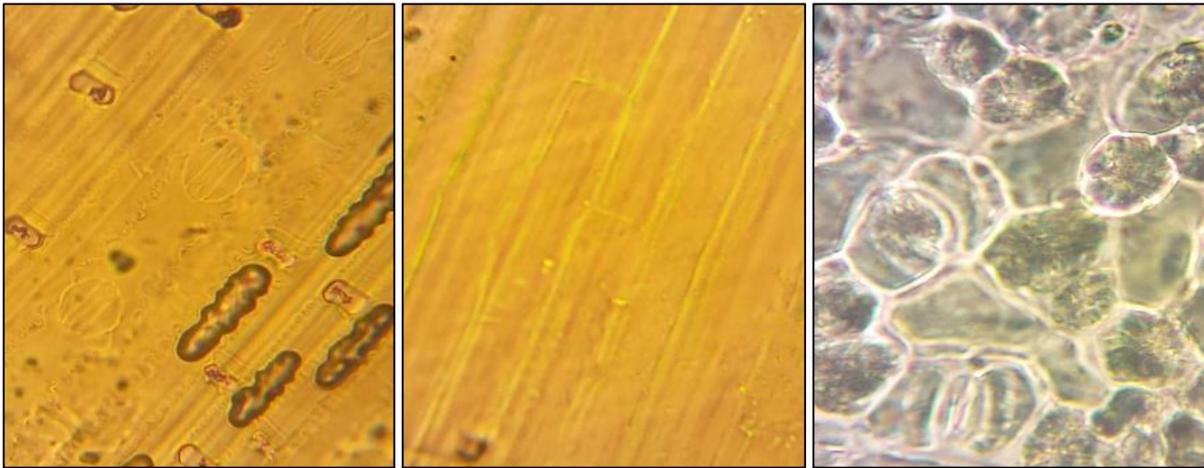


Figura 6. Estructuras celulares de algunas plantas utilizadas para identificar y cuantificar las especies vegetales presentes en las excretas de borrego cimarrón.

3.2.2. Recolecta y análisis de muestras fecales

Para identificar y comparar la dieta de machos y hembras en la época reproductiva (mayo 2015) y de segregación (octubre 2014, junio y julio 2015) se recolectaron muestras fecales en recorridos de campo realizados cada dos semanas en los sitios

de distribución del borrego cimarrón. En estos sitios se localizaron y observaron los individuos con binoculares Leica® 15x56, a una distancia de entre 700 a 900m (Figura 7). Una vez localizados, se les dio seguimiento con un telescopio Swarovski® 60X85, hasta el momento de la defecación, una vez ocurrida la defecación, se trasladó al sitio para la recolecta de la muestra teniendo cuidado de no perturbar el comportamiento natural de los animales. Las muestras se almacenaron en bolsas de papel, en las cuales se anotó fecha, sexo, clase, composición del grupo, estrato de la ladera, ubicación geográfica y elevación.

La determinación de la dieta se realizó utilizando la técnica microhistológica descrita en el manual de Peña y Habib (1980). Esta técnica, además de las características y arreglo de las células epidérmicas y estomas, toma en cuenta la presencia y forma de tricomas, cristales, y las células de sílice y de corcho. La técnica microhistológica, identifica y cuantifica las estructuras celulares epidérmicas de las especies vegetales consumidas, que son resistentes a la digestión y que pueden ser reconocidas en las muestras fecales y comparadas con las del catálogo de referencia.

Las muestras fecales (Figura 8) se lavaron con agua corriente para eliminar saliva, tierra o piedras que pudieran traer adheridas. Se obtuvo una muestra compuesta por estación del año, sexo y época. De cada muestra compuesta se pesaron 100 gr y se molieron en un molino Wiley con malla #20 (1 mm), la muestra molida se depositó en un vaso de precipitados de 20 ml, en donde se aclaró con hipoclorito de sodio durante 20 minutos. Una vez aclarada, se lavó con agua corriente y la alícuota se montó en un portaobjetos utilizando una plantilla metálica con orificios de aproximadamente 7 mm de diámetro. En total se elaboraron 50 laminillas (Cuadro 2). En cada campo se cuantificaron y se compararon las estructuras celulares con el catálogo de referencia.

Cuadro 2. Número de laminillas para análisis microhistológico, clasificadas por estación, sexo y época.

	Mes	No. de laminillas	**No. de campos observados
<i>Estación</i>			
Primavera	Abril, mayo y junio-2015	5	50
Verano	Julio y agosto-2015	5	50
Otoño	Octubre-2014	5	50
Invierno	Febrero y marzo-2015	5	50
<i>Sexo</i>			
*Machos	--	5	50
*Hembras	--	5	50
<i>Sexo y época</i>			
Machos - época de segregación	Octubre-2014 y julio-2015	5	50
Machos - época reproductiva	Mayo-2015	5	50
Hembras - época de segregación	Octubre-2014, junio y julio-2015	5	50
Hembras - época reproductiva	Mayo-2015	5	50
<i>Total</i>		50	500

*Muestra compuesta, en donde se incluyen los meses de la época reproductiva y de segregación. ** 10 campos observados por cada laminilla.



Figura 7. Ejemplares de borrego cimarrón forrajeando en el área de estudio (Fotografía por Lucía Soto Torres).

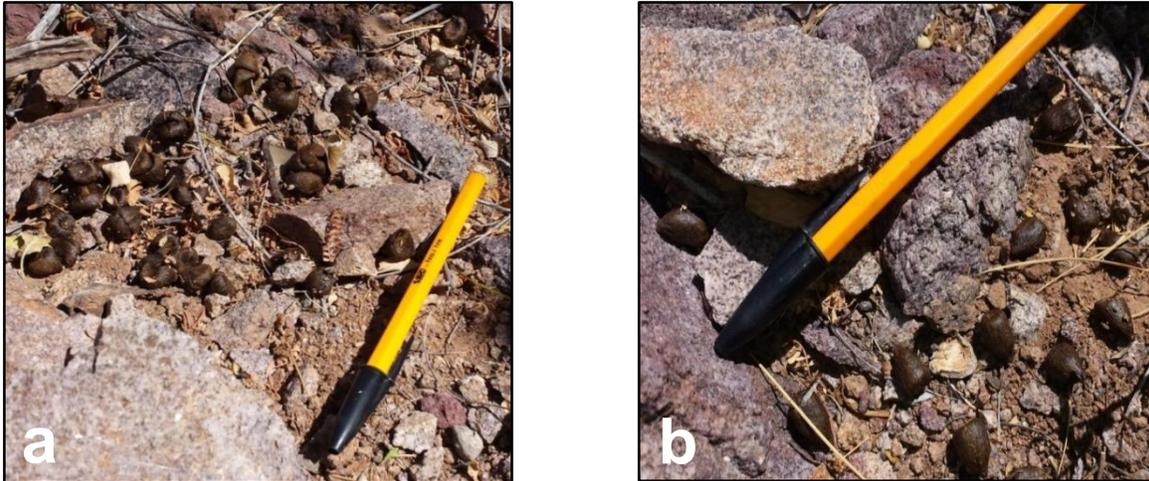


Figura 8. Muestras fecales de borrego cimarrón (**a.** macho clase III, **b.** hembra adulta), recolectadas en la UMA Rancho Noche Buena, aproximadamente 30 minutos después de la defecación.

3.2.3. Análisis numéricos

La composición de la dieta del borrego cimarrón por estación, sexo y época, se calculó con el cuadro de Fracker y Brischle (1944). Asimismo, se identificó la diversidad de las especies vegetales con el índice de diversidad de Shannon-Wiever (H') (1948).

$$H' = - \sum (P_i \times \log P_i)$$

Dónde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiever.

P_i = Frecuencia relativa de cada especie en la dieta.

Para determinar la similitud o disimilitud de la composición de la dieta por sexo y época, se aplicó el índice de similitud de Kulczynski (IS) (1928) mediante el paquete estadístico Infostat.

$$IS = (\sum 2w / \sum (a+b)) \times 100$$

Dónde:

IS=Índice de similitud.

w = Porcentaje menor de una determinada planta cuando se compara entre dos épocas.

a+b= Suma de los porcentajes menores de cada planta.

VI. RESULTADOS

4.1. Composición de la dieta del borrego cimarrón

La dieta del borrego cimarrón se compuso de 48 especies de 21 familias (n= 116 muestras fecales). Las familias más comunes fueron Fabaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae y Malvaceae, la primera con 7 especies y las restantes con 5 (Cuadro 3). La dieta anual del borrego cimarrón se compuso de herbáceas (28.8%), arbustivas (21.3%), pastos (19.4%), arbóreas (13.9%) y cactáceas (1.48%). En el otoño predominaron las herbáceas (55.6%) y arbustivas (31.3%); en invierno los pastos (34.2%); en primavera las herbáceas (47.6%), arbustivas (27.7%) y pastos (23.3%) y en verano las herbáceas (57.9%) y cactáceas (5%) (Figura 9). Las plantas más frecuentes por estación fueron *Cercidium microphyllum* y *Aristida adscensionis* en primavera y verano, respectivamente, y la que contribuyó más a la dieta en otoño e invierno fue *Bouteloua barbata* (Cuadro 3).

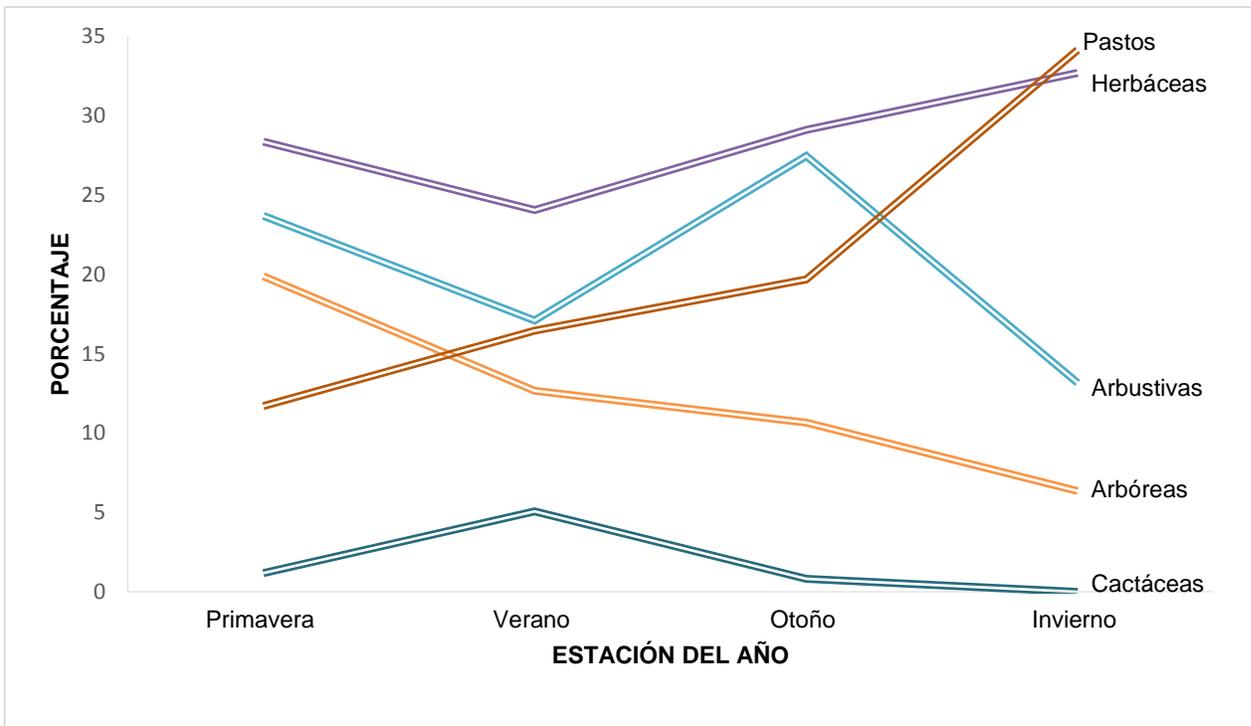


Figura 9. Composición de la dieta por forma biológica y estación.

Cuadro 3. Frecuencia relativa de la composición de la dieta por forma biológica, familia, especie y estación.

Familia	Especie	Estación			
		Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Arbóreas					
Fabaceae	<i>Acacia willardiana</i>	3.5	2.5	2.1	2.4
Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>	--	--	0.4	--
Fabaceae	<i>Cercidium microphyllum</i>	11.4	7.0	8.2	3.9
Fabaceae	<i>Olneya tesota</i>	5.0	3.2	--	--
Arbustivas					
Verbenaceae	<i>Aloysia sonorensis</i>	0.6	--	1.2	--
Burseraceae	<i>Bursera laxiflora</i>	0.9	1.3	2.5	--
Rhamnaceae	<i>Colubrina glabra</i>	0.3	1.3	0.8	--
Rhamnaceae	<i>Condalia globosa</i>	0.3	0.6	--	--
Boraginaceae	<i>Cordia parvifolia</i>	--	--	--	--
Asteraceae	<i>Encelia farinosa</i>	0.9	0.6	0.4	--
Fabaceae	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	0.6	--	0.4	--
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	--	--	0.4	--
Labiatae	<i>Hyptis emoryi</i>	--	0.6	1.2	--
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cinérea</i>	0.3	0.6	--	0.5
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cuneata</i>	2.1	1.3	4.1	1.5
Acantahaceae	<i>Justicia candicans</i>	0.9	--	--	--
Malvaceae	<i>Kosteletzkya malvavizcana</i>	0.3	0.6	2.1	1.5
Krameriaceae	<i>Krameria erecta</i>	1.2	--	--	--
Krameriaceae	<i>Krameria grayi</i>	1.5	--	1.2	1.5
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	0.3	3.16	1.2	--
Verbenaceae	<i>Lippia palmeri</i>	0.6	--	1.2	--
Solanaceae	<i>Lycium brevipes</i>	9.1	2.53	5.3	0.5
Fabaceae	<i>Mimosa laxiflora</i>	--	--	0.8	--
Herbáceas					
Malvaceae	<i>Abutilon incanum</i>	2.3	0.6	4.5	0.5
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pungens</i>	1.8	0.6	3.3	1.5
Asteraceae	<i>Ambrosia confertiflora</i>	3.8	5.1	0.8	1.0
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	0.9	--	0.8	--
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i>	0.9	--	0.8	2.9
Sapinadaceae	<i>Cardiospermum corindum</i>	0.6	--	--	0.5
Ranunculaceae	<i>Clematis drummondii</i>	6.1	7.0	1.6	0.5
Fabaceae	<i>Dalea emoryi</i>	0.6	2.5	2.1	1.0
Solanaceae	<i>Datura discolor</i>	1.2	--	--	1.0
Euphorbiaceae	<i>Ditaxis lanceolata</i>	0.6	1.9	1.6	0.5
Asteraceae	<i>Dyssodia concinna</i>	0.9	--	0.4	0.5
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia polycarpa</i>	0.6	1.9	2.5	0.5
Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i>	0.3	1.9	3.3	3.9
Malvaceae	<i>Hibiscus denudatus</i>	0.6	--	4.9	2.0
Malpighiaceae	<i>Janusia gracilis</i>	0.6	1.3	0.4	0.5
Asteraceae	<i>Verbesina encelioides</i>	6.7	1.3	2.1	16.1
Pastos					
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	8.2	10.1	8.6	12.7
Poaceae	<i>Bouteloua barbata</i>	3.5	6.3	11.1	21.5
Cactáceas					
Cactaceae	<i>Lemaireocereus thurberi</i>	0.9	5.1	--	--

Familia	Especie	Estación			
		Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Cactaceae	<i>Lophocereus schottii</i>	0.3	--	0.8	--
	No identificados	14.6	23.4	12.3	13.2

4.2. Composición de la dieta del borrego cimarrón durante la época reproductiva y de segregación

La dieta de machos (n=9) y hembras (n=12) estuvo compuesta por 31 especies representadas por 15 y 16 familias, respectivamente (Cuadro 4). Los machos, durante la época de segregación consumieron más pastos (37.6%) y en la época reproductiva herbáceas (38.5%). Las hembras en la época de segregación consumieron principalmente herbáceas (31.7%) y pastos (30.8%); y en la reproductiva más herbáceas (49.6%) (Figura 10). *Bouteloua barbata* predominó en la dieta de machos en la época reproductiva y *Aristida adescensionis* en la de segregación (Cuadro 4).

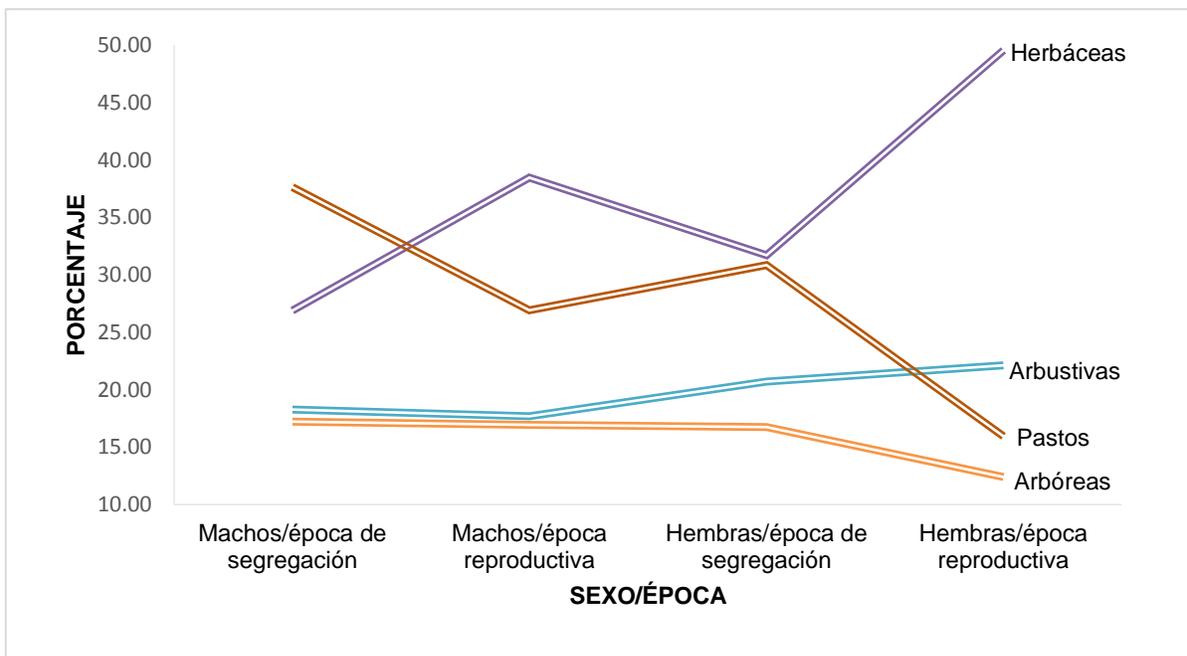


Figura 10. Composición de la dieta por sexo, época y forma biológica.

Cuadro 4. Frecuencia relativa de la composición de la dieta por forma biológica, familia, especie, sexo y época.

Familia	Especie	Época reproductiva		Época de segregación	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras
Árbóreas					
Fabaceae	<i>Acacia willardiana</i>	2.2	1.7	4.7	9.8
Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>	0.7	0.8	--	0.9
Fabaceae	<i>Cercidium microphyllum</i>	9.7	9.2	11.4	5.5
Fabaceae	<i>Olneya tesota</i>	2.2	--	0.5	--
Arbustivas					
Verbenaceae	<i>Aloysia sonorensis</i>				
Burseraceae	<i>Bursera laxiflora</i>	0.7	--	--	--
Rhamnaceae	<i>Colubrina glabra</i>	1.5	--	--	--
Rhamnaceae	<i>Condalia globosa</i>	--	1.7	--	0.9
Asteraceae	<i>Encelia farinosa</i>	--	--	--	0.9
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia densiflora</i>	--	--	--	0.4
Labiatae	<i>Hyptis emoryi</i>	0.7	--	--	-
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cardiophylla</i>	--	--	--	0.4
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cinerea</i>	--	--	0.5	--
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cuneata</i>	--	--	--	1.7
Acantahaceae	<i>Justicia candicans</i>	1.5	5.0	1.0	1.7
Malvaceae	<i>Kosteletzkya malvavizcana</i>	--	0.8	0.5	--
Krameriaceae	<i>Krameria erecta</i>	--	--	2.6	--
Krameriaceae	<i>Krameria grayi</i>	--	2.5	--	3.8
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	0.7	--	--	--
Solanaceae	<i>Lycium brevipes</i>	--	2.5	--	0.4
Fabaceae	<i>Mimosa laxiflora</i>	1.5	6.7	1.6	3.4
Fabaceae	<i>Senna covesii</i>	0.7	--	--	0.9
Buxaceae	<i>Simmondsia chinensis</i>	7.5	3.3	8.8	7.2
Herbáceas					
Malvaceae	<i>Abutilon incanum</i>	0.7	6.7	0.5	2.6
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pungens</i>	--	0.8	--	0.9
Asteraceae	<i>Ambrosia confertiflora</i>	--	1.7	2.6	0.0
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	--	4.2	--	1.7
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i>	7.5	14.2	4.1	2.6
Sapinadaceae	<i>Cardiospermum corindum</i>	1.5	0.8	0.5	--
Ranunculaceae	<i>Clematis drummondii</i>	4.5	0.8	2.1	--
Fabaceae	<i>Dalea emoryi</i>	1.5	1.7	--	1.3
Solanaceae	<i>Datura disocolor</i>	0.7	--	1.6	--
Euphorbiaceae	<i>Ditaxis lanceolata</i>	1.5	1.7	1.0	3.4
Asteraceae	<i>Dyssodia concinna</i>	0.7	--	--	--
Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i>	3.7	4.2	4.7	1.3
Malvaceae	<i>Hibiscus denudatus</i>	2.2	--	0.5	--
Malpighiaceae	<i>Janusia gracilis</i>	2.2	0.8	--	--
Asteraceae	<i>Verbesina encelioides</i>	11.9	10.0	10.4	16.2
Pastos					
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	12.7	11.7	20.7	27.2

Familia	Especie	Época reproductiva		Época de segregación	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras
Poaceae	<i>Bouteloua barbata</i>	13.4	3.3	15.5	2.6
Cactáceas					
Cactaceae	<i>Lemaireocereus thurberi</i>	--	0.8	1.6	0.9

4.3. Diversidad y similitud de la dieta de machos y hembras

De acuerdo con Shannon-Wiever, las dietas más diversas fueron las de primavera e invierno ($H'=1.4$). Aunque la dieta más diversa fue la de hembras en época reproductiva ($H'=1.2$) (Cuadro 5), no se observan diferencias para machos y hembras durante la época de segregación ($H'=1$).

Cuadro 5. Índice de diversidad de Shannon-Wiever de la dieta, por estación, sexo y época.

Índice de diversidad de la dieta	
<i>Estación del año</i>	
Primavera	1.4
Verano	1.3
Otoño	1.1
Invierno	1.4
<i>Sexo y época</i>	
Machos - época de segregación	1.0
Machos - época reproductiva	1.2
Hembras - época de segregación	1.0
Hembras - época reproductiva	1.2

El mayor porcentaje de similitud, de acuerdo al índice de Kulczynski, fue entre la dieta de hembras - época reproductiva y machos - época de segregación ($IS=96$) y el menor fue entre la dieta de machos - época de segregación y machos - época reproductiva ($IS=67$) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Índice de similitud de Kulczynski entre la dieta de machos por época.

	Machos - época de segregación	Machos - época reproductiva	Hembras - época de segregación	Hembras-época reproductiva
Machos - época de segregación	100	--	--	--
Machos - época reproductiva	67	100	--	--
Hembras - época de segregación	80	73	100	--
Hembras - época reproductiva	96	89	75	100

V.DISCUSIÓN

La dieta del borrego cimarrón en el Rancho Noche Buena se compuso principalmente de herbáceas (28.8%), arbustivas (21.3%), pastos (19.4%), arbóreas (13.9%) y cactáceas (1.5%). Las herbáceas fueron la forma biológica más común en todas las estaciones del año, excepto en invierno, mientras que las cactáceas lo fueron en el verano (5%). Las especies más frecuentes en la dieta fueron *Cercidium microphyllum* y *Aristida adscensionis* en primavera y verano, respectivamente, y la que contribuyó más a la dieta en otoño e invierno fue *Bouteloua barbata*.

Los resultados de este trabajo difieren a lo reportado en Nuevo México, Texas, Arizona, Utah y California donde se encontró que la dieta se compone principalmente por pastos ($\geq 42\%$) (Watts 1979; Sandoval 1979; Ginnet y Douglas 1982; King y Workman 1982; Elenowitz 1983; Perry et al.1987; Miller y Gaud 1989; Brewer 2001). En Utah, King y Workman (1982) y en Texas, Brewer (2001) reportaron un 11% y 19% de herbáceas, respectivamente.

Al igual que en el presente trabajo, en los Estados Unidos no se reportó un porcentaje de cactáceas mayor a 1%, con excepción de Elephant Mountain (7%) en Texas (Brewer, 2001). Además, los resultados de este trabajo difieren a lo encontrado en San Pedro Mártir, Baja California y Sierra El Mechudo, Baja California Sur, en donde la dieta se compuso principalmente por arbustivas (38%) y pastos (36%) (González et al. 2000). El único trabajo en Sonora sobre la composición de la dieta (Tarango et al. 2002) difiere con lo encontrado en el presente trabajo donde las herbáceas constituyeron el 28.8% de la dieta. Tarango et al. (2002) identificaron la dominancia de arbustivas (46%) en la dieta del borrego.

En este trabajo, los pastos (19%) constituyeron una parte importante de la dieta del borrego cimarrón como lo reportan otros autores (González et al. 2000; Martínez y Galindo 2001; Tarango et al. 2002, O'Farril 2003). Sin embargo, esta composición varía con la estación y el sitio; por ejemplo, McKinney y Smith (2007) reportaron un

consumo alto de pastos en primavera e invierno, contrario a lo encontrado en este trabajo, donde el menor consumo de pastos fue en primavera.

La cactácea *Lemaireocereus thurberi* fue más frecuente en el verano, esto coincide con los meses donde la temperatura alcanza hasta 49°C (CONAGUA 2015). Asimismo, el requerimiento hídrico del borrego en esta época es más elevado (4% - 5% del peso vivo). En invierno, el consumo de cactáceas disminuyó posiblemente por un requerimiento de agua menor (1% - 2% del peso vivo) (Turner y Weaver 1980).

En este estudio, las especies más frecuentes en la dieta fueron *Cercidium microphyllum*, *Aristida adscensionis* y *Bouteloua barbata*, especies diferentes a las reportadas en Arizona (*Janusia gracilis*, *Argythamnia lanceolata*, *Sphaeralcea ambigua* y *Hyptis emoryi*) y en Sonora (*Opuntia engelmannii*, *Olneya tesota* y *Bursera microphylla*) (Miller y Gaud 1989; Tarango et al. 2002). En este trabajo, *Bursera microphylla* no representó un componente importante de la dieta ($\leq 1\%$). Las diferencias en el suroeste de Norteamérica, se explican por la disponibilidad del alimento, la calidad y abundancia del forraje; así como, por la distribución de la precipitación (Miller y Gaud 1989; Leopold y Krausman 1999; McKinney y Smith 2007).

En el centro y oeste de Sonora, las herbáceas representan entre el 5% y 10% de la dieta del venado bura (*Odocoileus hemionus*) (Gallina 1990; Leopold y Krausman 1999). El borrego en este estudio consumió más herbáceas (28.8%), estas diferencias ocurren porque el borrego cimarrón es un herbívoro más oportunista que el venado bura, el cual es un ramoneador selectivo (Krausman et al. 1985; Peek y Krausman 1996; Krausman et al. 1997; Leopold y Krausman 1999). El venado bura seleccionó la choya (*Opuntia fulgida*) (Leopold y Krausman 1999) y el borrego la pitahaya (*Lemaireocereus thurberi*, este estudio).

La diversidad de la dieta fue mayor entre machos y hembras en la época reproductiva ($H'=1.2$) que en la época de segregación ($H'=1.0$). La mayor diversidad de la dieta en

la época reproductiva puede deberse al inicio de las lluvias en el mes de mayo y al incremento en la disponibilidad de forraje (CONAGUA, 2015). La similitud (96%) de la dieta fue mayor entre machos en la época de segregación y hembras en la época reproductiva. Por el contrario, la dieta fue más diferente entre machos segregados y machos en la época reproductiva (67% de similitud). De manera similar, se identificó una menor similitud (75%) entre la dieta de hembras en la época reproductiva y de segregación.

Lo anterior puede explicarse por la hipótesis de segregación propuesta por Main et al. (1996), quienes mencionan que las hembras en la época de segregación ocupan áreas más escarpadas y con más visibilidad para evadir a los depredadores, a costa de una dieta menos diversa y de menor calidad nutricional. Tarango et al. (2002) registraron que una vez concluida la época reproductiva, los grupos de machos (conformados por machos clase III y IV) se separan de los grupos de las hembras (hembras, corderos y machos juveniles). Sin embargo, ellos indicaron que aunque los grupos se separaron espacialmente, estos tendían a usar las mismas áreas en tiempos diferentes. Este comportamiento que exhibe el borrego cimarrón podría explicar la similitud del 80% en la composición de la dieta entre los grupos de machos y hembras en la época de segregación.

Se observó que en la época reproductiva las hembras formaron grupos generalmente con machos clase III o IV, ocuparon sitios más bajos de la sierra, donde se alimentaron en arroyos y cañadas. En éstos sitios el borrego encontró herbáceas y pastos, las cuales son poco comunes en las partes más altas. En contraste, durante la época de segregación, las hembras se localizaron en las partes altas, generalmente solas o con otras hembras, corderos y en ocasiones con machos juveniles. Esto concuerda con otros trabajos reportados sobre segregación sexual en borrego cimarrón (Russo 1956; Main et al. 1996; Tarango et al. 2002).

Los machos establecen dominancia sobre las hembras en la época reproductiva; una vez concluida esta, se separan de las hembras para regresar a sus sitios de forrajeo, los cuales defienden de otros machos por ser sitios con forraje más abundante y de mayor valor nutritivo. Esto explica la similitud mayor (73%) en la dieta de las hembras

entre épocas, comparada con la de los machos (67%) (Tarango, 2000). Los resultados sobre la similitud de la dieta de machos y hembras coinciden con lo reportado por Miller y Gaud (1989) en Arizona, cuya similitud varió entre 40 y 80%. En este estudio, la similitud en la dieta de machos y hembras fue más alta (80% entre machos y 96% entre hembras). Con ello, la hipótesis del presente trabajo que la composición de la dieta de hembras y machos segregados era diferente, se rechaza.

La composición de la dieta de los herbívoros silvestres y del borrego cimarrón en específico, es el resultado de factores intrínsecos y extrínsecos al individuo (Holechek et al. 2003). En este sentido, el forraje disponible para el borrego tiene diferente valor nutricional, un patrón diferente de distribución y abundancia, y además a que su selección depende del tracto digestivo, fenología de las plantas y estado reproductivo (Holechek 1982; Post et al. 2001).

Los resultados de este estudio pueden ser base para estimar la capacidad de carga en el Desierto Sonorense, en donde el borrego cimarrón es la principal especie de interés cinegético, la cual se maneja preferentemente de forma extensiva. Es importante continuar esta línea de investigación y se recomienda estudiar la disponibilidad del forraje por estación y época, realizar análisis bromatológicos de las especies de plantas consumidas para conocer el aporte y probables deficiencias nutricionales en los individuos de borrego cimarrón. Esta información es elemental para establecer programas de mejoramiento de hábitat o programas de suplementación acordes a las necesidades de la UMA Rancho Noche Buena.

VI. CONCLUSIONES

Las herbáceas y arbustivas fueron las formas biológicas más comunes en la dieta de *O. c. mexicana*.

En el invierno la dieta se compuso principalmente por pastos y en primavera, verano y otoño por herbáceas.

Las cactáceas, aunque se detectaron en porcentaje mínimo, fueron más frecuentes en verano.

El porcentaje de pastos en la dieta fue menor en primavera y mayor en invierno.

En primavera e invierno se identificó el índice de mayor diversidad de la dieta y el menor en otoño.

La dieta de machos y hembras en épocas de segregación y reproductiva, se compuso mayormente por herbáceas.

No se encontraron diferencias en la diversidad de la dieta de machos y hembras en ninguna de las épocas.

Durante la época de segregación el porcentaje de similitud de la dieta de machos y hembras fue alto.

El menor porcentaje de similitud se identificó en la dieta de machos entre la época reproductiva y de segregación.

VII.LITERATURA CITADA

- Barboza, P. S. y R. T. Bowyer. 2000. Sexual segregation in dimorphic deer: a new gastrocentric hypothesis. *Journal of Mammalogy*, 81: 473–489.
- Bender, L. C. y M. E. Weisenberger. 2005. Precipitation, density, and population dynamics of desert bighorn sheep on San Andres National Wildlife Refuge, New Mexico. *Wildlife Society Bulletin*, 33:956–964.
- Beuchner, H. K. 1960. The bighorn sheep in the U.S.: it's past, present and future. *Wildlife Monographs*, 4, 174.
- Bleich, V. C., R. T. Bowyer y J. D Wehausen. 1997. Sexual segregation in mountain sheep: resources or predation. *Wildlife Monographs*, 134: 1–50.
- Bowyer, R. T., V. Van ballenberghe y J. G. Kie 1997. The role of moose in landscape processes: effects of biogeography, population dynamics, and predation. Pp. 265–287 in *Wildlife and landscape ecology: effects and patterns of scale* (J. A. Bissonette, ed.). Springer-Verlag, New York.
- Bowyer, R. T., D. R McCullough y G. E. Belovsky. 2001. Causes and consequences of sociality in mule deer. *Alces* 37: 371–402.
- Brewer, C. 2001. Diets and seasonal forage utilization of desert bighorn sheep at Elephant Mountain, Wildlife Management Area. Project No. WBB04. Final Report. Texas Parks and Wildlife Department, Austin, EUA.
- Castellaro, G., T. Ullrich, B. Wackwitz y A. Raggi. 2004. Composición botánica de la dieta de alpacas (*Lama pacos*) y llamas (*Lama glama*) en dos estaciones del año, en praderas altiplánicas de un sector de la provincia de Parinacota, Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*, 64: 353-364.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. 2015. Red de consulta sobre precipitaciones anuales en el estado de Sonora, México.
- Darwin, C. R. 1871. *The descent of man and selection in relation to sex*. Murray, London, United Kingdom.
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 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. Segunda Sección, 30.12.2010, 1-77.

- Elenowitz, A. S. 1983. Habitat use and population dynamics of transplanted desert bighorn sheep in the Peloncillo Mountains, New Mexico, Tesis, New Mexico State University, Las Cruces, EUA.
- Fracker, S. B. y J. A. Brichtle. 1944. Measuring the local distribution of Rikes. *Ecology*, 25: 283-303.
- Gallina, S. A. 1990. La población del venado bura de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur. Memorias II simposio internacional de la vida silvestre. Acapulco, Guerrero, México.
- Geist, V. 1971. Mountain sheep: a study in behaviour and evolution. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Ginnet, T. F. y C. L. Douglas. 1982. Food habitats of feral burros and desert bighorn sheep in Death Valley National Monument. *Desert Bighorn Council Transactions*, 24: 81-87.
- Gobierno del Estado de Sonora [GOB-SON]. 2012. Borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*): Resultados del monitoreo aéreo en el Estado de Sonora, México. Noviembre, 2012. Dirección General Forestal y Fauna de Interés Cinegético de la SAGARHPA.
- González, S., S. Álvarez, S. Uvalle y C. Guerrero. 2000. Dieta alimentaria del borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) en la Sierra el Mechudo, Baja California Sur. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, México.
- Guerrero, I., I. Tovar y S. Alvarez. 2003. Factores que afectan la distribución espacial del borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi* en la Sierra del Mechudo, B.C.S., México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. Serie Zoología*, 74(1): 83-98.
- Holechek, J. L. , M. Vavra y R. Pieper. 1982. Botanical composition determination of range herbivore diets: A review. *Journal of Range Management*, 35: 309-315.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper y C. H. Herbel. 2001. *Journal of Range Management. Principles and practices*. 587. 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.

- Holechek, J. L., D. Galt, J. Joseph, J. Navarro, G. Kumalo, F. Molinar y M. Thomas. 2003. Moderate and light cattle grazing effects on Chihuahuan Desert rangelands. *Journal of Range Management*, 56:133–139.
- Holt, B. S., W. H. Miller y B. F. Wakeling. 1992. Composition and quality of mountain sheep diets in the Superstition Mountains, Arizona. *Desert Bighorn Council Transactions*, 36: 36–40.
- Jones, F. L. 1980. Competition. *The desert bighorn*. University Arizona Press, Tucson, 197-216.
- Kie, J. G., R. T. Bowyer y K. M. Stewart. 2003. Ungulates in western forests: habitat requirements, population dynamics, and ecosystem processes. 296–340 in *Mammal community dynamics: management and conservation in the coniferous forests of western North America*. (C. Zabel and R. Anthony, eds.). Cambridge University Press, New York.
- King, M. M. y G. W. Workman. 1982. Desert bighorn on BLM lands in southeastern Utah. *Desert Bighorn Council Transactions*, 26: 104-106.
- Krausman, P. R., R. Rautenstrauch y B. D. Leopold. 1985. Xeroriparian systems used by desert mule deer in Texas and Arizona. En R. Johnson et al., editors. *Riparian ecosystems and their management: reconciling conflicting uses*. U. S. Forest Service General Technical Report RM-120: 1-523.
- Kulczynski, S. 1928. Die Pflanzenassoziationen der Pieninen. *Bull. Int. Acad. Pol. Sci. Lett. Cl. Sci. Math. Nat. Ser. B, (Suppl. II)*, 1927: 57–203.
- Laca, E. A. y W. W. Demment. 1996. Foraging strategies of grazing animals, en J. Hodgson, y A.W. Illius (eds.), *The Ecology and Management of Grazing Systems*, CAB International, Wallingford, 137-155.
- Leopold, B. D. y P. R. Krausman. 1991. Factors influencing desert mule deer distribution and productivity in southwestern Texas. *Southwestern Naturalist*, 36: 67–74.
- Loison, A., J. Gillard Pe´ labon y N. G. Yoccoz. 1999. What factors shape sexual size dimorphism in ungulates? *Evolutionary Ecology Research*, 1: 611–633.

- López, S., R. Lee, De Vos, R. Schweinsburg y S. Luna. 1999. Relación Uso-Disponibilidad de Componentes Topográficos y un Modelo de Calidad del Hábitat para el Borrego Cimarrón, en Sonora, México. *Acta Zoologica Mexicana*, 76:17-34.
- Main, M. B., F. W. Weckerly y V. C. Bleich. 1996. Sexual segregation in ungulates: new directions for research. *Journal of Mammalogy*, 77:449–461.
- Martínez, R. y E. Galindo. 2001. Feeding habits of bighorn sheep (*Ovis canadensis cremnobates*) in San Pedro Martir Sierra, Baja California, México. *Desert Bighorn Council Transactions*, 45: 111-123.
- McCullough, D. R. 1979. The George Reserve deer herd: population ecology of a K-selected species. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.
- McCutchen, H. E. 1988. Desert bighorn sheep nursing behavior in relation to population quality and lamb survival. *Desert Bighorn Council Transactions*, 32:7–10.
- McKinney, T., S. R. Boe y J. C. Devos. 2003. GISbased evaluation of escape terrain and desert bighorn sheep populations in Arizona. *Wildlife Society Bulletin*, 31: 1229–1236.
- McKinney, S. y T. W. Smith. 2007. Diets of adults and lambs of desert bighorn sheep during years of varying rainfall in central arizona. *The Southwestern Naturalist*, 52(4): 520-527.
- Miller, G. D. y W. S. Gaud. 1989. Composition and variability of desert bighorn diets. *Journal of Wildlife Management*, 53: 597-606.
- Monson, G. y L. Sumner. 1980. *The Desert Bighorn: its Life History, Ecology, and management*. Tucson: The University of Arizona Press.
- Morrison, M. L., B. G. Marcot y R. W. Mannan. 1992. *Wildlife habitat relationships*. University of Wisconsin Press.
- O'Farril, G. 2003. Dieta y uso de hábitat de borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y el venado bura (*Odocoileus hemionus shledoni*) en Isla Tiburón, Sonora, México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Ortega, I. M., M. I. Berger y M. Flores. 1993. Manual de técnica microhistológica. 48. IBTA 113/Textos y Manuales 04/Rumiantes Menores (SR-CRSP) 05/1993. La Paz, Bolivia.

- Peek, J. M. y P. R. Krausman. 1996. Grazing and mule deer. En P. R. Krausman, editor. Rangeland Wildlife (183-192). Society for Range Management. Denver, Colorado, EUA.
- Perez-Barbería, F. J., I. J. Gordon y M. Pagel. 2002. The origins of sexual dimorphism in body size of ungulates. *Evolution*, 56: 1276–1285.
- Peña, N. J. y R. Habib. 1980. La Técnica Microhistológica; un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. Serie Técnico Científica Vol. 1, Nº 6. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 82 .
- Perry, M. P., J. W. Dole y S. A. Holl. 1987. Analysis of the diets of mountain sheep from the San Gabriel Mountains, California. *California Fish and Game*, 73: 156-162.
- Post, D., T. Ambrust, E. Horne y R. Goheen. 2001. Sexual segregation results in differences in content and quality of bison (*Bison bison*) diets. *Journal of Mammalogy*, 82(2): 407-413.
- Ruckstuhl, K. E. 1998. Foraging behaviour and sexual segregation in bighorn sheep. *Animal Behaviour*, 56: 99–106.
- Russo, J. P. 1956. The desert bighorn in Arizona. *Wildlife Bulletin* 1. Arizona Game and Fish Department, Phoenix, EUA.
- Sandoval, A. V. 1979. Preferred habitat of desert bighorn sheep in the San Andres Mountains, New Mexico. Tesis, Colorado State University, Fort Collins, EUA.
- Sandoval, A. V. y A. T. Espinosa. 2001. Status of bighorn management programs in Coahuila, México-2000. *Desert Bighorn Council Transactions*, 45:53-61.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Gobierno del Estado de Sonora [SEMARNAT]. 2012. Programa de Conservación, Repoblación y Aprovechamiento Sustentable de Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) en el Estado de Sonora Programa de Conservación, Repoblación y Aprovechamiento Sustentable de Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) en el Estado de Sonora.
- Schroeder, C. A., R. T. Bowyer, V. C. Bleich y T. R. Stephenson. 2010. Sexual Segregation in Sierra Nevada Bighorn Sheep, *Ovis canadensis sierrae*: Ramifications for Conservation. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 42:476–489.

- Shannon, C. y W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Smith, N. S. y P. R. Krausman. 1988. Desert Bighorn Sheep: A guide to selected management practices. A literature review and synthesis appendixes on assessing condition, collecting blood, determining age, constructing water catchments, and evaluating bighorn range. U. S. Fish and Wildlife Services, Biol. Rep., 88 (35): 27.
- Stewart, K. M., R. T. Bowyer, J. G. Kie, B. L. Dick y M. Bendavid. 2003. Niche partitioning among mule deer, elk, and cattle: do stable isotopes reflect dietary niche? *E'coscience*, 10: 297–302.
- Tarango, L. A. 2000. Desert bighorn sheep in Mexico. Dissertation, University of Arizona, Tucson, EUA.
- Tarango, L. A., P. R. Krausman, R. Valdez y R. M. Kattnig. 2002. Research Observation: Desert Bighorn Sheep Diets in Northwestern Sonora, Mexico. *Journal of Range Management*, 55, 530–534.
- Turner, J. C. y R. A. Weaver. 1980. Water. En G. Monson, y L. Summer, editores. *The desert bighorn: its life history, ecology, and management* (pp. 100-112). University of Arizona Press, Tucson, EUA.
- Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre [UMA] Rancho Noche Buena 2010. Registro del Plan de Manejo de la Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre, Noche Buena, 1-24.
- Uranga, T. R. 1998. Evaluation of potential desert bighorn habitat in northeastern Chihuahua, Mexico. Tesis, New Mexico State University, Las Cruces, EUA.
- Uranga, T. R. y R. Valdez. 2011. Reintroduction of desert bighorn sheep in Chihuahua, Mexico. *Desert Bighorn Council Transactions*, 51:32-38.
- Watts, T. J. 1979. Detrimental movement patterns in a remnant population of bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana*). Tesis, New Mexico State University, Las Cruces, EUA.
- Wishart, W. 1978. Bighorn Sheep. 161-171 en *Big Game of North America, Ecology and Management*. Stackpole Books. USA.