



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

FAUNA SILVESTRE

**ANÁLISIS DE LA DIETA DE *Cynomys mexicanus* EN
CONVIVENCIA CON RUMIANTES Y SU IMPACTO EN EL
AGOSTADERO**

ABUNDIO OLVERA HERNÁNDEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2011.

La presente tesis, titulada: **Análisis de la dieta de *Cynomys mexicanus* en convivencia con rumiantes y su impacto en el agostadero**, realizada por el alumno: **Abundio Olvera Hernández**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
GANADERÍA
FAUNA SILVESTRE**

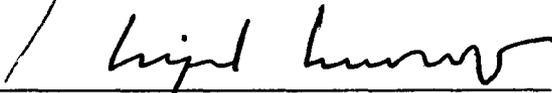
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO

DIRECTOR DE TESIS:



DR. MIGUEL MELLADO BOSQUE

ASESOR:



DR. GERMÁN DAVID MENDOZA MARTÍNEZ

ASESOR:



DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA

ASESOR:



DR. ALFONSO HERNÁNDEZ GARAY

Montecillo, Texcoco, Edo. de México a 5 de Septiembre de 2011.

DEDICATORIAS

Dedico esta tesis:

A mi esposa Yoli

Por tu gran amor y apoyo que me brindaste durante el tiempo que dediqué al estudio, para alcanzar mi meta profesional, cuando te necesité siempre estuviste a mi lado, gracias, muchas gracias.

A mis hijos

Sindy

José Israel

Dulce María

Maricarmen y

Luis Ángel.

Porque ustedes son mi inspiración para continuar adelante, espero ser ejemplo claro de esfuerzo y dedicación, para que ustedes estén motivados y planteen sus metas profesionales.

A mi padre [†]

Porque usted fue hombre inteligente y trabajador, en tu memoria y en tu recuerdo te dedico este trabajo, me hubiera gustado que estuvieras conmigo este día, pero sólo Dios sabe porqué no lo permitió.

Gracias por tu amor de padre.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Quero, por su gran calidad humana, sencillez, paciencia y confianza, le agradezco mucho su ayuda y apoyo.

Al Dr. Miguel Mellado Bosque (de la NARRO), por su apoyo y dedicación sin su participación no hubiera sido posible el trabajo de investigación.

Al Dr. Jorge[†], recuerdo muy bien tus palabras de aliento y apoyo; hay que terminar lo que empezaste, sólo el esfuerzo adicional es lo que marca la diferente entre los hombres, hay que terminar.

A los demás integrantes de mi comité particular: Dr. Alfonso, Dr. Germán y Dr. Tarango, les agradezco sus observaciones en los predoctorales, porque esto me ha ayudado mucho a ver las cosas con profundidad, sin su apoyo, no es posible alcanzar mis metas profesionales.

A todos los profesores investigadores del Colegio de Postgraduados, de la sede (Montecillo) y Campus San Luis Potosí que me impartieron clases.

A mis compañeros de generación: Lupita, Karlita, Jaime Luévano y Omar Ontiveros, gran equipo de trabajo, les agradezco su amistad y apoyo para salir adelante.

Al CONACyT, por la beca.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y al Colegio de Postgraduados a través del programa “Ecología nutricional de herbívoros en el matorral parvifolio inerme”.

Al Rancho los Ángeles de la NARRO, ecosistema que alberga una especie importante de fauna silvestre (el perro de la pradera). Experiencia inolvidable que viví durante la toma de datos, la naturaleza inspira tranquilidad y reflexión.

A todas las personas que en este momento omito su nombre y contribuyeron con mi formación, poniendo un granito de arena.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1. Objetivos.....	2
2. Revisión de Literatura.....	2
2.1. Factores que influyen en la selección de la dieta de los herbívoros en pastoreo.....	2
3. Conclusiones.....	13
4. Literatura Citada.....	13
CAPITULO I. DIETA DEL PERRO DE LA PRADERA (<i>Cynomys mexicanus</i>), CABRAS Y OVINOS EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO	22
1.1. Resumen.....	22
1.2. Abstract.....	23
1.3. Introducción.....	24
1.4. Materiales y Métodos.....	25
1.4.1. Sitio de estudio.....	25
1.4.2. Manejo del ganado.....	26
1.4.3. Procedimiento de muestreo.....	27
1.4.4. Métodos de laboratorio.....	28
1.4.5. Análisis de datos.....	28
1.5. Resultados.....	30
1.5.1. Disponibilidad de forraje.....	30
1.5.2. Composición botánica de la dieta.....	31
1.5.3. Nitrógeno y fosforo	34
1.5.4. Preferencia y traslape de dieta.....	35
1.6. Discusión.....	37
1.6.1. Implicaciones de manejo.....	42
1.7. Conclusiones.....	43
1.8. Literatura Citada.....	43

CAPITULO II. TRASLAPE DE DIETA ENTRE EL PERRO DE LA PRADERA (<i>Cynomys mexicanus</i>) Y GANADO BOVINO EN UN MATORRAL DESERTICO EN SALTILLO, COAHUILA, MEXICO	
2.1. Resumen.....	48
2.2. Abstract.....	49
2.3. Introducción.....	49
2.4. Materiales y Métodos.....	51
2.4.1. Área de estudio.....	51
2.4.2. Procedimiento de muestreo.....	51
2.4.3. Métodos de laboratorio.....	52
2.4.4. Análisis de datos.....	53
2.5. Resultados.....	54
2.5.1. Composición botánica de la dieta.....	54
2.6. Discusiones.....	59
2.7. Conclusiones.....	63
2.8. Literatura Citada.....	63
CAPITULO III. IMPACTO DEL PASTOREO DEL PERRO DE LA PRADERA CON CABRAS O BOVINOS, SOBRE LA VEGETACIÓN E INFILTRABILIDAD DEL AGUA EN EL PASTIZAL, EN EL SUR DEL ESTADO DE COAHUILA, MEXICO	
3.1. Resumen.....	67
3.2. Abstract.....	68
3.3. Introducción.....	69
3.4. Materiales y Métodos.....	70
3.5. Resultados y Discusión.....	70
3.6. Conclusiones.....	75
3.7. Literatura Citada.....	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	80
1. Conclusiones.....	80
2. Recomendaciones.....	81

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1.1. Valores medios estacionales en la composición de dieta (%) del perro de la pradera (PP), cabras (C) y ovinos (O), pastoreando en un pastizal degradado del Desierto Chihuahuense, en el norte de México.....	32
Cuadro 1.2. Media y desviación estándar para la concentración de nitrógeno y fósforo fecal (porcentaje de materia seca) de caprinos y ovinos, en cuatro estaciones, en un pastizal desértico degradado.....	35
Cuadro 1.3. Índice de selectividad de las principales especies utilizadas por el perro de la pradera (PP), cabras (C) y ovinos (O), pastoreando en un pastizal degradado en el Desierto Chihuahuense, en el norte de México.....	36
Cuadro 2.1. Promedio estacional de la dieta (%) de los perros de la pradera (PP) y bovinos (B), pastoreando en un pastizal mediano abierto localizado en el sur del Estado de Coahuila, México.....	57
Cuadro 2.2. Índice de selectividad de las especies forrajeras más importantes utilizadas por el perro de la pradera (PP) y bovinos (B), durante un año en un pastizal mediano abierto.....	58
Cuadro 3.1. Variación en la producción de forraje de las principales especies vegetales, en los terrenos pastoreados por el perro de la pradera (PP), cabras (C), perros de la pradera (PP) y bovinos (B), en el sur del Estado de Coahuila, México.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1. Disponibilidad de forraje durante cuatro periodos de muestreo. Las barras verticales muestran la desviación estándar de la media para el tipo de vegetación respectiva.....	31
Figura 1.2. Porcentaje de traslape de dieta entre tres especies de herbívoros durante cuatro periodos de muestreo. Las barras verticales muestran la desviación estándar de la media. PP-C, indica perro de la pradera con cabras; PP-O, perro de la pradera y ovinos; C-O, cabras y ovinos. Las columnas son la media mas la desviación estándar. * Especies con dietas diferentes significativamente ($P<0.05$) mediante la prueba de Mantel.....	37
Figura 2.1. Producción de forraje durante cuatro periodos de muestreo, en un pastizal desértico localizado en el sur del Estado de Coahuila México.....	55
Figura 2.2. Traslape de dieta entre perros de la pradera y bovinos en cuatro épocas de muestreo. Las columnas son las medias mas la desviación estándar.....	59
Figura 3.1. Medias de tasas de infiltración durante 30 minutos, simulando lluvia en potreros utilizados por perros de la pradera y cabras (pp-c) ó perros de la pradera y bovinos (pp-b). Existe diferencia significativa ($P<0.05$) entre potreros para cada intervalo de 5 minutos.....	75

INTRODUCCIÓN GENERAL

El perro de la pradera (*Cynomys mexicanus*) es una especie clave que fomenta la biodiversidad de los ecosistemas donde habita; además, influye sobre la estructura vegetal del pastizal donde pastorean diversos ungulados y contribuye a la circulación de nutrientes del suelo (Whicker y Detling, 1993; Kotliar *et al.*, 1999; Kotliar, 2000; Truett *et al.*, 2001). Las colonias de perros de las praderas proveen de hábitat a numerosas especies, incluyendo al hurón patas negras (*Mustela nigripes*), el cual está en peligro de extinción (Sharps y Uresk, 1990). Los hurones son depredadores obligados de los perros de la pradera y están cerca de la extinción porque las poblaciones de los perros de la pradera se han reducido drásticamente desde 1900, y en la actualidad se consideran una especie en peligro de extinción (Miller *et al.*, 1994). Los hábitos de alimentación del perro de la pradera y su dieta se adapta a la disponibilidad de los forrajes existentes en el pastizal mediano abierto, por lo que su dieta depende principalmente de gramíneas, hierbas y cactáceas. Específicamente en Dakota del sur Estados Unidos, se encontraron las siguientes proporciones de forrajes en su dieta: 87 % de gramíneas, 12 % de herbáceas y 1 % de arbustos, además de escasos artrópodos y semillas (Uresk, 1984).

Dado que el perro de la pradera hace un uso intenso de las gramíneas, y que éstas son el principal componente de la dieta de los bovinos y ovinos, se consideró pertinente averiguar cómo compiten estas especies de animales por los recursos de gramíneas en los agostaderos del Desierto Chihuahuense. Lo anterior tiene relevancia porque, en el pasado, el perro de la pradera fue exterminado de muchos ranchos productores de bovinos de carne en el norte de México, por su competencia por alimento con el ganado. Entonces, hay necesidad de dilucidar el grado de competencia que ocurre entre bovinos, ovinos y perros de la pradera en ranchos ganaderos típicos de las zonas áridas del norte de México. Las cabras, por otro lado, utilizan en forma limitada las gramíneas, en los tipos de vegetación del desierto Chihuahuense, por lo que hay necesidad de averiguar si el perro de la

pradera no entra en conflicto con la cabra en términos de recursos tróficos en el matorral parvifolio inerme, predominante en las zonas de escasa precipitación en el norte de México.

1. Objetivos

Los objetivos del presente estudio fue determinar la composición botánica de la dieta del perro de la pradera, bovinos, ovejas y cabras, que conviven en el mismo hábitat, así como el impacto del pastoreo combinado de estas especies, sobre las especies forrajeras del agostadero en el desierto Chihuahuense. Otro objetivo fue determinar el contenido de nitrógeno de las heces de los perros de la pradera, bovinos, ovinos y caprinos, como indicativo de la calidad nutricional de la dieta de estos herbívoros.

2. Revisión de Literatura

2.1. Factores que influyen en la selección de la dieta de los herbívoros en pastoreo

Los herbívoros tienden a consumir amplia diversidad de forrajes. La explicación propuesta es que una dieta variada, integrada por especies con distinta concentración de nutrientes y toxinas, permite satisfacer los requerimientos nutricionales y evita intoxicaciones y trastornos metabólicos (por ejemplo, exceso de ácidos orgánicos, o de amoniaco en el rumen), según señalaron Soder *et al.*, 2009). Entonces, los herbívoros seleccionan dietas de diversas especies de plantas, que varían en nutrientes y metabolitos secundarios, para obtener dietas más altas en nutrientes y más bajas en fitotoxinas (Bergman *et al.* 2010; Fortin *et al.* 2003; Provenza *et al.*, 2009). Existe evidencia consistente con la hipótesis que los animales aprenden a mezclar alimentos que se complementan nutricionalmente (Villalba *et al.*, 2004). A partir del conocimiento disponible, resulta posible predecir un efecto benéfico de la diversidad vegetal sobre la producción animal (por individuo o por unidad de superficie), y de la herbivoría sobre la diversidad de especies vegetales (Dyer *et al.*, 2010).

Las preferencias alimenticias de los herbívoros están controladas por señales dietéticas (sabor), asociativamente condicionadas por acciones post-ingestivas, con una utilidad de nutrientes para el cuerpo (Favreau *et al.*, 2010). Por lo tanto, la selección de alimento puede interpretarse como la búsqueda de compuestos en el ambiente externo que provean un beneficio homeostático para el ambiente interno del animal (Villalba y Provenza, 2009), lo que determina el comportamiento de los herbívoros, en términos de lo que consumen, son “las consecuencias”. El comportamiento con base en consecuencias, es el mecanismo de retroalimentación fundamental, que explica el funcionar de herbívoros en pastoreo. Este modelo se basa en que las consecuencias de un comportamiento, afectan los tipos y probabilidades de comportamientos futuros (Provenza *et al.*, 2003). Por ejemplo, si las consecuencias de un comportamiento son positivas (obtención de un nutriente requerido), la probabilidad de que dicho comportamiento se repita, se aumenta. Por otro lado, si las consecuencias de un comportamiento son negativas (obtención de una dieta deficiente en nutrientes o con alto contenido de fitoxinas), la probabilidad de que dicho comportamiento persista, disminuirá (Provenza, 1996). Por lo tanto, a través de mecanismos de retroalimentación, los herbívoros pueden percibir estados internos de bienestar (de nutrientes) o de malestar (de toxinas o desórdenes metabólicos) y, de acuerdo a dichos estados, incrementar o disminuir el consumo de ciertos forrajes (Dearing *et al.*, 2005; Provenza y Villalba, 2006).

Los herbívoros en pastoreo, encuentran y seleccionan especies de plantas que difieren en su concentración de nutrientes. También las plantas contienen varios compuestos secundarios que, en altas dosis, pueden ser tóxicos, pero en dosis apropiadas de esas toxinas, pueden tener beneficios medicinales (Lisonbee *et al.*, 2009; Villalba *et al.*, 2010) o pueden incrementar la eficiencia reproductiva, moderar la termorregulación e incrementar el estado de alerta (Forbey *et al.*, 2009). La cantidad de forraje que consume un animal, depende de la selección de

otros forrajes, porque interactúan nutrientes y toxinas (Villalba *et al.*, 2004; Torregrossa and Dearing, 2009).

El término palatabilidad suele ser vago y ambiguo para animales como las cabras, porque las circunstancias propias del ambiente donde pastorean estos animales fuerzan a las cabras a hacer uso de forrajes con altas defensas contra la herbivoría (abundantes y agudas espinas o abundancia de aleloquímicos o minerales). Además, un estado nutricional pobre de las cabras obliga a estos animales a hacer uso de plantas no utilizadas en épocas de abundancia de forraje (Mellado *et al.*, 2003). Un ejemplo de estas plantas es *Solanum elaeagnifolium*, una herbácea altamente consumida por las cabras (Mellado *et al.*, 2006) pero cuya ingestión resulta en un reducido desempeño productivo de los animales (Mellado *et al.*, 2008) y desórdenes neurológicos (Porter *et al.*, 2003). A pesar de la toxicidad de esta planta, las cabras la consumen ávidamente y llega constituir la mayor parte de la dieta en ciertas épocas del año (Mellado *et al.*, 2003, 2004). Otros ejemplos de plantas con poco valor forrajero que en determinadas circunstancias son altamente consumidas por las cabras son *Agave lechuguilla* (Mellado *et al.*, 1991), *Opuntia spp* (Mellado *et al.*, 2011b), *Berberis trifoliolata* (Mellado *et al.*, 2011b) y *Larrea tridentata* (Mellado *et al.*, 2004c).

El consumo de alimento también depende de la fisiología y morfología del animal y hay una marcada variación entre animales, en necesidades de nutrientes y habilidades para eliminar toxinas (Provenza *et al.*, 2003; Mellado *et al.* 2011a). La cantidad de alimento consumido por los herbívoros, es controlado por las demandas corporales de mantenimiento y las necesidades de producción (Kyriazakis *et al.*, 1999). Por ejemplo, animales lactantes tienen mayor demanda de nutrientes y más alto consumo, que animales “secos”, no preñados o gestantes del mismo tamaño. Igualmente, los herbívoros gestantes incrementan sustancialmente la ingestión de nutrientes comparados con los no gestantes (Mellado *et al.* 2011a).

Cuando las cabras están lactando, por ejemplo, estos animales son capaces de seleccionar especies vegetales distintas a las de cabras no lactantes, que satisfacen sus requerimientos nutricionales (Mellado *et al.*, 2003; Mellado *et al.*, 2005). Sin embargo, estos mismos autores (Mellado *et al.*, 2006a) no encontraron diferencia en la dieta de cabras con alta producción de leche, en comparación con cabras de baja producción, en condiciones de pastoreo. Las cabras lactantes, además, consumen bocados más grandes y presentan tasas de masticación más altas (Hamel y Côté, 2009).

Así mismo, durante el periodo de lluvias, las cabras adultas tienden a utilizar más arbustivas que las cabras jóvenes (70.4 vs 58.6 %). También, las cabras jóvenes muestran un menor consumo de plantas con espinas, en comparación con las cabras adultas (Mellado *et al.*, Mellado *et al.*, 2004a).

En otro estudio de Mellado *et al.* (2004b), se indica que una alta utilización de arbustivas, incluyendo especies poco preferidas por las cabras en el desierto Chihuahuense, parece ser la estrategia alimenticia de cabras con reducidas reservas de grasa corporal, durante la época de mayor disponibilidad de forraje.

El estado fisiológico no sólo altera la selección de los forrajes disponibles en el agostadero, sino que el mismo animal puede comer de 35 a 50 % más, cuando está lactando (Hodgson y Jamieson, 2006). No está claro por qué ocurre este incremento en el consumo de los rumiantes, ya que la capacidad ruminal es la misma. Una posible explicación es que cambios hormonales logran reducir la sensibilidad del rumen a la presión, de tal manera que el animal pueda aumentar su consumo de alimento. Aunque la cantidad de alimento consumido incrementa notablemente después del parto, el mayor consumo se presenta con el pico de la lactancia, que ocurre alrededor de las 16 semanas en los bovinos, ocho semanas en las cabras y seis semanas en borregas (DeVries *et al.*, 2003).

A menudo, se asume que el valor intrínseco de un alimento o hábitat, es similar para los individuos de una especie. Sin embargo, los herbívoros difieren en la preferencia por sus alimentos debido, en parte, a la experiencia y al tipo de

ambiente en el que se desarrollan. Mientras que algunos animales de granja mezclan gramíneas, herbáceas y arbustivas (Mellado *et al.*, 1991), otros se concentran en arbustivas (Yayneshet *et al.*, 2008; Mellado *et al.*, 2004) o gramíneas (Walburger *et al.*, 2007) y otros encuentran más ventajoso el consumo combinado de dicotiledóneas y monocotiledóneas, en lugar de solo una de estas categorías de plantas (Randolph y Cameron, 2001). Sin embargo, algunos animales con claras tendencias a consumir pastos, ocasionalmente consumen altas cantidades de arbustivas, cuando las gramíneas escasean. Los bovinos, por ejemplo, ocasionalmente basan su dieta en arbustivas, como se ha observado en el norte de México, donde las arbustivas pueden formar hasta el 84 % de la dieta, en la época de sequía, o en Argentina, donde los bovinos llegan a ingerir hasta el 57 % de arbustivas en su dieta.

Conforme aumenta la calidad del forraje, la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos nutritivos se reduce. Aunque los requerimientos nutricionales son una guía útil, los animales no paran de comer, hasta llenar los requerimientos para cierto nivel de desarrollo o producción. En general, conforme aumenta la calidad del forraje, el consumo de alimento también se incrementa (Chapman *et al.*, 2007). Villalba *et al.* (2004), mencionan que el consumo de alimentos de los ovinos, depende del ambiente de alimentación y experiencia del animal (desarrollo fisiológico), para seleccionar los alimentos que contienen altos niveles de nutrientes, así como otras sustancia tóxicas, a las cuales se adaptan, según sea su disponibilidad en la comunidad de plantas.

Refiriéndose a lo mismo, otros autores en tiempos y espacios diferentes, mencionan que la selección del alimento por un herbívoro, al estar en el pastizal, es considerado como un proceso multidimensional, el cual está básicamente regulado por el sistema nervioso central y por influencias externas. Estas influencias son el estímulo social, el medio ambiente, las características de la comunidad vegetal, la condición del agostadero y disponibilidad del forraje (Edwards *et al.*, 1996), las propiedades físico-químicas de las especies y la

especie animal (Fierro, 1980). Este mismo autor señala que la dieta es la composición botánica y química relativa del forraje seleccionado por el animal, durante un periodo de tiempo específico.

La consideración de Frost *et al.* (2008), al respecto, es que la selectividad del forraje resulta de una interacción muy compleja de dos variables que operan en el tiempo: las plantas que son consumidas y los animales que pastorean en el medio. Adicional a esto, la selectividad del forraje es condicionada por dos factores: la palatabilidad y la preferencia (Van der Wal *et al.*, 2000). La primera se refiere a las características de las plantas que afectan o estimulan la respuesta de la selección, tales como sabor, olor, color, presencia de espinas u otras estructuras. La preferencia se refiere al comportamiento del animal, el cual muestra una respuesta selectiva hacia determinadas plantas. En este contexto se pueden incluir aspectos como clase y tipo de animal, estado fisiológico y características morfológicas de las plantas.

El comportamiento alimenticio, la adaptación morfológica de la boca y el sistema digestivo, son el resultado de la evolución y constituyen las estrategias de alimentación de los animales (Van Soest, 1982). Hanley (1982), refiriéndose a lo mismo, indica que la estructura de la selección de la dieta en ungulados, consiste en cuatro parámetros morfológicos: 1) estructura del cuerpo; 2) tipo de sistema digestivo, 3) volumen rumino-reticular, comparado con el peso corporal y 4) tamaño de la boca. Los animales con boca pequeña son más hábiles para seleccionar partes específicas de las plantas. En un estudio de Mellado *et al.* (2007), se observó que, en general, el largo de los dientes incisivos se relacionó con mayor ingestión de *Nolina cespitifera*. Por otra parte, las cabras con mayor amplitud de incisivos consumieron un porcentaje mayor de *Parthenium incanum* y *Flourensia cernua*, mientras que la distancia entre la base de los últimos molares se asoció con la ingestión de *Atriplex canescens* y *Flourensia cernua*. La ingestión de *Agave lechuguilla* y *Sphaeralcea angustifolia* fue influenciada, principalmente, por la amplitud de la quijada.

Los animales en pastoreo, normalmente, prefieren las hojas que los tallos y material verde, en lugar de forraje seco (Otal *et al.*, 2010). La disponibilidad de hojas es importante para garantizar el consumo de forraje, ya que al disminuir la disponibilidad de éstas declina el consumo de alimento.

El tamaño del bocado también tiene una gran influencia en el consumo de forraje. Al disminuir el tamaño de los bocados, debido a la reducción de hojas disponibles, los animales lo compensan temporalmente, al incrementar el número de bocados y el tiempo de pastoreo. Esto es particularmente notorio en animales lactando, los cuales aumentan el tamaño del bocado y la tasa de masticación (Hamel y Côté, 2009). Sin embargo, conforme disminuye la disponibilidad de material foliar, también declinan el número de bocados y el tiempo de pastoreo, resultando en menor consumo de forraje.

Las características de las plantas que regulan el tamaño del bocado (tamaño y forma de hojas, espinas, etc.) también controlan la tasa de consumo de los animales en pastoreo (Gross *et al.*, 1993). Por ejemplo, las espinas de las plantas restringen el tamaño del bocado y reducen el consumo, aunque los animales amplíen el tiempo de pastoreo, para tratar de compensar los bocados más pequeños (Cooper y Owen-Smith, 1986). Reacciones químicas por los forrajes digeridos en el rumen, parecen tener influencia en el consumo específico de algunos forrajes (Shiple *et al.*, 1998). El consumo de alimentos nutritivos que contienen toxinas, con frecuencia crean ciclos, con un repentino decremento en el consumo, seguido por un aumento gradual (Duncan *et al.*, 2006). Estas reacciones suelen ocurrir rápidamente, debido a que el flujo de sangre al rumen aumenta con rapidez, al empezar a ingerir el alimento.

Cuando los rumiantes consumen plantas venenosas, las toxinas pueden causar sensación de malestar en los animales, lo cual puede orillarlos a que consuman cantidades pequeñas de diversas plantas (Parker *et al.*, 2009). Con este muestreo en pequeñas cantidades, los animales asocian los efectos tóxicos a ciertas plantas y pueden evitarlas en el futuro (Provenza *et al.*, 2007).

Van Dyne *et al.* (1980), mencionan que la palatabilidad es un concepto dinámico, refiriéndose a que los cambios ambientales influyen en la selectividad de la dieta, de tal forma que la selección del alimento es altamente variable de un animal a otro, entre estaciones y de un lugar a otro. Para cada tipo de vegetación existe una selectividad diferente, esa selectividad varía con la época del año y la selección de la dieta siempre estará sujeta a la abundancia de forraje (Provenza *et al.*, 2003; Mellado *et al.*, 2011a).

El consumo de una toxina en particular, depende de la capacidad del animal para neutralizarla y eliminarla, una vez consumida (Parker *et al.*, 2009). Las cabras se han caracterizado por su alta capacidad de ingerir altas cantidades de toxinas sin menoscabo de su salud o productividad (Baraza *et al.*, 2009). Cuando el mecanismo de desintoxicación se satura, el animal no podrá consumir más toxina o, si lo hace, correrá con graves riesgos de intoxicación (Foley *et al.*, 1999; Torregrossa y Dearing, 2009) que pueden ocasionarle la muerte (McLister *et al.*, 2004; Dearing *et al.*, 2005; Sorensen *et al.*, 2005). No obstante, los herbívoros tienen diferentes mecanismos fisiológicos de desintoxicación, para contrarrestar los efectos de diferentes tipos de toxinas (Duncan y Young, 2002; Haley *et al.*, 2007; Torregrossa y Dearing, 2009). De esto, se desprende que si el consumo frecuente de la misma toxina, lleva a saturar la capacidad de su mecanismo específico de desintoxicación, entonces es probable que herbívoros, expuestos a una sola especie de planta tóxica, consuman menos (y consecuentemente menos nutrientes), que aquéllos que reciben una oferta variada de plantas, con toxinas que tienen diferentes mecanismos de eliminación de metabolitos secundarios (McLean y Duncan, 2006; Dziba y Provenza, 2008). En este caso la variedad de especies vegetales, son consideradas un recurso complementario, ya que el beneficio de consumir la variedad excede el beneficio promedio de consumir las especies por separado.

En otros ambientes áridos, el traslape de la dieta entre pequeños herbívoros (lagomorfos, roedores y ortopteros) y ungulados, también ha sido documentado (French, 2008).

Respecto a los sistemas ganaderos mixtos, consistentes en aprovechar los forrajes del pastizales con el uso de varias especies de herbívoros, se puede hacer la pregunta ¿los herbívoros establecen entre sí relaciones de competencia o facilitación? En ambientes heterogéneos existen sólidos argumentos a favor de la facilitación y de la idoneidad del pastoreo mixto, lo que se ve reforzado por el escaso traslape de la dieta entre los distintos herbívoros. En particular, las dietas de cabras y ovejas pastoreando el mismo hábitat difieren en forma considerable (du Toit y Blom, 1995; Mellado *et al.*, 2005a), lo que permite utilizar una mayor variedad de forrajes del agostadero.

En esas condiciones, el pastoreo mixto permite aprovechar mejor la variedad de formas en las que se presenta la producción primaria, en forma de tipos de hojas, frutos y cortezas. Además, la existencia de distintas especies de herbívoros, permite controlar mejor la abundancia relativa entre las especies de plantas y evitar la expansión de especies no deseadas (Anderson *et al.*, 2003). Hay muchos ejemplos de facilitación entre herbívoros, tanto en sistemas con herbívoros silvestres, como con domésticos o mezcla de ambos. El pastoreo compartido entre distintas especies, aumenta la eficiencia de la herbivoría y la biomasa total de herbívoros (producción ganadera) y facilita el manejo de los pastizales. Adicionalmente, el pastoreo de varias especies de animales, reduce la carga parasitaria de estos.

Por otro lado, el pastoreo mixto suele crear una competencia muy intensa por ciertos forrajes del agostadero. Por ejemplo, las vacas utilizan mayor cantidad de gramíneas que los perritos de la pradera (86 vs 68 %, a través del año) con un traslape de la dieta entre los perritos de la pradera y las vacas de 68 %. Los datos anteriores indican una intensa competencia entre los perritos de la pradera y el

bovino productor de carne, por los recursos forrajeros en el Desierto Chihuahuense (Mellado *et al.*, 2005a).

En África, debido a que las hierbas suelen ser un componente crítico de la dieta del ganado en estos pastizales, durante periodos relativamente secos y que estas hierbas son altamente consumidas por herbívoros mayores en este ecosistema, estos cambios en la dieta pueden indicar costos estacionales potenciales de la fauna silvestre, para la producción de ganado (Odadi *et al.*, 2007).

En general, la dificultad para llevar a cabo un uso sostenible de los pastizales, aumenta a medida que se explotan los pastizales con menor productividad primaria. Estos pastizales están situados, frecuentemente, en áreas con menor abundancia o con peor distribución inter- e intra-anual de las precipitaciones. Pueden sufrir procesos degradantes por la combinación de sobrepastoreo con otras 'perturbaciones', frecuentes en estos medios, como sequía, pisoteo y fuego. En estas condiciones es especialmente adecuado, según lo indican varios autores (Galt *et al.*, 2000; Smart *et al.*, 2010): 1) no mantener de manera prolongada densidades altas de animales, mediante el suministro externo de agua y alimento, si se observan indicios de sobrepastoreo, 2) disponer de áreas y forrajes de reserva, que suministren recursos en los periodos de escasez (por ejemplo, arbustos y árboles forrajeros, que se podan o pastorean para suministrar forraje complementario) y 3) utilizar una estrategia de pastoreo oportunista, basada en desplazar total o parcialmente a los animales y reducir la carga ganadera (en este sentido son muy importantes las vías pecuarias y los pastizales comunales).

La cosecha de forraje involucra desde la búsqueda, selección, aprehensión, masticación y deglución del alimento. La cabra busca y selecciona el forraje en un plano vertical (valle) y horizontal (cerro), donde se incluye la actividad de la quijada con movimientos de arreglo del forraje en la boca (Mellado *et al.*, 2007). Cabe mencionar que el alcance de la cabra es aún mayor (1.65 m) que el bovino (1.47 m; Sanon *et al.*, 2007). Se puede decir que el caprino tiene un comportamiento de alimentación muy similar al ovino; sin embargo, poseen hocico largo y estrecho

con boca pequeña, labios superiores móviles y lengua prensil, lo que les permite discriminar marcadamente entre las especies forrajeras disponibles (Gordon e Illius, 1988; Milne, 1991). Además, hacen uso de sus miembros posteriores que le otorgan ventaja y habilidad sobre el borrego, para el ramoneo de hojas pequeñas de arbustos, inclusive en especies espinosas. Además, las cabras presentan mayor consumo de alimento, mayor digestibilidad de la materia seca que las ovejas (Domínguez *et al.*, 1991). Las cabras, además, tienden a maximizar la tasa de consumo sobre la diversidad de especies disponibles (Illius *et al.*, 1999; Görgülü *et al.*, 2008) y a mantener un nivel bajo de taninos en su dieta (Jansen *et al.*, 2007; Mellado *et al.*, 2011b).

Durante el pastoreo, el hábito típico de la cabra, comprende movimientos de avance con oscilaciones hacia la derecha e izquierda, el cual puede ser interrumpido para una búsqueda visual del forraje deseado o por otros factores de distracción. La estructura física, volumen, densidad y altura de los grupos de forrajes, asociado además a la capacidad de consumo del animal, topografía, clima, entre otros, determinan el comportamiento de la cabra en pastoreo y afectarán el consumo total de forraje. La capacidad de alimentación y el tiempo de pastoreo depende principalmente de 1) las características físicas del forraje (facilidad de fractura, tamaño de partícula y contenido de agua) y en caso de especies espinosas, se restringe el tamaño del bocado, 2) accesibilidad y 3) aceptabilidad en relación al sabor, olor y apariencia de los componentes del forraje, experiencia y nivel de llenado (saciedad) del animal. Cuando se mezclan las especies del agostadero, el ganado tiene menos oportunidad de seleccionar su dieta preferida. Cuando las especies están separadas en manchones fácilmente identificables, las dietas se aproximan a lo que los animales prefieren. Simultáneamente, la presencia de manchones de gramíneas y leguminosas y la redistribución de nutrientes por el pastoreo, puede darle estabilidad a las mezclas (Laca, 2009).

3. Conclusiones

La presente revisión de literatura, indica que, los herbívoros tienden a consumir amplia diversidad de forraje, para satisfacer sus requerimientos nutricionales de subsistencia y la cantidad de alimento consumido, es controlado por las demandas corporales de mantenimiento y necesidades de reproducción. También se entiende que la selectividad del forraje por los herbívoros, está sujeta a las características de las plantas que son consumidas y al tipo de animales que pastorean en el medio; es decir, presencia de espinas, contenido de metabolitos secundarios, entre otras, y tamaño de la boca del animal, respectivamente.

Entonces, para aprovechar los forrajes del pastizal, los sistemas mixtos de pastoreo, son idóneos. La combinación de varias especies de herbívoros facilitan el aprovechamiento de los recursos forrajeros, y el escaso traslape de la dieta entre los distintos herbívoros acentúa esta aseveración.

Especies, como las cabras y el perro de la pradera, pastoreando el mismo hábitat difieren en forma considerable en términos de la selección de especies forrajeras, lo que permite utilizar una mayor variedad de forrajes del agostadero.

Lo anterior indica que la existencia de distintas especies de herbívoros, permite controlar mejor la abundancia relativa entre las especies de plantas y evita la expansión de especies no deseadas. También se concluye que los herbívoros silvestres y domésticos aumentan la eficiencia de la herbivoría y facilitan el manejo de los pastizales, asegurando disponibilidad de forraje durante todo el año.

4. Literatura Citada

Anderson, G.L., E.S. Delfosse, N.R. Spencer, C.W. Prosser, and R.D. Richard. 2003. Lessons in developing successful invasive weed control programs. *Journal of Range Management* 56:2-12.

Baraza, E., J.A. Hódar and R. Zamora. 2009. Consequences of plant–chemical diversity for domestic goat food preference in Mediterranean forests. *Acta Oecologica* 35:117-127.

- Bergman, C.M., J.M. Fryxell, C.C.Gates and D. Fortin. 2001. Ungulate foraging strategies: energy maximizing or time minimizing? *Journal of Animal Ecology*, 70:289–300.
- Chapman, D.F., A.J. Parsons, G.P. Cosgrove, D.J. Barker, D.M. Marotti, K.J. Venning, S.M. Rutter, J. Hill, and A.N. Thompson. 2007. Impacts of spatial patterns in pasture on animal grazing behavior, intake, and performance. *Crop Science* 47:399-415.
- Cooper S.M. and N. Owen-Smith. 1986. Effects of plant spinescence on large mammalian herbivores. *Oecologia* 68:446-455.
- Dearing, M.D., W.J.Foley, and S. McLean, 2005. The influence of plant secondary metabolites on the nutritional ecology of herbivorous terrestrial vertebrates. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 36:169–189.
- DeVries, T.J., M.A.G. von Keyserlingk, D.M. Weary, and K.A. Beauchemin. 2003. Measuring the feeding behavior of lactating dairy cows in early to peak lactation. *Journal of Dairy Science* 86:3354-3361.
- Dyer, L., D.K. Letourneau, G. Vega Chavarria, and D. Salazar Amoretti. 2010. Herbivores on a dominant understory shrub increase local plant diversity in rain forest communities. *Ecology* 91:3707–3718.
- Domingue, B.M.F., D.W. Dellow, and T.N. Barry. 1991. Voluntary intake and rumen digestion of a low-quality roughage by goats and sheep. *Journal of Agricultural Science* 117:111-120.
- Du Toit, P.C.V. and C.D. Blom. 1995. Diet selection by sheep and goats in the *Noorsveld*. *African Journal of Range and Forage Science*. 12:27–37.
- Duncan, A.J., C. Ginane, D.A. Elston, A. Kunaver and I.J. Gordon. 2006. How do herbivores trade-off the positive and negative consequences of diet selection. *Animal Behavior* 71:93-99.
- Duncan, A.J. and S.A. Young. 2002. Can goats learn about foods through conditioned food aversions and preferences when multiple food options are simultaneously available? *Journal of Animal Science* 80:2091–2098.
- Dziba, L.E. and F.D. Provenza. 2008. Dietary monoterpene concentrations influence feeding patterns of lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 109:49–57.

- Edwards G.R., J. A. Newman , A. J. Parsons, and J. R. Krebs. 1996. Effects of the total, vertical and horizontal availability of the food resource on diet selection and intake of sheep. *The Journal of Agricultural Science* 127:555-562.
- Favreau, A., R. Baumont, A. J. Duncan and C. Ginane. 2009. Sheep use pre-ingestive cues as indicators of post-ingestive consequences to improve food learning. *Journal of Animal Science*. 88(4): 1535-1544.
- Fierro, G., L.C. 1980. Nutrición animal bajo condiciones de libre pastoreo. Técnica-científica. Vol. 1 No. 2 Depto. Manejo de Pastizales INIP-SARH. Chihuahua, México. 18 p.
- Foley, W. J., G.R. Lason, C. McArthur. 1999. Role of plant secondary metabolites in the nutritional ecology of mammalian herbivores: how far have we come in 25 years *In: Jung, H. G., Fahey, G. C. Jr., (eds.), Nutritional Ecology of Herbivores. Proc. Vth Int. Symp. Nutr. Herb. Am. Soc. Anim. Sci., Illinois, 130-209 p.*
- Forbey, J.S., A.L. Harvey, M.A. Huffman, F.D. Provenza, R. Sullivan, and D. Tasdemir. 2009. Exploitation of secondary metabolites by animals: A response to homeostatic challenges. *Integrative and Comparative Biology*. 49:314-328.
- Fortin, D., Fryxell, J.M., O’Brodovich, L. & Frandsen, D. (2003) Foraging ecology of bison at the landscape and plant community levels: the applicability of energy maximization principles. *Oecologia* 134:219–227.
- French, N.R. 2008. Herbivore overlap and competition in Kenya rangelands. *African Journal of Ecology*. 23:259 – 268.
- Frost, C.J., M.C. Mescher, J.E. Carlson, and C.M. De Moraes. 2008. Plant defense priming against herbivores: getting ready for a different battle. *Plant Physiology* 146:818-824.
- Galt, D., F. Molinar, J. Navarro, J. Joseph, and J. Holechek. 2000. Grazing capacity and stocking rate. *Rangelands* 22:7–11.
- Gordon, I.J. and A.W. Illius. 1988. Incisor arcade structure and diet selection in ruminants. *Functional Ecology* 2:15-21.
- Görgülü, M., M. Boğa, A. Şahin, U. Serbester, H.R. Kutlu, and S. Şahinler. 2008. Diet selection and eating behavior of lactating goats subjected to time restricted feeding in choice and single feeding system. *Small Ruminant Research* 78:41-47.

- Gross, J.E., N.T. Hobbs, B.A. Wunder. 1993. Independent variables for predicting intake rate of mammalian herbivores: biomass density, plant density, or bite size, *Oikos* 68:75-81.
- Haley, S.L., J.G. Lamb, M.R. Franklin, J.E. Constance, and M. Denise Dearing. 2007. Xenobiotic metabolism of plant secondary compounds in juniper (*Juniperus monosperma*) by specialist and generalist woodrat herbivores, genus *Neotoma*. *Comparative Biochemistry and Physiology. Toxicology and Pharmacology* 146:552–560.
- Hamel S. and S.D. Côté. 2009. Foraging decisions in a capital breeder: trade-offs between mass gain and lactation. *Oecologia* 161:421-432.
- Hanley, T.A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *J. of Range Management*. 35:146-151.
- Hodgson J. and W.S. Jamieson. 2006. Variations in herbage mass and digestibility, and the grazing behaviour and herbage intake of adult cattle and weaned calves. *Grass and Forage Science* 36:139 -148.
- Illius, A.W., I. Gordon, D.A. Elston, and J.D. Milne. 1999. Diet selection in goats: a test of intake-rate maximization. *Ecology* 80:1008-1018.
- Jansen, D.A.W.A.M., F. van Langevelde, W.F. de Boer, and K. P. Kirkman. 2007. Optimization or satiation, testing diet selection rules in goats. *Small Ruminant Research* 73:160-168.
- Kotliar, N. B. 2000. Application of the new keystone-species concept to prairie dogs: how well does it work? *Conservation Biology* 14:1715-1721.
- Kotliar, N. B., B. W. Baker, A. D. Whicker, and G. Plumb. 1999. A critical review of assumptions about the prairie dog as a keystone species. *Environmental Management* 24:177-192.
- Kyriazakis, I., B.J. Tolcamp, and G. Emmans. 1999. Diet selection and animal state: an integrative framework. *Proceedings of the Nutrition Society* 58:765-772.
- Laca, E.A. 2009. New approaches and tools for grazing management. *Rangeland Ecology and Management*. 62:407-417.
- Lisonbee, L.D., J.J. Villalba, F.D. Provenza, and J.O. Hall. 2009. Tannins and self-medication: Implications for sustainable parasite control in herbivores. *Behavioural Processes* 82:184-189.

- McLister, J.D., J.S. Sorensen, and M.D. Dearing. 2004. Effects of consumption of juniper (*Juniperus monosperma*) on cost of thermoregulation in the wood rats *Neotoma albigula* and *Neotoma stephensi* at different acclimation temperatures. *Physiological and Biochemical Zoology*. 77:305–312.
- McLean, S., and A.J. Duncan, 2006. Pharmacological perspectives on the detoxification of plant secondary metabolites: implications for ingestive behavior of herbivores. *Journal of Chemical Ecology* 32:1213–1228.
- Mellado, M., R.H. Foote, A. Rodríguez, and P. Zárate. 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Ruminant Research* 6:141-150.
- Mellado, M., R. Valdez, L.M. Lara, and R. López. 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *Journal of Range Management* 56:167-173.
- Mellado, M., A. Olvera, J. Dueñez, A. Rodríguez. 2004. Effects of continuous or rotational grazing on goat diets in a desert rangeland. *Journal of Applied Animal Research* 26:93-100.
- Mellado, M., A. Rodríguez, A. Olvera, J.A. Villarreal, and R. López. 2004a. Diets of Nubian and Granadina goats grazing on arid rangeland. *Journal of Range Management* 57:630-634.
- Mellado, M., A. Rodríguez, A. Olvera, and R. López. 2004b. Age and body condition score effects on diets of grazing goats. *Journal of Range Management* 57:517-523.
- Mellado, M., A. Rodríguez, J.A. Villarreal, and R. López. 2004c. Height to withers and abdominal circumference effects on diets of grazing goats. *Applied Animal Behaviour Science* 88:263-274.
- Mellado, M., A. Rodríguez, J.A. Villarreal, and A. Olvera. 2005. The effect of pregnancy and lactation on diet composition and dietary preference of goats in a desert rangeland. *Small Ruminant Research* 58:79-85.
- Mellado, M., A. Olvera, A. Quero, and G. Mendoza. 2005a. Diet of prairie dogs, goats, and sheep on a desert rangeland. *Rangeland Ecology and Management* 58:373-379.
- Mellado, M., A. Olvera, A. Quero, and G. Mendoza. 2005a. Dietary overlap between prairie dog (*Cynomys mexicanus*) and beef cattle in a desert rangeland of northern Mexico. *Journal of Arid Environments* 62:449-458.

- Mellado, M., F. Pastor, R. López, and F. Ríos. 2006. Relation between semen quality and rangeland diets of mixed-breed male goats. *Journal of Arid Environments* 66:727-737.
- Mellado, M., R. Estrada, L. Olivares, F. Pastor, and J. Mellado. 2006a. Diet selection among goats of different milk production potential on a Chihuahuan desert grassland. *Journal of Arid Environments* 66:127-134.
- Mellado, M., L. Olivares, H. Díaz, R. López, and J.A. Villarreal. 2007. Relationship between oral morphology and feed selection of goats on rangeland. *Small Ruminant Research* 71:194-199.
- Mellado, M., J.E. García, J.R. Arévalo, and W. Pittroff. 2008. Replacement value of *Solanum elaeagnifolium* for alfalfa hay offered to growing goats. *Journal of Arid Environments* 72:2034-2039.
- Mellado, M., C.N. Aguilar, J.R. Arevalo, A. Rodriguez, J.E. Garcia, J. Mellado. 2011a. Selection for nutrients by pregnant goats on a microphyll desert scrub. *Animal* 5:972-979.
- Mellado, M., A. Rodríguez, J.R. Arévalo, J.E. García, and J. Dueñez. 2011b. Food habits of goats on rangelands with different cover of *Atriplex canescens*. *Journal of Arid Environments* (en prensa).
- Miller, B., G. Ceballos, and R. Reading. 1994. The prairie dog and biotic diversity. *Conservation Biology* 8:677-681.
- Milne, J.A. 1991. Diet selection by grazing animals. *Proceeding of Nutrition Society*. 50:77-84.
- Odadi, W.O., Truman P. Young, J. B. Okeyo-Owuor. 2007. Effects of Wildlife on cattle diets in Laikipia rangeland, Kenya. *Rangeland Ecology and Management: Vol. 60*:179-185.
- Otal, J., J. Orengo, A. Quiles, M.L. Hevia, and F. Fuentes. 2010. Characterization of edible biomass of *Atriplex halimus* L. and its effect on feed and water intakes, and on blood mineral profile in non-pregnant Manchega-breed sheep. *Small Ruminant Research* 91:208-214.
- Parker, K.L., P.S. Barboza, and M.P. Gillingham. 2009. Nutrition integrates environmental responses of ungulates. *Functional Ecology* 23, 57–69.

- Porter, M.B., R.J. MacKay, E. Uhl, S.R. Platt, and A. deLahunta. 2003. Neurologic disease putatively associated with ingestion of *Solanum viarum* in goats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 223:501–504.
- Provenza, F. D. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. *Journal Animal Science* 74:2010-2020.
- Provenza, F. D., J. J. Villalba, and J.P. Bryant. 2003. Foraging by herbivores: linking the biochemical diversity of plants to herbivore culture and landscape diversity. *In: Bissonette, J. A. and Storch, I. (eds.), Landscape ecology and resource management: linking theory with practice.* Island Press, New York, 387-421 p.
- Provenza, F.D., J.J. Villalba, L.E. Dziba, S.B. Atwood, and R.E. Banner. 2003. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Ruminant Research* 49:257-274.
- Provenza, F.D., and J.J. Villalba. 2006. Foraging in Domestic Vertebrates: Linking the Internal and External Milieu. *In: V.L. Bels (ed.) Feeding in Domestic Vertebrates: From Structure to Function.* 210-240 p.
- Provenza, F. D., J. J. Villalba, J. H. Haskell, J. A. Macadam, T. C. Griggs, and R. D. Wiedmeier. 2007. The value to herbivores of plant physical and chemical diversity in time and space. *Crop Science* 47:382–398.
- Provenza, F.D., J.J. Villalba, R.W. Wiedmeier, T. Lyman, J. Owens, L. Lisonbee, A. Clemensen, K.D. Welch, D.R. Gardner, and S.T. Lee. 2009. Value of plant diversity for diet mixing and sequencing in herbivores. *Rangelands* 31:45-49.
- Randolph, J.C., and G.N. Cameron. 2001. consequences of diet choice by a small generalist herbivore. *Ecological Monographs* 71:117-136.
- Sanon, H.O., C. Kaboré-Zoungrana, and I. Ledin. 2007. Behaviour of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area. *Small Ruminant Research* 67:64-74.
- Sharps, G.T. and D.W. Uresk. 1990. Ecological review of black-tailed prairie dogs and associated species in western South Dakota. *The Great Basin Naturalist* 50:339-345.
- Shipley, L.A., S.Blomquist and K. Danell. 1998. Diet choices made by free-ranging moose in northern Sweden in relation to plant distribution, chemistry, and morphology. *Canadian Journal of Zoology* 76:1722–1733.

- Smart, A.J., J.D. Derner, J.R. Hendrickson, R.L. Gillen, B.H. Dunn, E. M. Mousel, P.S. Johnson, R.N. Gates, K.K. Sedivec, K.R. Harmony, J.D. Volesky, and K.C. Ols. 2010. Effects of Grazing Pressure on Efficiency of Grazing on North American Great Plains Rangelands. *Rangeland Ecology and Management* 63:397–406.
- Soder, K.J., P. Gregorini, G. Scaglia, and A.J. Rook. 2009. Dietary Selection by Domestic Grazing Ruminants in Temperate Pastures: Current State of Knowledge, Methodologies, and Future Direction. *Rangeland Ecology and Management* 62:389-398.
- Sorensen, J.S., J.D. McLister, and M.D. Dearing. 2005. Plant secondary metabolites compromise the energy budgets of specialist and generalist mammalian herbivores. *Ecology*. 86:125–139.
- Torregrossa, A.M. and M.D. Dearing. 2009. Nutritional toxicology of mammals: regulated intake of plant secondary compounds. *Functional Ecology* 23:48–56.
- Truett, J.C.; Phillips, M.; Kunkel, K.; Miller, R. 2001. Managing bison to restore biodiversity. *Great Plains Research*. 11:123-144.
- Uresk, D. W. 1984. Black-tailed prairie dog food habitats and forage relationships in Western South Dakota. *Journal of Range Management* 37:325-329.
- Van der Wal, R., N. Madan, S. van Lieshout, C. Dormann, R. Langvatn, and S.D. Albon. 2000. Trading forage quality for quantity? Plant phenology and patch choice by Svalbard reindeer *Oecologia* 123:108–115.
- Van Dyne, G.M., N.R. Brockington, Z. Szocs, J. Duek, and C.A. Rbic. 1980. Large herbivore subsystem. *In: Brey Meyer, A.I. and G.M. Van Dyne (eds.). Grassland Systems Analysis and Man. Cambridge. Univ. Press. England. 209-237 p.*
- Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional Ecology of Ruminant. O. and B. Books. P. Corvallis. Oregon. United States of America. 374 p.*
- Villalba, J.J., F.D. Provenza, and H.G. Dong. 2004. Experience influences diet mixing by herbivores: implications for plant biochemical diversity. *Oikos* 107:100–109.
- Villalba, J.J., and F.D. Provenza. 2009. Learning and dietary choice in herbivores. *Rangeland Ecology and Management* 62:399–406.

- Villalba, J.J., F.D. Provenza, J.O. Hall and L.D. Lisonbee. 2010. Selection of tannins by sheep in response to gastro-intestinal nematode infection. *Journal of Animal Science* 88:2189-2198.
- Walburger, K.J., T. DelCurto, and M. Vavra. 2007. Influence of forest management and previous herbivory on cattle diets. *Rangeland Ecology and Management* 60:172-178.
- Whicker, A.D., and J.K. Detling. 1993. Control of grassland ecosystem processes by prairie dogs. *In*: J.L. Oldemeyer, D.E. Biggins, B.J. Miller, and R. Crete (eds.) *Proc. of the Symposium on the Manag. of Prairie Dog Complexes for the Reintroduction of the Black-footed Ferret*. United States Fish Wildlife Service Biological Report 13:18-27.
- Yayneshet, T., L.O. Eik, and S.R. Moe. 2008. Influences of fallow age and season on the foraging behavior and diet selection pattern of goats (*Capra hircus* L.) *Small Ruminant Research* 77:25-37.

CAPÍTULO I. DIETA DEL PERRO DE LA PRADERA (*Cynomys mexicanus*), CABRAS Y OVINOS EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO

Abundio Olvera Hernández, Dr.

Colegio de Posgraduados, 2011

1.1. Resumen

Se determinó la composición botánica de la dieta del perro de la pradera (*Cynomys mexicanus*), cabras y ovinos con la técnica microhistológica, durante cuatro estaciones del año, en un pastizal desértico mediano abierto, en el Rancho los Ángeles, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Saltillo, Coah., México. Durante la mayor parte del año los perros de la pradera seleccionaron mayor cantidad de pastos (79 % en promedio, en todas las estaciones del año) en comparación con cabras y ovejas. El total de gramíneas en la dieta de las cabras fue consistente (20 %) para las diferentes estaciones del año, mientras que, en la dieta de ovejas, esta clase de forraje alcanzó su máximo nivel durante el invierno (72 %) y el más bajo en verano (62 %). Las arbustivas predominaron (45 %-62 % del total del forraje utilizado) en la dieta de las cabras, para todas las estaciones del año, mientras que las ovejas y el perro de la pradera, prácticamente no utilizaron esta clase de forraje. Las tres especies de animales mostraron una alta preferencia por herbáceas, constituyendo éstas una tercera parte de la dieta de los perros de la pradera (en invierno), cabras (en verano) y ovejas (en primavera). *Acacia greggii* Gray y *Opuntia rastrera* Weber fueron las especies más apetecidas por las cabras, en tanto que los perros de la pradera y ovejas mostraron una preferencia particular por *Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm. y *Bouteloua gracilis* (Willd. Ex Kunth) Lag. Ex. Griffiths. Durante el verano y primavera, la concentración de nitrógeno en heces de ovejas fue 36 % y 17 % más alto ($P < 0.05$) que en las heces de las cabras. Se observó un marcado traslape en la dieta del perro de la pradera y ovejas durante las cuatro estaciones del año. Por otro lado, la dieta del perro de la pradera y cabras, y ovejas y cabras

fueron diferentes en todas las estaciones del año. Estos resultados muestran que existió una alta competencia entre los perros de la pradera y ovejas por los escasos recursos forrajeros del sitio que compartían. Asimismo, las cabras, mostraron una baja competencia por el alimento con los perros de la pradera, por lo que éstas tienen mejor capacidad de usar en forma común estos recursos forrajeros con los perros de la pradera.

Palabras clave: análisis microhistológico, traslape de dieta, selección de alimento, pequeños rumiantes.

1.2. Abstract

Diets of prairie dogs, goats, and sheep were examined by microhistological fecal analysis during four periods (seasons) of a year in a desert rangeland within northern Mexico. Prairie dogs selected more grasses (79 % across all seasons; $p < 0.05$) than goats and sheep during most of the year. Total grasses in goat diets were consistent (20 %) in all seasons, whereas this forage class was highest during winter (72 %) and lowest during summer (62 %) in sheep diets. The diet of goats was predominantly shrubs (45 %-62 %) in all seasons whereas sheep and prairie dogs consumption showed little browsing throughout the study. All three species preferred forbs, which contributed about one-third to the composition of the prairie dog (winter), goats (summer), and sheep (spring) diets. *Acacia greggii* Gray and *Opuntia rastrera* Weber were the most preferred species by goats, whereas prairie dogs and sheep showed particular preference for *Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm. and *Bouteloua gracilis* (Willd. Ex Kunth) Lag. Ex Griffiths. During summer and spring, concentration of nitrogen in the feces of sheep was 36 % and 17 % higher ($P < 0.05$) than in feces of goats. There was a high overlap in diets between prairie dog and sheep for all seasons, whereas diets of prairie dog and goats, and goats and sheep were significantly different from each other in all seasons. These results showed that competition was keen between prairie dogs and sheep for a limited quantity of forage in this arid zone pasture, whereas goats were better able to use common resources with prairie dogs.

Key words: analysis fecal microhistological, overlap, selection of feed, small ruminant.

1.3. Introducción

En las zonas áridas del norte de México, la producción de ovinos y cabras se lleva a cabo, principalmente, bajo condiciones de pastoreo extensivo en diversos ecosistemas y los animales se manejan en forma comunal, con altas presiones de pastoreo. En algunas áreas las cabras y ovejas comparten los recursos forrajeros, con el perro de las praderas (*Cynomys mexicanus*), dando lugar a una competencia potencial por los recursos alimenticios, entre estas especies de animales (Farhing, 2003).

En los ecosistemas áridos hay indicadores que, comparados con los ovinos, las cabras diferentes al tipo Angora, consumen altas cantidades de especies lignificadas y seleccionan una amplia diversidad de plantas (Wilson *et al.*, 1975; Warren *et al.*, 1984a). Las cabras también tienen la habilidad de diversificar su dieta en ocasiones predominando los arbustos y, en otras épocas, las herbáceas (Mellado *et al.*, 1991; 2003) y están ampliamente adaptadas a pastorear en terrenos escarpados. Como resultado de diferentes estilos de pastoreo, capacidad de alcance y utilización de las patas frontales (manos) para apoyarse y ramonear, además de su capacidad prensil, la dieta de cabras y ovinos es, significativamente, diferente bajo condiciones de pastoreo extensivo en zonas áridas (Warren *et al.*, 1984a; López *et al.*, 2001). Por otro lado, en un pastizal árido, las gramíneas constituyen gran parte de la dieta de ovinos en pastoreo (Bryant *et al.*, 1979; Ralphs *et al.*, 1986) y de los perros de la pradera de cola negra, según han observado diversos autores (Summers y Linder, 1978; Fagerstone *et al.*, 1981; Uresk, 1984). Por lo tanto, la oportunidad de selección de la dieta, puede traslaparse considerablemente entre estos herbívoros. Sin embargo, la duda que persiste es la amplitud de traslape entre la dieta de caprinos, ovinos y el perro de la pradera, en los pastizales degradados del norte de México, donde las tres especies coinciden en los sitios de pastoreo. Una mayor

información acerca de la ecología de utilización de las especies forrajeras y las interrelaciones de dieta entre cabras, ovinos y el perro de la pradera, en sitios compartidos permitiría el diseño de mejores programas de pastoreo y de mayor oportunidad de sustentabilidad. En el presente estudio se pretendió definir el grado de similitud, traslape y variación estacional, en la dieta del perro de la pradera, cabras y ovinos, en un pastizal del Desierto Chihuahuense Mexicano, con relación a la disponibilidad de forraje, en las diferentes estaciones del año.

1.4. Materiales y Métodos

1.4.1. Sitio de estudio

Este estudio se realizó durante el año 2003 en 500 hectáreas, de un pastizal del desierto Chihuahuense en el noreste de México. El área comprende un valle y una colina poco elevada, ubicados entre 2,050 y 2,100 msnm (26° 26' de Latitud Norte y 101° 06' de Longitud Oeste). El promedio anual de precipitación es de 307 mm y el 75 % ocurre de junio a octubre (García y López, 1997). La temperatura media anual del sitio es 13.4°C; los suelos predominantes en el área de estudio son aluviales con buen drenaje (García y López, 1997).

Los perros de la pradera, borregos y cabras pastorearon un sitio con las siguientes gramíneas: *Aristida arizonica* Vasey, *Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm., *Stipa clandestina* Hack., *Erioneurum avenaceum* (Kunth) Tateoka, *Bouteloua uniflora* Vasey, *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. y *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths. Las principales especies de arbustivas de ramoneo incluyeron *Flourensia cernua* DC y *Quercus pringlei* Seemen. Las herbáceas predominantes eran *Tiquilia canescens* (DC) Richardson, *Croton dioicus* Cav., *Zinnia acerosa* (DC) Gray, *Solanum eleagnifolium* Cav. y *Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) D. Don. El sitio de evaluación incluyó terrenos degradados, como respuesta a un pastoreo intensivo del perro de la pradera y cabras, durante decenas de años y cuya vegetación ha sido modificada, de un sitio con dominancia de gramíneas a un sitio dominado por especies herbáceas, con una baja productividad de forraje.

1.4.2. Manejo del ganado

Se utilizó un rebaño comercial, de aproximadamente 200 cabras mestizas (38 a 45 kg de peso vivo), de las cuales se seleccionaron 10 cabras adultas no gestantes. Además, se utilizaron cinco ovejas adultas (40 a 48 kg de peso vivo), las cuales se mantenían en el mismo hato de las cabras. Estas fueron de genotipo indefinido, aunque con dominancia de la raza Nubia y eran representativas de las cruces predominantes en el norte de México. Las ovejas también fueron de raza indefinida. En la zona de estudio, por varias décadas, se ha practicado un pastoreo extensivo de cabras, ovejas, bovinos y equinos, con una alta presión de pastoreo y utilización continua de la vegetación. La superficie de estudio comprendió parte de un pastizal de aproximadamente 1,500 hectáreas, con un solo punto permanente de agua. Los animales se pastorearon de forma tradicional en la región, esto es, se mantenían bajo vigilancia de un pastor durante la etapa de alimentación en pastoreo y, al atardecer, se ingresaban a un corral alledaño a la casa del pastor, protegidos de depredadores y de los efectos del tiempo, sin una fuente de agua o alimento, durante este período nocturno. De estos animales, 10 cabras multíparas y 5 borregas adultas, se usaron para realizar colecta de heces durante el periodo de estudio. La diferencia numérica entre cabras y ovejas, se debió a que en la explotación estudiada sólo existían cinco ovejas adultas. Las cabras utilizadas para la colecta de muestras fecales, fueron similares en peso y fenotipo. Tanto para cabras y borregas, la época de apareamiento ocurrió en febrero, con pariciones en junio. Las cabras fueron ordeñadas manualmente, una vez al día, durante el verano y el otoño. El acceso al agua ocurrió de forma similar al manejo regional, una vez al día y no se proporcionaron suplementos minerales durante el periodo de estudio. El área de estudio posee mucha actividad de colonias de perros de la pradera, los cuales son, según se calcula, de 50 años de antigüedad. El número de madrigueras por hectárea oscila de 62 a 100, con una población estimada de 308 perros de la pradera por hectárea.

1.4.3. Procedimiento de muestreo

El muestreo de la vegetación se realizó antes del muestreo de heces, en cada una de las cuatro épocas del año, empezando en la de invierno de 2002. La producción de materia seca, se determinó mediante el corte de plantas por especie, a ras de suelo en 25 parcelas de 1x1 m, seleccionadas aleatoriamente en el área de pastoreo de los animales. Debido a que las cabras y ovejas, en este tipo de vegetación, no consumen las ramas de los arbustos, la producción de biomasa para ramoneo, fue estimada considerando únicamente el follaje de las plantas. Las muestras de forraje fueron deshidratadas en una estufa de flujo de aire, a 60 °C durante 48 h y, por diferencia de peso, se determinó la producción de materia seca disponible para los animales.

Se tomaron muestras fecales en las cuatro épocas del año, a mediados de enero (invierno), abril (primavera), julio (verano) y noviembre (otoño). Durante cada periodo de muestreo, se tomaron muestras de 10 cabras y de cinco ovinos, colectando aproximadamente 10 “pellets”, directamente del recto de cada animal durante cinco días consecutivos. Diariamente, la muestra fecal se dividió en dos submuestras; una fue usada para determinar la composición botánica de la dieta y la otra para su análisis químico. Los mismos individuos, tanto cabras como para ovinos, fueron utilizados para el muestreo, durante todo el periodo experimental. En el caso del perro de la pradera, se colectaron también, aproximadamente, 10 “pellets” frescos procedentes de diversas madrigueras, esparcidas en la misma área del pastizal, donde pastoreaban las ovejas y las cabras durante el año. Las submuestras para determinar la composición botánica de la dieta, fueron mezcladas (muestras compuestas por animal y periodo) para cada animal, a partir de los días de colección, dentro de cada periodo de muestreo.

1.4.4. Métodos de laboratorio

Las muestras fecales fueron secadas a 60 °C en estufa de flujo de aire, durante 48 hrs y después molidas en un molino Willey, con una criba de 1 mm. A partir del muestreo de cinco días, se consideró una muestra simple por animal o madriguera, para un total de 10 muestras compuestas (una por especie animal o madriguera muestreada), en cada época de estudio. Dos cucharadas de muestra molida fueron sumergidas en agua caliente durante diez minutos, para suavizar las paredes celulares vegetales; posteriormente, las muestras fueron filtradas y lavadas en una malla tipo Tyler estándar número 200. Posteriormente, los pigmentos fueron removidos con hipoclorito de sodio (imbibición durante cinco minutos). Después las muestras fueron extendidas sobre un portaobjetos y “montadas” utilizando solución de Hoyer (Holechek, 1982). Se prepararon cinco “laminillas” de cada muestra compuesta y se observaron 40 campos por laminilla, utilizando una magnificación de 100x. Los fragmentos epidérmicos fueron identificados y relacionados para las especies correspondientes, mediante la técnica microhistológica fecal (Sparks y Malechek, 1968). Se prepararon laminillas de referencia, para comparar todas las especies vegetales presentes en el área de pastoreo, con el fin de identificar, de forma adecuada y consistente, los fragmentos vegetales presentes en las heces. El método de Kjeldahl se utilizó para determinar el contenido de nitrógeno en heces fecales (AOAC, 1984). El contenido de fósforo en heces se determinó utilizando el método de Fiske y Subbarow (1925).

1.4.5. Análisis de datos

Los datos de la composición botánica de la dieta se transformaron a arcoseno antes del análisis, para satisfacer el postulado de normalidad de varianza y estos fueron analizados mediante el análisis de varianza, en un diseño con arreglo en parcelas divididas (SAS, 1989). Las especies animales constituyeron las parcelas principales y los cuatro periodos de estudio (épocas del año), constituyeron las

parcelas menores. Se observó una interacción significativa ($P < 0.05$) entre estaciones y animales para las especies forrajeras de mayor importancia en la dieta del perro de la pradera, cabras y ovinos. Por lo tanto, el modelo se redujo y los datos fueron analizados separadamente, para evaluar diferencias entre especies de animales dentro de estaciones. Cada especie vegetal de importancia en la dieta fue analizada separadamente. Los términos del error para las especies animales estuvieron constituidos por la variación entre animales dentro de la estación. La prueba de diferencia mínima significativa (LSD) fue utilizada para la separación de medias, cuando existió diferencia ($P < 0.05$) entre especies de animales. Los residuales del análisis de varianza se distribuyeron normalmente. El traslape de dieta fue determinado utilizando el Índice de Similitud Proporcional (PSI; Feinsinger *et al.*, 1981):

$$PSI = 1 - 0.5 \sum (|P_i - Q_i|)$$

Dónde:

P_i es la proporción de especies vegetales; i en la dieta del animal P y Q_i es la proporción i en la dieta del animal Q. La prueba no-paramétrica de Mantel (Mantel, 1967), se utilizó tanto para comparar el traslape de dietas entre el perro de la pradera y cabras, el perro de la pradera y ovinos y, similarmente, entre cabras y ovinos. Se estimó un índice de selectividad de la dieta para cada planta presente en heces, como la proporción de cada especie vegetal en la dieta, respecto con su porcentaje de disponibilidad en el pastizal (Plumb y Dodd, 1993). Un índice cercano a 1.0 fue indicativo de una utilización no selectiva de una especie dada; valores > 1.0 o < 1.0 fueron indicativos de selectividad al pastoreo a favor o en contra de una especie vegetal particular, respectivamente. La selectividad fue probada estadísticamente mediante la estimación de un intervalo de confianza de 95 %, por cada valor medio de la selectividad (Hobbs y Bowden, 1982). La selectividad fue significativa si el intervalo no contenía valores de uno.

Debido a las diferencias en fisiología digestiva entre los pequeños rumiantes y el perro de la pradera, el contenido de fósforo y nitrógeno fecal, se comparó

únicamente entre cabras y ovinos. Estos datos fueron analizados mediante un diseño de mediciones repetidas (SAS, 1989), con especies animales y épocas del año como efectos principales.

1.5. Resultados

1.5.1. Disponibilidad de forraje

En total 67 especies vegetales fueron identificadas en el área de estudio. La producción de forraje durante las lluvias (verano y otoño), representó casi el doble de la producción de forraje que en la sequía durante el invierno y primavera (Figura 1.1). En promedio, las especies herbáceas constituyeron cerca del 60 % de forraje disponible durante el año. La proporción de biomasa compuesta de arbustos se mantuvo relativamente constante durante el año (14-17 % del total de forraje); por otra parte, la producción de pastos fue baja como proporción de la biomasa (22 % del total de materia seca en verano, otoño e invierno y 41 % durante la primavera). En términos generales, el total de forraje disponible declinó de 1,222 kg ha⁻¹ en verano hasta niveles de 645 kg ha⁻¹ en primavera. En términos de biomasa, las herbáceas fueron el recurso dominante de forraje disponible, en todas las estaciones del año. Los patrones de distribución de la vegetación en forma de “manchones”, queda indicada por los valores elevados para las desviaciones estándar, de las medidas estacionales de disponibilidad de forraje.

Producción de forraje (kg ms ha⁻¹)

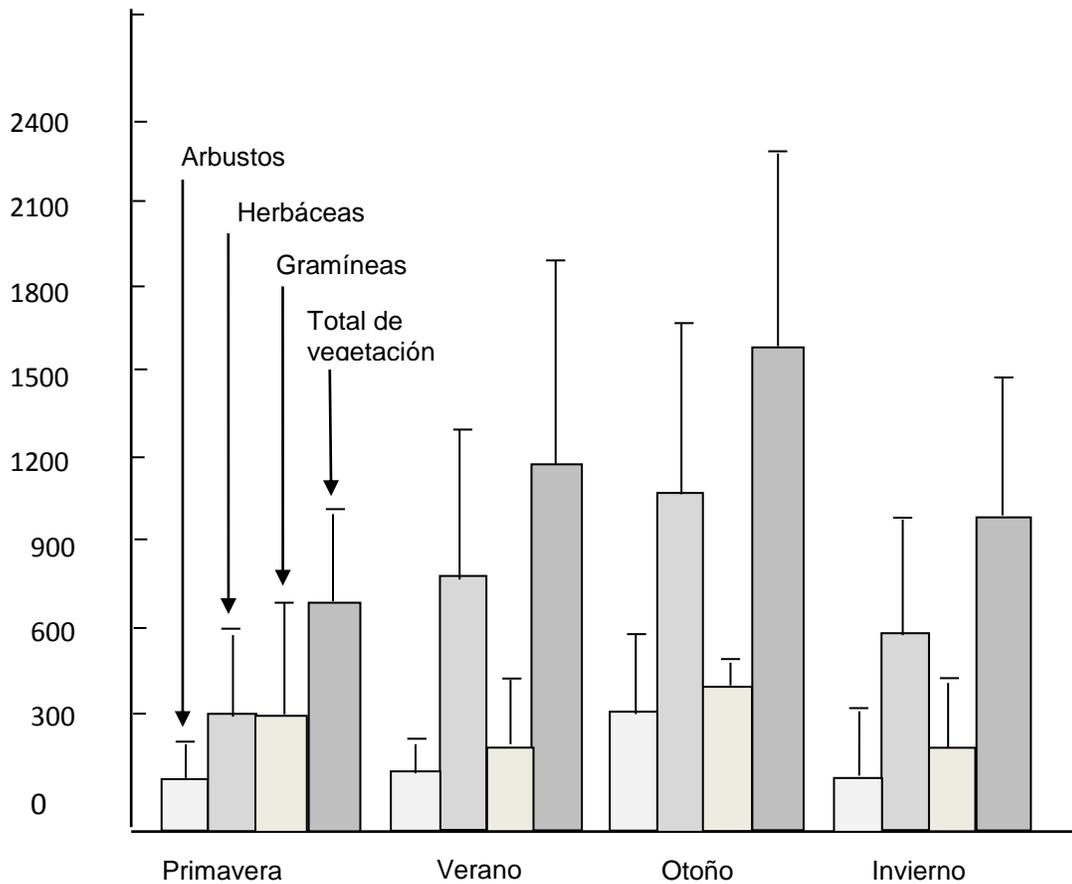


Figura 1.1. Disponibilidad de forraje durante cuatro periodos de muestreo. Las barras verticales muestran la desviación estándar de la media para el tipo de vegetación respectiva.

1.5.2. Composición botánica de la dieta

Durante el periodo de estudio, 37 especies fueron usadas por el perro de la pradera, 61 por cabras y 31 por los ovinos. Los arbustos dominaron en la dieta de las cabras durante todo el año (Cuadro 1.1). Cuatro arbustos de las especies *Agave lechuguilla* Torr., *Dalea bicolor* (Gray) H.and B., *Mimosa biuncifera* Benth. y *Quercus pringlei* constituyeron más del 15 % de la dieta de las cabras en todas las estaciones y el total de arbustos utilizados por las cabras fue mayor ($P < 0.05$) en comparación con el consumo del perro de la pradera y ovinos.

Cuadro 1.1. Valores medios estacionales en la composición de la dieta (%) del perro de la pradera (PP), cabras (C) y ovinos (O), pastoreando en un pastizal degradado del Desierto Chihuahuense, en el norte de México.

Especies ²	Primavera			Verano			Otoño			Invierno		
	PP	C	O									
Arbustos												
<i>Agave lechuguilla</i>	—	3	—	—	3	—	—	2	—	—	4	—
<i>Dalea bicolor</i>	—	4	—	—	4	2	—	4	—	—	3	4
<i>Mimosa biuncifera</i>	—	4	—	—	3	—	—	3	—	—	5	2
<i>Opuntia rastrera</i>	1	3	—	T	1	—	—	3	—	—	T	—
<i>Quercus pringley</i>	—	4	1	—	6	—	—	4	—	—	5	2
Otros arbustos	—	18	—	—	34	5	—	42	—	—	27	1
Total arbustos	1 ^a	62 ^b	1 ^a	T ^a	51 ^b	7 ^a	—	58 ^a	1 ^b	—	45 ^a	9 ^b
Herbáceas												
<i>Croton dioicus</i>	1	3	—	2	—	T	T ^a	7 ^b	9 ^b	2 ^a	5 ^b	2 ^a
<i>Sida abutilifolia</i>	—	3	5	—	3	5	T ^a	2 ^a	5 ^b	4 ^a	7 ^b	4 ^a
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	5 ^a	6 ^a	4 ^a	4 ^a	7 ^a	4 ^a	2 ^a	4 ^a	1 ^a	2 ^a	8 ^b	8 ^b
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	8 ^a	4 ^b	9 ^a	4 ^a	8 ^b	7 ^{ab}	3 ^a	4 ^a	6 ^a	7 ^a	5 ^a	1 ^b
Otras herbáceas	3	3	14	8	13	12	5	7	7	22	8	4
Total herbáceas	18 ^a	19 ^a	32 ^b	18 ^a	31 ^b	29 ^b	11 ^a	24 ^b	28 ^b	37 ^a	33 ^a	19 ^b
Pastos												
<i>Aristida arizonica</i>	6 ^a	3 ^b	1 ^b	7 ^a	2 ^b	2 ^b	3 ^a	4 ^a	4 ^a	5 ^a	2 ^b	4 ^a
<i>Aristida curvifolia</i>	4 ^a	2 ^a	6 ^b	6 ^a	2 ^b	4 ^a	6 ^a	2 ^b	6 ^a	7 ^a	2 ^b	8 ^a
<i>Buchloe dactyloides</i>	4 ^a	T ^b	10 ^c	4 ^a	T ^b	6 ^a	3 ^a	T ^b	8 ^c	10 ^a	4 ^b	11 ^a
<i>Bouteloua curtipendula</i>	7 ^a	2 ^b	9 ^a	8 ^a	3 ^b	4 ^b	6 ^a	4 ^b	8 ^a	7 ^a	3 ^b	6 ^a
<i>Bouteloua gracilis</i>	6 ^a	1 ^b	10 ^c	8 ^a	2 ^b	10 ^a	9 ^a	2 ^b	7 ^a	7 ^a	3 ^b	6 ^a
<i>Erioneurum avenaceum</i>	6 ^a	2 ^b	2 ^b	6 ^a	2 ^b	2 ^b	4 ^a	T ^b	4 ^a	7 ^a	3 ^b	9 ^a
<i>Muhlenbergia arenicola</i>	4	T	0	5 ^a	1 ^b	1 ^b	9 ^a	2 ^b	6 ^b	6 ^a	T ^b	4 ^a
<i>Stipa clandestina</i>	6 ^a	2 ^b	8 ^a	9 ^a	2 ^b	6 ^a	8 ^a	2 ^b	6 ^a	7 ^a	2 ^b	4 ^b
Otros pastos	38	7	22	29	4	27	41	2	21	8	20	20
Total pastos	81 ^a	20 ^b	68 ^c	82 ^a	19 ^b	62 ^c	89 ^a	19 ^b	70 ^c	64 ^a	22 ^b	72 ^a

¹Las celdas vacías indican que las plantas no fueron utilizadas por los animales. Valores en la misma fila, dentro de estación, con diferente superíndice indican diferencia significativa ($P < 0.05$). T indica trazas ($P < 1\%$).

²Únicamente las especies principales están incluidas.

Opuntia rastrera fue la única especie consumida (aunque en cantidades traza) durante la primavera y verano por esta especie. El consumo de arbustos fue escaso en la dieta de ovinos y alcanzó un valor máximo de 9 % durante el invierno, mientras que *Dalea bicolor* fue el único arbusto consumido por los ovinos, en cantidades significativas, después de la época de lluvias. En contraste, los perros de la pradera, cabras y ovinos evitaron el consumo de *Opuntia* spp.

Las especies herbáceas constituyeron un tercio del consumo total de forraje de las cabras (durante el verano e invierno), borregas (en primavera) y perro de la pradera (en invierno). En la época de estiaje (invierno y primavera), las herbáceas fueron consumidas en igual proporción por perritos de la pradera y cabras; sin embargo, durante las lluvias (en verano y otoño), la proporción de herbáceas fue dos veces mayor en las dietas de las cabras, comparadas con las del perrito de la pradera. Durante el verano y otoño, iguales proporciones de herbáceas se detectaron en la dieta de cabras y borregas, exceptuando la primavera, cuando las borregas consumieron más herbáceas que las cabras y perritos de la pradera. Solamente dos especies de herbáceas fueron consumidas consistentemente por los perritos de la pradera, cabras y borregas durante todo el año que fueron *Solanum eleagnifolium* y *Sphaeralcea angustifolia*. Estas especies fueron los componentes de mayor importancia para la dieta de caprinos y ovinos, durante la mayor parte del año mientras que *Croton dioicus* fue el componente de mayor importancia de la dieta de caprinos y ovinos durante el otoño, cuando la contribución de esta planta a la dieta de cabras y borregas, fue varias veces mayor que en la dieta del perro de la pradera.

Tanto éste como los ovinos dependieron fuertemente de la abundancia de pastos, durante todo el periodo de estudio, mientras que esta clase de forraje constituyó menos del 22 % de la dieta de las cabras. Durante la primavera, verano y otoño, los pastos contribuyeron con más del 81 % de la dieta del perro de la pradera. Este nivel de consumo de gramíneas fue mayor, en comparación con la dependencia de estas especies para caprinos y ovinos. La utilización por ovinos

de *Buchloe dactyloides* y *Bouteloua gracilis* tuvo la menor variación estacional de todos los pastos y constituyeron el componente más importante en la dieta de los ovinos. Iguales proporciones de *Buchloe dactyloides* se detectaron en las dietas del perro de la pradera y ovinos durante el verano e invierno; sin embargo, durante el resto del estudio, los ovinos consumieron mayores cantidades de *Buchloe dactyloides*, en comparación con el perro de la pradera. Durante la mayor parte del estudio, *Bouteloua curtipendula* y *B. gracilis* fueron encontradas en iguales cantidades en la dieta de los perros de la pradera y ovinos. Durante primavera y verano, el uso de *Erioneuron avenaceum* por el perro de la pradera fue tres veces mayor, en comparación a su utilización por ovinos para este periodo. Durante la mayor parte de este estudio, el perro de la pradera consumió más ($P<0.05$) *Muhlenbergia arenicola* Buckl en comparación con ovinos y caprinos.

1.5.3. Nitrógeno y fósforo

Los efectos principales para la especie animal fueron significativos para la concentración de nitrógeno fecal, pero no para la concentración de fósforo. Una interacción significativa ($P<0.05$) fue detectada entre especie animal y estación, para la concentración de nitrógeno fecal. Durante el verano y primavera, la concentración de nitrógeno en las heces de ovinos fue 36 y 17 % más alto ($P<0.05$) que para las heces de caprinos (Cuadro 1.2). El efecto principal de la estación fue significativo para la concentración de nitrógeno y fósforo fecal. Los niveles más elevados de nitrógeno en heces de estos pequeños rumiantes, ocurrieron durante el verano, mientras que los niveles más elevados de fósforo fueron durante la primavera.

Cuadro 1.2. Media y desviación estándar para la concentración de nitrógeno y fósforo fecal (porcentaje de materia seca) de caprinos y ovinos en cuatro estaciones, en un pastizal desértico degradado.

Estación	Especies	N. Fecal ^{1,2}	P. fecal ^{1,2}
Primavera	Cabras	1.4±0.4 ^a	1.9 ± 0.1 ^a
	Ovinos	1.9±0.1 ^b	2.1 ± 0.3 ^a
	Media	1.7±0.4 ^A	2.0 ± 0.2 ^A
Verano	Cabras	2.3±0.3 ^a	1.2 ± 0.2 ^a
	Ovinos	2.7±0.1 ^b	1.2 ± 0.2 ^a
	Media	2.5±0.3 ^B	1.2 ± 0.2 ^B
Otoño	Cabras	2.0±0.1 ^a	0.7 ± 0.1 ^a
	Ovinos	1.9±0.1 ^a	0.8 ± 0.2 ^a
	Media	2.0±0.1 ^C	0.8 ± 0.1 ^C
Invierno	Cabras	1.9±0.2 ^a	1.9 ± 0.2 ^a
	Ovinos	2.1±0.4 ^a	2.1 ± 2.1 ^a
	Media	2.0±0.3 ^C	1.1 ± 0.2 ^B

¹Media de especie de animal dentro de columnas y estaciones con letras minúsculas son diferentes significativamente (P< 0.05).

²Medias de estaciones dentro de columnas con letras mayúsculas son diferentes significativamente (P< 0.01)

1.5.4. Preferencia y traslape de dieta

Únicamente las cabras mostraron preferencia por algunos arbustos, comparado con su disponibilidad (Cuadro 1.3). *Acacia greggi* en primavera y *Opuntia rastrera*, durante el otoño, fueron las especies preferidas por caprinos, aunque estas especies no fueron los principales componentes de la dieta. Otros arbustos, como *Agave lechuguilla* y *Mimosa biuncifera*, fueron consumidos de acuerdo a su disponibilidad estacional en el pastizal. Las cabras y borregas mostraron mayor preferencia por las principales especies herbáceas, en contraste con el perro de la pradera. Estos y los ovinos seleccionaron gramíneas durante todas las épocas del año, mostrando particular preferencia por *Buchloe dactyloides* y *Bouteloua gracilis*. Por otra parte, las cabras consumieron pastos en baja proporción, con relación a

su disponibilidad estacional y mostraron fuerte preferencia por *Buchloe dactiloides*. Se observó un elevado traslape entre la dieta de los perros de la pradera y ovinos, en todas las estaciones del año (Figura 1.2). La prueba de Mantel indicó que la dieta de los perros de la pradera y caprinos y caprinos y borregas difirieron ($P < 0.05$) para cada una de las especies y en todas las estaciones evaluadas.

Cuadro 1.3. Índice de selectividad de las principales especies utilizadas por el perro de la pradera (PP), cabras (C) y ovinos (O), pastoreando en un pastizal degradado en el Desierto Chihuahuense, en el norte de México.

Especies vegetales	Primavera			Verano			Otoño			Invierno		
	PP	C	O	PP	C	O	PP	C	O	PP	C	O
<i>Acacia greggii</i>	--	4.0*	--	--	1.2		--	1.3	--	--	4.0	--
<i>Agave lechuguilla</i>	--	0.6	--	--	1.0	1.0	--	1.0	--	--	1.3	--
<i>Dalea bicolor</i>	--	2.0	--	--	2.0	--	--	2.0	--	--	1.5	--
<i>Mimosa biuncifera</i>	--	1.0	--	--	0.6	--	--	0.6	--	--	0.2	--
<i>Quercus pringlei</i>	--	1.3	0.3	--	1.5	--	--	1.3	--	--	1.7	--
<i>Opuntia rastrera</i>	0.5	1.5	--	0.8	1.0	--	--	3.0*	--	--	0.7	--
<i>Crorton dioicus</i>	0.3	2.0	--	1.2	--	0.8	0.3	2.3*	3.0*	1.0	2.5	1.0
<i>Sida abutifolia</i>	--	1.5	2.5	--	--	--	0.4	1.0	2.5	2.0	3.5*	2.0
<i>S. eleagnifolium</i>	1.3	1.5	1.0	1.0	1.8	1.0	1.0	2.0	0.5	0.7	2.7*	2.7*
<i>S. angustifolia</i>	2.7*	1.3	3.0	1.0	2.0*	1.8*	1.0	2.0	1.3	2.3	1.7	0.3
<i>Aristida arizonica</i>	2.0	1.0	0.3	1.2	0.3	0.3	1.5	1.5	2.0	1.7	0.7	1.3
<i>A. curvifolia</i>	2.0	2.0	3.0	1.5	0.5	1.0	0.9	0.3	0.9	1.0	0.3	1.2
<i>B.Dactyloides</i>	1.3	0.2*	3.3*	2.0	0.4	3.0	1.0	0.2*	2.7*	3.3*	1.3	3.7*
<i>B. curtispindula</i>	2.3*	0.7	3.0	1.0	0.4	0.5	2.0	1.3	2.7*	2.3	1.0	2.0
<i>B. gracilis</i>	1.5	0.3	2.5	4.0*	1.0	5.0*	1.5	0.3	1.2	3.5*	1.5	4.5*
<i>E. avenaceum</i>	1.0	0.3	0.3	3.0*	1.0	1.0	2.0	0.4	2.0	2.0	0.9	3.0*
<i>M. arenicola</i>	1.5	0.4	--	2.5	0.3	0.5	3.0*	0.4	1.0	3.0	0.4	2.0
<i>S. Clandestina</i>	2.0	0.5	2.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.3	1.0	1.8	0.4	0.8

¹Las celdas vacías indican que las plantas no fueron utilizadas por los animales. Valores con asterisco indican que intervalos de confianza al 95 % para dietas estacionales, no contenían valor de uno.

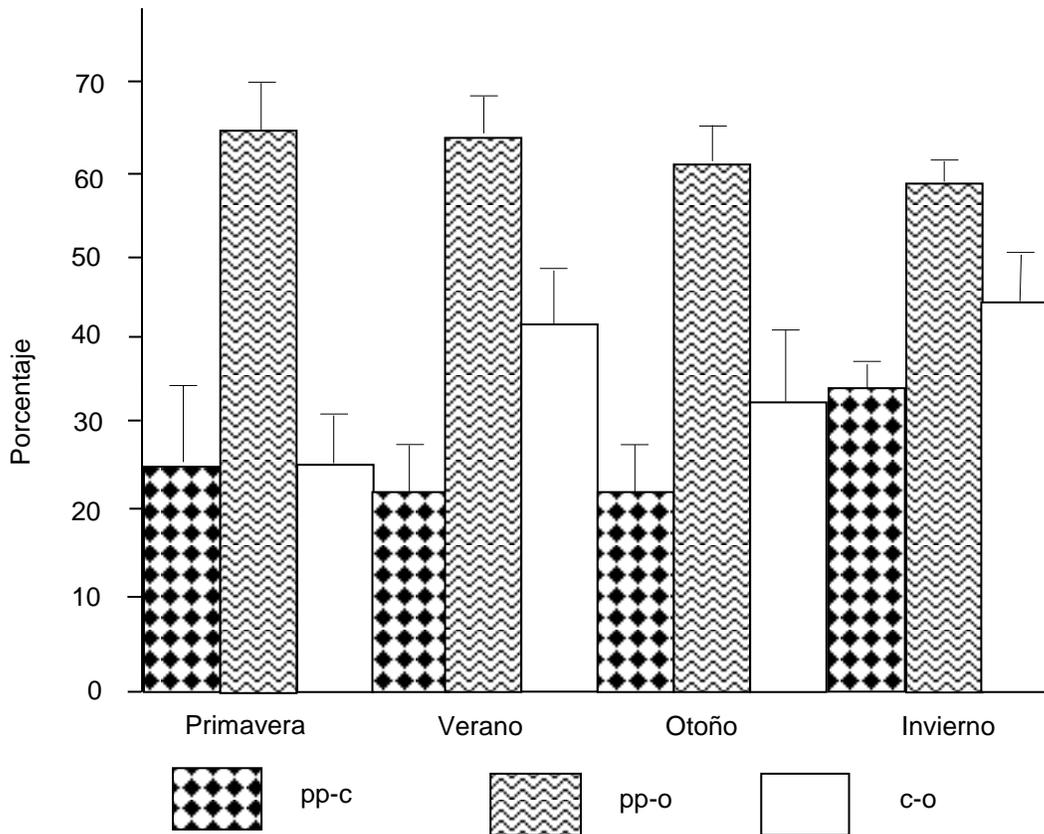


Figura 1.2. Porcentaje de traslape de dieta entre tres especies de herbívoros durante cuatro periodos de muestreo. Las barras verticales muestran la desviación estándar de la media. pp-c, indica perro de la pradera con cabras; pp-o, perro de la pradera y ovinos y c-o, cabras y ovinos. Las columnas son la media más la desviación estándar. Especies animales con dieta diferente ($P < 0.05$), mediante la prueba de Mantel.

1.6. Discusión

La dieta de cabras tuvo mayor cantidad de especies vegetales y varió estacionalmente. Durante el invierno, las cabras ajustaron sus dietas, con un importante decremento en el consumo de arbustos y un incremento en el consumo de herbáceas. Estos cambios parecen reflejar la abundancia de herbáceas durante esta estación. Las herbáceas no persisten durante la época fría y seca del

invierno en esta región de México y, aunque las herbáceas estuvieron disponibles secas y con bajo nivel de nutrientes, éstas fueron ávidamente consumidas por las cabras.

Estos datos reafirman la estrategia de pastoreo oportunista de los caprinos, los cuales son capaces de cambiar drásticamente su dieta, dependiendo de la disponibilidad y calidad del forraje, según señalan diversos autores (Mellado *et al.*, 1991; Ramírez *et al.*, 1991; Papachristou y Nastis, 1993; Mellado *et al.*, 2004). Aunque los arbustos eran escasos (14-17 % del total de la disponibilidad de forraje), éstos fueron el componente de mayor importancia de la dieta de caprinos durante el año. Diversos estudios en zonas áridas, han reportado que las cabras son eminentemente ramoneadoras (Sidahmed *et al.*, 1981; Warren *et al.*, 1984a; Mellado *et al.*, 2004;2006;2007), porque sus dietas contienen más de 50 % de arbustivas.

El presente estudio concuerda con estos reportes, debido a que las cabras consumieron, en promedio, 54 % de arbustivas durante todo el estudio y *Quercus pringlei* representó la arbustiva de mayor abundancia en la dieta de caprinos. Este pequeño matorral es altamente preferido por la cabra, por lo que este material aporta buena cantidad de nutrientes y carece de efectos tóxicos (Villena y Pfister, 1990; Gómez *et al.*, 2003). En esta comunidad vegetal dominada por herbáceas, tanto los perros de la pradera y los ovinos, prácticamente, ignoraron las especies de ramoneo; así, el consumo de arbustivas por caprinos, no resultó en una fuente de competencia inter-específica para esta clase de forraje. El único matorral preferido por el perrito de la pradera (en cantidades traza) fue *Opuntia rastrera*. En ecosistemas con altas densidades de cactáceas, los perros de la pradera dependen fuertemente del forraje de estas especies según Summers y Linder (1978) y Fagerston *et al.*, (1981).

Las herbáceas constituyeron una fuente importante de forraje para las tres especies consideradas en este estudio, pues la contribución de herbáceas en la dieta del perro de la pradera, caprinos y ovinos promediaron para las cuatro

estaciones consideradas 21 %, 29 % y 27 %, respectivamente. La importancia de las herbáceas en la dieta de estos herbívoros en ecosistemas áridos y semiáridos, ha sido ampliamente documentada. En regiones con escasa precipitación, las herbáceas de crecimiento activo constituyen menos de una tercera parte de la dieta de caprinos (Mellado *et al.*, 1991; Fajemisin *et al.*, 1996). Lo mismo ocurre en ovinos (Kothmann, 1968; Bryant *et al.*, 1979), aunque en un pastizal de buena condición, las herbáceas pueden constituir más del 50 % de la dieta de borregas (Kothman, 1968; Ralphs *et al.*, 1986).

En este estudio, los perros de la pradera ajustaron su hábito de utilización de herbáceas, conforme al cambio de la estación. Cuando las gramíneas comenzaron a lignificarse en el invierno, las herbáceas remplazaron a los gramínoides, como componentes de la dieta del perro de la pradera. Estas observaciones son consistentes con lo reportado previamente por Uresk (1984), quien observó un incremento de herbáceas de 5 % durante el verano y hasta 25 % durante el otoño. Otros investigadores han reportado proporciones mucho más elevadas de herbáceas (hasta 73 %) en la dieta del perro de la pradera (Fagerstone *et al.*, 1977). Dos herbáceas de singular importancia para las tres especies animal durante el año fueron *Solanum eleagnifolium* y *Sphaeralcea angustifolia*, las cuales constituyeron hasta 9, 12 y 10 % de la dieta del perro de la pradera, caprinos y ovinos, respectivamente (promedio de las cuatro estaciones). La importancia de estas especies forrajeras para los perros de la pradera ha sido reportada previamente (Fagerstone *et al.*, 1977; Summers y Linder, 1978; Uresk, 1984) y para caprinos (Mellado *et al.*, 2003;2004;2005a; 2006;2007). La tendencia para las herbáceas en la dieta de los tres tipos de animales evaluados y los rastros observados de aquéllas, sugieren que la competencia fue intensa durante todo el periodo de estudio. La competencia crítica ocurrió, probablemente, en la primavera, debido a que las herbáceas representaron un tercio de la dieta de ovinos y este tipo de forraje estuvo en disponibilidad mínima durante esta época.

En general, las tres especies de animales estudiadas fueron consistentes en la utilización de gramíneas en todas las épocas del año. Tanto para los perros de la pradera como para ovinos, los pastos constituyeron la base de sus dietas en todas las estaciones. La preferencia del perro de la pradera y ovinos por las gramíneas no coincidió con la disponibilidad de esta clase de forraje en las épocas consideradas. La información reportada apoya la hipótesis de que el perro de la pradera basa su dieta en gramíneas (Hansen y Gold, 1977; Uresk, 1984).

Los ovinos, por otra parte, mostraron una considerable flexibilidad en la selección de la dieta, con gran variación en el porcentaje de gramíneas en la dieta (Bryant *et al.*, 1979; Ramírez *et al.*, 1995; Kronberg y Malechek, 1997; Brand, 2000). Las gramíneas fueron el grupo menos prevaeciente de las tres clases de forraje en la dieta de cabras y, aunque los graminoídes constituyeron una parte importante de la dieta de caprinos, éstos mostraron, principalmente, una estrategia de pastoreo basada en el uso de arbustivas. La utilización de gramíneas por las cabras en este estudio fue varias veces superior que la información reportada para comunidades vegetales dominadas por arbustivas en zonas áridas (Sidahmed *et al.*, 1981; González, 2003; Mellado *et al.*, 1991;2003;2004), lo cual confirma que las cabras son altamente flexibles en la selección de su dieta, acorde a los tipos de vegetación en las que pastorean. Observando los índices de selectividad, fue claro que las gramíneas no fueron preferidas por las cabras.

El zacate búfalo (*Buchloe dactyloides*) fue especialmente rechazado por los caprinos. Bartolomé *et al.* (1998), similarmente, reportaron que las graminoides fueron seleccionadas durante todo el año, pero las cabras tendieron a evitar su consumo. El perro de la pradera mostró una preferencia estacional por *Buchloe dactyloides*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis*, *Erioneuron avenaceum* y *Muhlenbergia arenicola*, lo cual sugiere que la apetencia por estas especies varió estacionalmente. Summers y Linder (1978), reportaron que algunos de estos pastos fueron forrajes importantes para el perro de la pradera cola negra en Dakota del Sur, Estados Unidos. Las mismas especies de gramíneas, a excepción

de *Muhlenbergia arenicola*, fueron altamente preferidas por los ovinos. *Stipa clandestina*, una gramínea considerada de bajo valor nutricional para bovinos, debido a su gruesa pared celular y bajo contenido de proteína, durante ciertos periodos del año (Ganskopp, 1998), fue un componente importante de la dieta tanto del perro de la pradera como de los ovinos durante todo el año, aunque su índice de selectividad fue bajo, indicando que estas especies de animales no buscan específicamente esta especie vegetal.

Las tendencias del porcentaje de gramíneas en la dieta de las tres especies de animales, mostraron mayor similitud entre los perros de la pradera y ovinos; por otro lado, estas tendencias fueron diferentes para caprino y perro de la pradera y para caprinos y ovinos. Por tanto, la competencia por alimento fue mayor entre los perros de la pradera y ovinos, en un ecosistema con una limitada disponibilidad de gramíneas (los pastos representaron únicamente 25 % del forraje disponible). Esta competencia podría forzar al perro de la pradera a, disminuir el consumo de gramíneas durante el invierno y modificando su preferencia por las herbáceas (material vegetal muerto en esta época del año), el cual, aparentemente, constituyó un alimento importante, debido a la baja disponibilidad de gramíneas durante el periodo seco. Es importante mencionar que un alto nivel de traslape de forraje, no significa que ocurre competencia alimenticia según Jenkins y Wright (1988), debido a que es la densidad de individuos, en relación al recurso base, lo que determina la fortaleza de las interacciones competitivas. En este estudio, el forraje remanente fue muy bajo, como resultado de varias décadas de sobrepastoreo; así, el compartir recursos comunes tanto cabras como perro de la pradera, resultó en una competencia importante por el alimento disponible.

A pesar de los efectos confundidos potenciales de los taninos (la presencia de taninos incrementa las concentraciones de nitrógeno fecal), éste es un método valioso para monitorear el nitrógeno de la dieta para rumiantes (Osborn y Ginnet, 2001). Indicadores fecales tales como nitrógeno y fósforo, están estrechamente relacionados con el status nutricional en rumiantes en pastoreo (Holechek *et al.*,

1982; Hakkila *et al.*, 1988; Osborn y Jenks, 1998; Blanchard *et al.*, 2003). En este estudio el mayor nivel de nitrógeno fecal de ovinos, comparado con cabras durante la primavera y el verano, explican que los ovinos seleccionaron dietas con mayor contenido de proteína cruda, que aquella seleccionada por cabras durante este periodo. Estas observaciones son consistentes con las reportadas por Kronberg y Malechek (1997), quienes indicaron que los ovinos consumieron una dieta con mayor proteína, en comparación con las cabras. El mayor consumo de herbáceas durante la primavera y la ingestión de grandes cantidades de gramíneas durante el verano, parecen explicar la mayor concentración de nitrógeno en las heces de ovinos, en comparación con las cabras.

1.6.1. Implicaciones de manejo

El presente estudio mostró diferencias menores en la composición botánica de la dieta entre ovinos y perro de la pradera, durante el año de evaluación y en una comunidad vegetal dominada por herbáceas, lo cual hace posible la explotación competitiva por la dieta entre estos herbívoros. Por otra parte, el traslape por los recursos forrajeros entre cabras y perro de la pradera y entre éste y cabras, fue generalmente bajo debido, principalmente, a un más amplio nicho alimenticio, mostrado por las cabras durante todas las estaciones del año. A pesar de la dieta más compleja de las cabras, la concentración de nitrógeno fecal en estos animales fue menor, comparada con los ovinos, durante dos estaciones del año, lo que implica que las cabras complementan su dieta con una menor selectividad para concentración de proteína cruda en el forraje, en comparación con los ovinos.

Debido a que las cabras consumen un mayor número de arbustivas, presentes en la colonia de los perros de la pradera y, debido que éste no utiliza arbustivas, parece de mayor potencial utilizar caprinos para pastorear zonas con altas densidades de perros de la pradera, para utilizar mejor los recursos forrajeros. Por otra parte, grandes densidades de ovinos en colonias de perros de la pradera, pudiesen tener importantes efectos negativos en los recursos forrajeros

disponibles para los perros de la pradera, debido a los hábitos de consumo de graminoídes, que poseen tanto los ovinos como los perros de la pradera.

1.7. Conclusiones

El presente estudio demuestra que, la dieta de los perros de la pradera y los ovinos depende principalmente de las gramíneas, en comparación con cabras, cuyo consumo de estas especies forrajeras, fue relativamente bajo para las diferentes estaciones del año. Entonces, mientras los perros de la pradera y los ovinos, mostraron preferencia por las gramíneas, las cabras adoptaron estrategias de pastoreo de alto consumo de arbustivas ó herbáceas, de acuerdo a la disponibilidad de estos forrajes.

Esto indica que, bajo las circunstancias que prevalecen en el área de estudio del presente trabajo, el ganado ovino, puede manejarse para disminuir la competencia por los recursos forrajeros con el perro de la pradera, para preservar estos pequeños mamíferos, asegurando la distribución territorial, con suficiente disponibilidad de forraje durante todo el año.

1.8. Literatura Citada

Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1984. Official methods of analysis. 14th ed. Washington, DC. 14-15 pp.

Bartolomé, J., J. Franch, J. Plaixats, and N. G. Seligman. 1998. Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heat- woodland range. *Journal of Range Management* 51:383-391.

Blanchard, P., M. Festa-Bianchet, J. M. Gaillard, and J. T. Jorgenson. 2003. A test of long-term fecal nitrogen monitoring to evaluate nutritional status in bighorn sheep. *Journal of Wildlife Management* 76:477-484.

Brand, T. S. 2000. Grazing behaviour and diet selection by Dorper sheep. *Small Ruminant Research* 36:147-158.

- Bryant, F. C., M. M. Kothman, and L. B. Erril. 1979. Diet of sheep, Angora goats, Spanish goats, and white tailed deer excellent range condition. *Journal of Range Management* 32: 412-417.
- Fagerstone, K. A., H. P. Tietjen, and G. K. Lavoie. 1977. Effects o range treatment with 2,4-D on prairie dog diets. *Journal of Range Management* 30:57-60.
- Fagerstone, K. A., H. P. Tietjen, and O. Williams. 1981. Seasonal variation in the diet of black-tailed prairie dogs. *Journal of Mammalogy* 62:820-824.
- Fajemisin, B., D. Ganskopp, R. Cruz, and D. M. Vavra. 1996. Potential for woody plant control by Spanish goats in the sagebrush steppe. *Small Ruminant Research* 20:99-107.
- Farhing, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 34:487-515.
- Feinsinger, P., E.E. Spears, and R.W. Poole. 1981. A simple measure of niche breadth. *Ecology* 62:27-32.
- Fiske, C. H., and Y. Subbarow. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry* 6:361-375.
- Ganskopp, D. 1998. Thurber needlegrass: seasonal defoliation effects on forage quantity and quality. *Journal of Range Management* 51:276-281.
- Garcia, R., y R. López. 1997. Rancho demostrativo "Los Ángeles". Monografía histórica (1930-1995). Saltillo, México: Boletín Técnico Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 38 p.
- Gómez, J. M.; García, D.; Zamora, R., 2003. Impact of vertebrate acorn-and seedling-predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. *Forest Ecology and Management* 180(1-3):125-134.
- González M., R. 2003. Las Comunidades Vegetales de México. Instituto Nacional de Ecología. México. 120 pp.
- Hakkila, J. L., D. Wallace, D. M. Anderson, and M. Cárdenas. 1988. Fecal indicators of cattle protein status on desert grassland range. *Nutrition Reproduction International* 37:137-147.
- Hansen, R.M. and I. K. Gold. 1977. Blacktail prairie dogs, desert cottontail and cattle trophic relations on shortgrass range. *Journal of Range Management* 30:210-214.

- Hobbs, N. T. and D. C. Bowden. 1982. Confidence intervals on food preferences indices. *Journal of Wildlife Management* 46:505-507.
- Holechek, J. L. 1982. Sample preparation technique for microhistological analysis. *Journal of Range Management* 35:267-268.
- Holechek, J. L., M. Vavra, and D. Arthun. 1982. Relationships between performance intake, diet nutritive quality and fecal nutritive quality of cattle on mountain range. *Journal of Range Management* 35:741-744.
- Jenkins, K. J. and R. G. Wright. 1988. Resource partitioning and competition among cervids in the northern Rocky Mountains. *Journal of Applied Ecology* 25:11-24.
- Kothmann, M. M. 1968. The botanical composition and nutrient content of the diet of sheep grazing on poor condition pasture compared to good condition pastures (Dissertation). College Station, TX: Texas A&M University.
- Kronberg, S. L. and J. C. Malecheck. 1997. Relationship between nutrition and foraging behavior of free-ranging sheep and goats. *Journal of Animal Science* 75:1756-1763.
- López, I.; Hodgson, J.; Hedderley, D.; Valentine, I. y Lambert, M. 2003. Selective defoliation by sheep according to slope and plant species in the hill country of New Zealand. *Grass and Forage Science* 58: 339 – 349.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research* 27:209-220.
- Mellado, M., A. Olvera, A. Quero, and G. Mendoza. 2005. Diet of prairie dogs, goats and sheep on a desert rangeland. *Rangeland Ecology and Management* 58:373-379.
- Mellado, M., A. Rodríguez, A. Olvera, J.A. Villareal, and R. López. 2004. Diets of Nubian and Granadina goats grazing on arid rangeland. *Rangeland Ecology and Management*. 57:630-634.
- Mellado, M., A. Rodríguez, J. A. Villareal, and R. López. 2004a. Age and body condition on diets of grazing goats. *Journal of Range Management* 57:517-523.
- Mellado, M., A. Rodríguez, J.A. Villarreal and A. Olvera. 2005a. The effect of pregnancy and lactation on diet composition and dietary preference of goats in a desert rangeland. *Small Ruminant Research* 58:79-85.

- Mellado, M., L. Olivares, W. Pittroff, H. Díaz, R. López, J. A. Villarreal. 2007. Oral morphology and dietary choices of goats on rangeland. *Small Ruminant Research* 71:194-199.
- Mellado, M., R. Estrada, L. Olivares, F. Pastor, and J. Mellado. 2006. Diet selection among goats of different milk production potential on rangeland. *Journal of Arid Environments* 66:127-134.
- Mellado, M., R. H., Foote, A. Rodríguez and P. Zarate. 1991. Botanical composition and nutrient content of diet selected by goat grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Ruminant Research* 6:141-150.
- Mellado, M., R. Valdez, L.M. Lara, and R. López. 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *Journal of Range Management* 56:167-173.
- Osborn, R. G. and J. A. Jenks. 1998. Assessing dietary quality of white-tailed deer using fecal indices: effects of supplemental feeding and area. *Journal of Mammalogy* 79:437-447.
- Osborn, R. G. and T. F. Ginnett. 2001. Fecal nitrogen and 2,6-diaminopimelic acid as indices to dietary nitrogen in white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin* 29:1131-1139.
- Papachristou, T. G. and A. S. Nastis. 1993. Diets of goats grazing oak shrublands of varying cover in northern Greece. *Journal of Range Management* 46:420-426.
- Plumb, G. E. and J. L. Dodd. 1993. Foraging ecology of bison and cattle on a mixed prairie. *Ecological Applications* 3:631-643.
- Ralphs, M. H., M. M. Kothmann, and L. B. Cerril. 1986. Cattle and sheep diets under short- duration grazing. *Journal of Range Management* 39:217-223.
- Ramírez, R. G., A. Loyo, R. Mora, E. M., Sánchez, and A. Chaire. 1991. Forage intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern México. *Journal of Animal Science* 69:879-885.
- Ramírez, R. G., E. Mireles, J. M. Huerta, and J. Aranda. 1995. Forage selection by range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Small Ruminant Research* 17:129-135.
- Sidahmed, A. E., J. G. Morris, and S. R. Radosevich. 1981. Summer diet of Spanish goats grazing chaparral. *Journal of Range Management* 34:33-35.

- Sparks, D. R. and J. C. Malechek. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *Journal of range management* 21:264-265.
- Statistical Analysis System (SAS) 1989. *SAS/Stat user's guide*. Version 6. Cary , NC: SAS Institute Inc. p. 236-237.
- Summers, C. A. and R. L. Linder. 1978. Food habits of the black-tailed prairie dog in western South Dakota. *Journal of Range Management* 31:134-136.
- Uresk, D.W. 1984. Black-tailed prairie dog food habitats and forage relationships in western South Dakota. *Journal of Range Management* 37:325-329.
- Villena, F. and J. A. Pfister. 1990. Sand shinnery oak as forage for Angora and Spanish goats. *Journal of Range Management* 43:116-122.
- Warren, L. E., D. N. Ueckert, and J. M. Shelton. 1984. Comparative diets of Rambouillet, Barbado, and Karakul sheep and Spanish and Angora goats. *Journal of Range Management* 37:172-180.
- Warren, L. E., D. N. Ueckert, J. M. Shelton, and A. D. Chamrad. 1984a. Spanish goats diets on a mixed- brush rangeland in the south Texas plains. *Journal of Range Management* 37:340-342.
- Wilson, A. D., J. H. Leigh, N. L. Hindley, and W. E. Mulham. 1975. Comparison of the diets of goats and sheep on a *Casuarina cristata-heterodendrum* oleifolium woodland community in western New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15:45-53.

**CAPÍTULO II. TRASLAPE DE DIETA ENTRE EL PERRO DE LA PRADERA
(*Cynomys mexicanus*) Y GANADO BOVINO EN UN MATORRAL DESÉRTICO
EN SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

Abundio Olvera Hernández, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2011

2.1. Resumen

Se caracterizó la dieta del perro de la pradera (*Cynomys mexicanus*) y ganado bovino (raza Charoláis) en un pastizal desértico en el sur del Estado de Coahuila, México; cuya ubicación geográfica es, 26° 26' de Latitud Norte y 101° 06' de Longitud Oeste. El estudio duró un año y la composición botánica de la dieta de los animales en estudio, fue analizada usando el programa SAS (1989); las parcelas mayores fueron representadas por las especies animales y las menores por los periodos de estudio. El ganado utilizó más pastos que el perro de la pradera (86 vs. 68 % en las estaciones del año). Una especie de forraje importante en la dieta de bovinos fue *Bouteloua curtipendula*, la cual fue más consumida ($P<0.05$) por bovinos que por el perro de la pradera en verano e invierno. *Bouteloua gracilis* apareció consistentemente en heces del ganado en todas las estaciones. Con la excepción de primavera, esta gramínea fue dos veces más alta en la dieta del ganado que en la del perro de la pradera. Éste consumió 31 % de herbáceas, comparado con 16 % por el ganado durante el año. Debido a la baja disponibilidad de plantas leñosas en el pastizal, los arbustos fueron insignificantes en la composición de la dieta de ambos herbívoros. En general, los perros de la pradera, comparados con el ganado, tuvieron mayor preferencia por las herbáceas. En general, el traslape de dieta entre el perro de la pradera y el ganado fue 68 %, lo cual indica una alta competencia por el forraje entre estos herbívoros en todas las estaciones. Sin embargo, la adecuada rentabilidad a largo plazo del rancho donde estos perros viven y la expansión de las madrigueras de este mamífero en el área de estudio, indican que el pastoreo controlado del

ganado puede ser biológicamente sostenible y compatible con el perro de la pradera y económicamente rentable.

Palabras clave: composición botánica, herbívoros, estrategia de pastoreo, análisis microhistológico, cosecha.

2.2. Abstract

The diets of prairie dog (*Cynomys mexicanus*) and cattle (Charolais cows) in desert grassland of northern Mexico were examined in 1-year study using microhistological analysis of feces. Cattle utilized more ($P < 0.01$) grasses than prairie dogs (86% vs. 68% across seasons). One key forage species in cattle diets was *Bouteloua curtipendula*, which was eaten in greater ($P < 0.05$) amounts by cattle than prairie dogs in summer and winter. *Bouteloua gracilis*, consistently appeared in cattle feces in all seasons. With the exception of spring, this grass was two-fold higher ($P < 0.01$) in cattle than prairie dog diets. Prairie dogs consumed 31% forbs compared to 16% for cattle (data across seasons; $P < 0.05$). Due to the low woody plant availability in the pasture, shrub was a negligible dietary constituent of both herbivores. In general, prairie dogs had a greater preference than cattle for forbs. Overall, dietary overlap between prairie dog and cattle was 68%, which indicates that large forage competition occurs between prairie dog and cattle in all seasons. However, the long-term profitability of the ranch where these prairie dogs live, and the steady expansion of prairie dog colonies in this area indicates that controlled livestock grazing can be biologically sustainable, compatible with prairie dogs and economically cost effective.

Key words: dietary composition, herbivores, microhistological analysis, grazing strategy, crop.

2.3. Introducción

Con el paso del tiempo, el número de animales domesticados se ha incrementado en México, lo que ha conducido a una escasez de recursos forrajeros y después el sobrepastoreo en los pastizales del norte de México. El perro de la pradera

mexicano (*Cynomys mexicanus*) ha desaparecido en grandes extensiones de su área de distribución original (Miller *et al.*, 1994). Programas extensivos de erradicación y el aumento de prácticas agrícolas en el siglo XX, han reducido sus poblaciones y, actualmente, estos herbívoros están enlistados como una especie en peligro de extinción (Mellink y Madrigal, 1993).

En muchas áreas del norte de México, el ganado utiliza terrenos con colonias del perro de la pradera para pastorear y, de esta manera, estas áreas llegan a ser sitios de intensa actividad biológica y fuerte competencia por recursos forrajeros (Jensen *et al.*, 2001). Esta competencia surge porque, en el pastizal desértico, el principal componente de la dieta del perro de la pradera (Hansen y Gold, 1977; Summers y Linder, 1978; Uresk, 1984) y el ganado (Ralphs *et al.*, 1986; De Alba-Becerra *et al.*, 1988; Griffiths *et al.*, 2003) son los pastos.

En pastizales de gramíneas pequeñas (Hansen y Gold, 1977) y mezcla de pastos (O' Meilia *et al.*, 1982) la dieta del perro de la pradera, se traslapa con la dieta de bovinos. No obstante, la mayoría de los estudios de los hábitos de alimentación del perro de la pradera, se han realizado en parques nacionales o en áreas con pastoreo limitado por el ganado y, por lo tanto, estudios de campo para evaluar el traslape entre el perro de la pradera y el ganado bovino, son muy escasos. Además, las pocas pruebas para evaluar el efecto interactivo del ganado bovino y el perro de la pradera, referente a las características de la dieta de estos herbívoros, se han llevado a cabo en latitudes superiores a los 30° N. De esta manera, información adicional sobre el grado de similitud de la dieta del perro de la pradera y ganado bovino, en ecosistemas más calurosos, sería deseable. El objetivo de este estudio fue investigar el grado de similitud, traslape y variación estacional de la dieta del perro de la pradera y el ganado bovino, conviviendo en un mismo pastizal, con relación a la disponibilidad de forraje.

2.4. Materiales y Métodos

2.4.1. Área de estudio

El estudio fue realizado en un rancho con ganado bovino comercial, localizado en Saltillo, Coahuila, México; cuya ubicación geográfica es (101°6'W, 26°N) con elevación de 2100 m. La época de crecimiento del forraje (días libres de helada) en esta área, comprende de marzo a noviembre. El promedio de precipitación anual es de 307 mm, principalmente de junio a octubre (75 % del total de precipitación). La temperatura media anual es de 13.4 °C. Los suelos del área de estudio son principalmente lomeríos altos, con depresiones que varían de 2 a 2.5 m. El sitio de estudio tuvo gran actividad de colonias de perros de la pradera desde, al menos, 50 años. El número de madrigueras por hectárea va de 62 a 100, con una población promedio estimada de 308 perros por hectárea.

Los perros de la pradera y los bovinos pastorean en común en una pradera mixta con pocos arbustos. Los pastos dominantes son *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr., *Bouteloua gracilis* (Willd. Ex kunt) Lag, ex Griffiths, *Buchloe dactyloides* (Nut) Engelm. y *Stipa clandestina* Hack. Otra especie de planta abundante es el *Croton dioicos* cav., *Sphaeralcea angustifolia* (Cav) D. Don. y *Solanum elaeagnifolium* Cav. El tamaño del hato de vacas de raza Charolais fue de 180 (con crías), con partos en primavera (de marzo a abril de 2003) y los becerros fueron destetados en el otoño (octubre). El manejo del pastoreo contempló la utilización de cerca del 50 % de la producción de los pastos perenes por año (15 hectáreas/por unidad animal), con un programa rotacional en 20 potreros en el rancho donde se desarrolló el experimento. El sitio de estudio comprendió 222 ha de pastoreo en un valle.

2.4.2. Procedimiento de muestreo

En 2002 el material de referencia (plantas) y muestras fecales del perro de la pradera y bovinos, fueron colectados durante cuatro periodos: mediados de enero (invierno), mediados de abril (primavera), mediados de julio (verano) y mediados

de noviembre (otoño). El muestreo de vegetación se realizó antes de la colecta de heces, en los cuatro periodos de estudio. La materia seca fue determinada individualmente para cada especie vegetal, cortando al nivel del suelo, 25 parcelas de 1x1 m, aleatoriamente y dispersas en toda el área de pastoreo. Los sitios de colección fueron seleccionados con base a la abundancia de perros de la pradera y huellas de vegetación consumida por los animales en estudio. La biomasa fue estimada considerando únicamente el follaje de estas plantas. Las muestras colectadas se secaron en un horno a 60 °C por 48 h y se pesaron para estimar la producción de materia seca por unidad de área.

En cada periodo de muestreo, se colectaron 10 muestras simples de heces de perro de la pradera, durante cinco días consecutivos, en las proximidades de 10 madrigueras “activas” esparcidas a lo largo de las 222 ha de pastizal, para asegurar la colección de animales diferentes. Diez heces frescas (10 g de materia fecal fresca) de las vacas, también fueron colectadas durante cada periodo de muestreo. Como las vacas se mueven en todo el potrero, las heces fueron colectadas a lo largo de la porción del área de estudio, para minimizar la posibilidad que el mismo animal fuera muestreado repetidamente. Para el análisis microhistológico, las muestras fecales diarias se mezclaron para constituir una muestra compuesta, para un total de diez muestras de cada especie animal por estación.

2.4.3. Métodos de laboratorio

Las muestras fecales fueron secadas a 60 °C durante 48 h y las heces fueron molidas en un molino de Willey, con una malla de 1 mm. Las laminillas fueron preparadas usando solución Hoyer. Dos cucharadas de muestra molida fueron remojadas en agua caliente por 10 minutos, para ablandar el tejido celular, drenar y escurrir la muestra en una coladera estándar con malla 200. Después, los pigmentos fueron removidos con hipoclorito de sodio al 4 % (remojados durante cinco min) para remover el mesófilo y poder identificar la epidermis y la cutícula. Las muestras fueron extendidas sobre portaobjetos. Cinco laminillas fueron

preparadas por muestra compuesta y 40 campos microscópicos por laminilla fueron sistemáticamente observados, usando una magnificación de 100x. Los fragmentos epidérmicos fueron identificados por especie vegetal, con la técnica microhistológica descrita por Sparks y Malechek (1968). Las laminillas de referencia fueron preparadas para todas las especies de plantas presentes en el área de pastoreo, para poder identificar sus fragmentos. Las especies fueron registradas como presentes o ausentes hasta observar un total de 200 campos por muestra. Para calcular la proporción de la composición de la dieta se usó el procedimiento de adición de frecuencia descrito por Holechek y Gross (1982).

2.4.4. Análisis de datos

Los datos de la composición botánica de la dieta entre especies de animales, fueron transformados a arco-seno antes de su análisis, para satisfacer el supuesto de normalidad de varianza (SAS, 1989). Las especies de animales fueron las parcelas principales (grandes) y las épocas de estudio las parcelas secundarias (pequeñas). Hubo interacción de especies animal por estación, la menos significativa fue usada para determinar los efectos de la especie animal dentro de estación. Las especies de plantas más importantes fueron analizadas por separado. Los residuales del análisis de varianza se distribuyeron normalmente. El traslape de dieta fue determinado con el índice de proporción de similaridad (IPS) (Feinsinger *et al.*, 1981):

$$PSI = 1 - 0.5 \sum (|P_i - Q_i|),$$

Donde P_i es la proporción de especies en la dieta del animal P, y Q_i es la proporción de especies i en la dieta del animal Q. La prueba no paramétrica de Mantel (1967), fue usada para comparar el traslape de dietas entre el perro de la pradera y el ganado bovino.

El índice de selectividad de la dieta fue calculado para cada planta presente en las heces, como la proporción porcentual de cada planta en la dieta, contra su disponibilidad porcentual en el pastizal (Plum y Dodd, 1993). Valores de índice aproximados a 1.0 indicaron uso no selectivo de la planta; valores >1.0 o <1.0

indicaron aversión o preferencia, respectivamente, por determinado forraje del agostadero.

2.5. Resultados

Para desarrollar una perspectiva de la estructura de la comunidad de plantas del área de estudio, la producción de materia seca durante las cuatro estaciones, se presenta en la Figura 2.1. Durante el periodo de estudio, las gramíneas fueron las plantas más usadas por ambos herbívoros en esta comunidad, constituyendo éstas el 75 % del total de la producción de materia seca. Por otro lado, las herbáceas representaron menos del 30 % del total de la biomasa. La contribución de especies leñosas en el total del forraje fue muy escasa. En general, la disponibilidad de vegetación varió fuertemente a través del año. La producción más alta de forraje (2539 kg/ha) fue registrada en verano, mientras la más baja (1090 kg/ha) se registró en primavera.

2.5.1. Composición botánica de la dieta

Fragmentos de 33 y 40 especies de plantas, se identificaron en las muestras de heces del perro de la pradera y bovinos, respectivamente y éstos no utilizaron arbustivas en todo el estudio. Las herbáceas contribuyeron más de una tercera parte de la dieta del perro de la pradera en la mayor parte del año (Cuadro 2.1). Este utilizó *C. dioicus* y *Sphaeralcea angustifolia*, en comparación con los bovinos en otoño. El perro de la pradera también consumió más *Solanum elaeagnifolium* y *Sphaeralcea angustifolia* que el ganado bovino en invierno, pero ambos herbívoros utilizaron estas herbáceas en cantidades similares en primavera y verano.

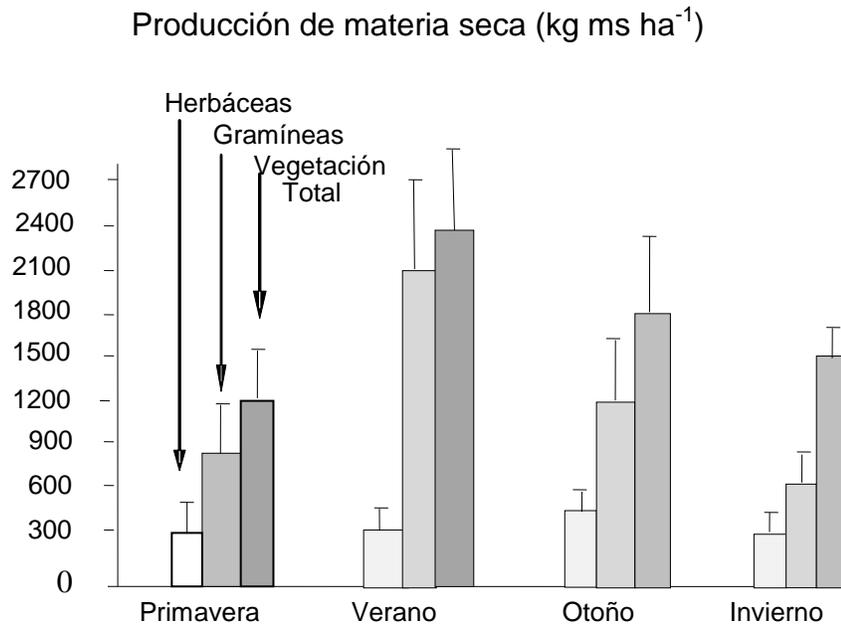


Figura 2.1. Producción de forraje durante cuatro periodos de muestreo, en un pastizal desértico localizado en el sur del Estado de Coahuila, México.

En la dieta de invierno del ganado bovino, las herbáceas fueron escasas y constituyeron un máximo de 15 % en otoño. *Sphaeralcea angustifolia* fue la única herbácea en la dieta del ganado, con cantidades apreciables durante todo el año. El ganado bovino utilizó más gramíneas que el perro de la pradera, durante la mayor parte del año y este tipo de forraje contribuyó más del 84 % en la dieta del ganado en todas las estaciones. En todo el año, los bovinos dependieron fuertemente de *Bouteloua curtipendula*, uno de los pastos dominantes del sitio de estudio. Este forraje fue más utilizado por el ganado que por el perro de la pradera en verano e invierno. Otro pasto de singular importancia para el ganado fue *Bouteloua gracilis*, el cual consistentemente apareció en las heces del ganado en

todas las estaciones del año. Con la excepción de primavera, este pasto fue dos veces más en la dieta del ganado, que en la del perro de la pradera.

Otro pasto generalmente más abundante en la dieta del ganado, en comparación con la dieta del perro de la pradera fue *Buchloe dactyloides*. La contribución de *Setaria leucopila* en la dieta de éste fue más alta ($P < 0.05$) que en la de vacas en primavera y otoño y *Stipa clandestina* fue una gramínea mucho más seleccionada por los perros de la pradera en primavera, en comparación con la vacas. Esta gramínea también fue detectada en cantidades importantes en la dieta del ganado en todo el estudio (Cuadro 2.1).

En general, los perros de la pradera mostraron mayor preferencia por las principales herbáceas en el sitio de estudio, en comparación con el ganado bovino. Los perros de la pradera mostraron preferencia por *Croton dioicus*, comparada con su disponibilidad en el agostadero en primavera (Cuadro 2.2). Los perros de la pradera también mostraron alta selectividad por *Solanum elaeagnifolium* y *Sphaeralcea angustifolia*. En general, los perros de la pradera y el ganado seleccionaron las gramíneas todo el año. El ganado mostró particular preferencia por *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua gracilis*. Durante la época de lluvias (verano y otoño) ambas especies de animales mostraron baja preferencia por *Bouteloua uniflora*. Los perros de la pradera y el ganado consumieron *Aristida arizonica* y *Aristida curvifolia* en igual proporción, con relación a su disponibilidad en el pastizal.

Cuadro 2.1. Promedio estacional de la dieta (%) de los perros de la pradera (PP) y bovinos (B) pastoreando en un pastizal mediano abierto localizado en el sur del Estado de Coahuila, México.

Especies ^a	Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
	PP	B	PP	B	PP	B	PP	B
Total de arbustos	---	T ^b	---	T	---	---	---	2±2
<i>Herbáceas</i>								
<i>Ceratoides lanata</i>	2±2	1±2	3±2	T**	4±2	2±2	4±3	T**
<i>Croton dioicus</i>	4±2	2±2	2±3	T	6±2	3±2**	5±3	3±1
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	5±3	4±2	5±2	4±2	7±2	3±2**	6±3	1±1**
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	3±2	4±2	5±1	5±3	6±3	5±3	9±2	5±3**
Otras hierbas	5	0	15	3	15	2	14	3
Total	19±4	11±3	30±5	12±7**	38±6	15±4**	38±7	12±5**
<i>Gramíneas</i>								
<i>Aristida arizonica</i>	4±3	5±3	5±3	4±2	7±2	6±3	4±2	5±3
<i>Arisida curvifolia</i>	3±2	5±3	4±2	7±3**	2±2	6±3**	5±1	6±3
<i>Buchleo acylodes</i>	T	T	3±3	7±4*	1±2	8±3**	4±2	9±4**
<i>Bouteloua curtipendula</i>	8±5	6±3	4±3	7±3*	7±3	6±3	7±2	11±3**
<i>Bouteloua gracilis</i>	6±2	6±4	5±3	8±3*	3±2	7±2**	5±2	9±4**
<i>Bouteloua uniflora</i>	6±3	3±2**	2±2	5±3*	1±1	4±3**	2±2	4±3*
<i>Erioneuron avenaceum</i>	2±2	3±2	5±2	3±3	3±2	3±2	6±2	3±2**
<i>Muhlenbergia arenicola</i>	4±3	3±2	5±4	6±2	5±2	5±3	3±2	6±3*
<i>Muhlenbergia repens</i>	5±4	2±2*	7±8	2±2	5±3	3±3	4±2	3±3
<i>Setaria leucophylla</i>	7±3	4±3**	7±3	4±3*	3±3	3±3	3±2	3±3
<i>Sporobolus airoides</i>	2±2	2±2	4±2	3±3	3±2	4±3	1±1	2±2
<i>Stipa clandestine</i>	12±5	8±3*	8±2	8±3	9±3	8±2	6±2	9±4*
<i>Stipa leucotricha</i>	3±2	4±3	4±3	3±3	3±2	6±3*	4±3	4±4
Otras gramíneas	19	37	7	20	10	15	8	11
Total de gramíneas	81±4	88±5*	70±5	87±8**	62±9	84±6**	62±10	85±5**

Celdas vacías indican que las plantas no fueron utilizadas por los animales. Valores en la misma línea dentro de estación con 1 (P<0.05) ó 2 (P<0.01) asteriscos son diferentes.

^a solamente se incluyeron las especies principales.

^b indicios (< 1 %).

Los perros de la pradera, en general, consumieron *Buchloe dactyloides* en baja proporción, considerando su disponibilidad estacional, pero el ganado mostró una alta preferencia por esta gramínea en invierno. El ganado no mostró preferencia por *Muhlenbergia arenicola*, *Stipa clandestina* y *Stipa leucotricha* en primavera y verano.

Cuadro 2.2. Índice de selectividad de las especies forrajeras más importantes utilizadas por perros de la pradera (PP) y bovinos (B), durante un año en un pastizal mediano abierto.

Especies	Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
	PP	B	PP	B	PP	B	PP	B
<i>Ceratoides lanata</i>	1.0	0.5	1.1	0.3	1.3	0.7	2.0	0.4
<i>Croton dioicus</i>	2.0*	1.0	0.7	0.3	2.0	1.1	1.2	0.6
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	2.5*	2.0*	2.5*	2.0	2.3*	1.2	2.0	0.8
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	1.5	2.0	2.6*	2.7	3.0*	2.6*	4.0*	0.7
<i>Aristida arizonica</i>	0.5	0.6	0.3*	0.2*	0.7	0.6	1.1	1.3
<i>Aristida curvifolia</i>	0.4	0.6	0.2*	0.4*	0.3*	0.8	0.8	0.9
<i>Buchloe dactyloides</i>	0.3	0.3	0.6	1.4	0.2	1.3	1.1	2.3*
<i>Bouteloua curtipendula</i>	4.0*	3.1*	1.0	1.9*	1.4	1.3	1.2	1.9*
<i>Bouteloua gracilis</i>	3.0*	3.0*	0.8	1.3	0.8	1.9*	1.1	1.8*
<i>Bouteloua uniflora</i>	2.0	1.1	0.3	0.7	0.2	0.6	0.7	1.3
<i>Muhlenbergia arenicola</i>	0.5	0.4	0.5*	0.7	0.3*	0.3*	0.5	1.1
<i>Muhlenbergia repens</i>	0.6	0.3	1.8	0.5	1.3	0.8	0.6	0.4
<i>Setaria leucophylla</i>	2.3*	1.3	1.8	1.1	1.5	1.6	1.4	1.5
<i>Stipa clandestina</i>	0.8	0.4*	0.9	0.9	1.0	0.9	0.6	0.7
<i>Stipa leucotricha</i>	0.3	0.3*	0.4	0.3*	1.5	1.4	1.4	1.5

Valores con asterisco indican que el 95 % del intervalo de confianza de la dieta por estación, no contiene valores de 1.

Durante el estudio, se observó un alto traslape de dietas entre el perro de la pradera y los bovinos en todas las estaciones (Figura 2.2). La media porcentual de traslape fue muy alto en verano y muy bajo en invierno. La prueba de Mantel

(1967) indicó que las dietas de los perros de la pradera y el ganado no fueron diferentes significativamente, en todas las estaciones del año.

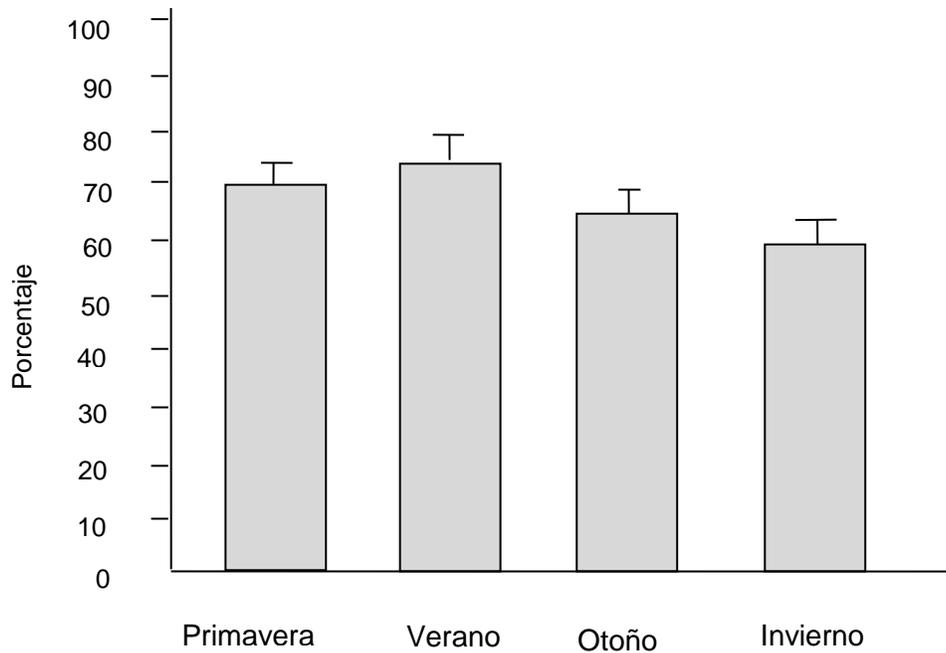


Figura 2.2. Traslape de dieta entre perros de la pradera y bovinos en cuatro épocas de muestreo. Las columnas son las medias más la desviación estándar.

2.6. Discusiones

El porcentaje de pastos y herbáceas en la dieta del perro de la pradera cambió estacionalmente, mientras que las vacas mantuvieron las mismas proporciones durante todo el año. En el presente estudio, el grupo de forraje más importante que consumieron los perros de la pradera y los bovinos fueron las gramíneas. Primeramente, la abundancia de gramíneas (86 % por estación) en la dieta, es consistente con estudios de patrones de pastoreo del ganado, sobre otros ecosistemas de climas áridos (Ralphs *et al.*, 1986; De Alba-Becerra *et al.*, 1988; Launchbaugh *et al.*, 1990; Griffiths *et al.*, 2003). Las gramíneas perennes en la dieta del ganado, fueron también los principales forrajes en la aportación de materia seca en el agostadero, aunque la mayor cantidad de pastos consumidos

por el ganado no siguieron la abundancia relativa de las gramíneas, en las diferentes estaciones.

La desviación menor del promedio anual, ocurre en verano cuando el ganado aumenta la utilización de herbáceas. En general, las especies de *Bouteloua* fueron consumidas en proporciones mucho más altas, que su disponibilidad en el agostadero, mientras que los bovinos mostraron escasa preferencia por *Stipa* en primavera y verano. No obstante, la poca preferencia por *Stipa*, estas gramíneas contribuyeron alrededor del 12 % de la dieta de los bovinos, en todas las estaciones, lo cual indica la importancia de esas gramíneas en la dieta de los bovinos, en esta comunidad de plantas, donde no se presenta escasez de forraje en la mayor parte del año. En relación con lo observado en el presente estudio, Pinchak *et al.* (1990) reportó altos niveles de *Stipa*, en la dieta de bovinos en un pastizal, en Texas, Estados Unidos.

Las herbáceas fueron un componente reducido en la dieta de los bovinos durante todo el estudio (12.5 % por estación), lo cual es consistente con otros estudios de la dieta de bovinos en el Desierto Chihuahuense (De Alba-Becerra *et al.*, 1988; Walker *et al.*, 1989). Sin embargo, se han reportado altos niveles de herbáceas en la dieta de los bovinos (aproximadamente la mitad de la dieta en verano e invierno) en el Desierto Chihuahuense por Alipayou *et al.* (1993). En el presente estudio, los bovinos mostraron preferencia por *Solanum elaeagnifolium* y *Sphaeralcea angustifolia* y rechazo por *Ceratoides lanata* y *Croton dioicus*. La preferencia de herbáceas por el ganado bovino en un ambiente árido, está basada en la disponibilidad de herbáceas en el pastizal, lo que ha sido documentado por otros autores (Vavra *et al.*, 1977; Hakkila *et al.*, 1987; De Alba-Becerra *et al.*, 1988; Alipayou *et al.*, 1993 y Tharmaraj *et al.*, 2003). Los arbustos consumidos por el ganado fueron insignificantes, lo que se atribuye a la escasez de esta clase de forraje en el sitio de pastoreo.

Los perros de la pradera también consumieron grandes cantidades de gramíneas durante todo el año. Estas observaciones son consistentes con las de Hansen y

Gold (1977), Sumer y Linder (1978) y Uresk (1984). En el presente estudio, *Buchloe dactyloides* fue un componente menor de la dieta del perro de la pradera durante el año. Estos resultados confirman las observaciones de Lerwick (1974); Kelso (1939) y Marcé (2001), quienes reportaron que los perros de la pradera no consumen estas gramíneas, aunque esta gramínea era abundante en el hábitat de estos herbívoros. Sin embargo, Summers y Linder (1978), encontraron que *Buchloe dactyloides* fue uno de los forrajes más importantes en la dieta de los perros de la pradera, en un pastizal del sudoeste de Dakota del Sur, Estados Unidos.

Una gramínea de singular importancia para los perros de la pradera fue *Stipa clandestina*, que contribuyó entre el 6 y 12 % de la composición de la dieta de los éstos durante el estudio. Las gramíneas del género *Stipa*, en general, han sido consideradas forrajes de baja calidad, debido a su abundante pared celular y niveles bajos de proteína en ciertos periodos del año (Ganskopp, 1998). De esta manera, el uso significativo de esta gramínea por los perros de la pradera, parece tener un valor nutricional importante para estos animales, probablemente, porque seleccionaron partes específicas de esta gramínea, con alta concentración de nutrientes.

Las hierbas fueron forraje importante para los perros de la pradera. Esto fue también observado en el estudio de Summers y Linder (1978) en Dakota del Sur. Uresk (1984), también en Dakota del Sur, encontró abundantes herbáceas en la dieta del perro de la pradera solamente en verano. Debido a su tamaño pequeño, estos animales tienen menos masa corporal para sostenerse metabólicamente, requiere menos energía para sobrevivir y, consecuentemente, requieren menos alimento por día, comparado al gran tamaño de los bovinos. Sin embargo, los animales pequeños requieren más energía por unidad de peso metabólico, para sostener la masa corporal y, de esta manera, obtener un alto porcentaje de nutrientes por gramo de alimento ingerido (Peters, 1986; Sidle *et al.*, 2002). La variación estacional en la composición de la dieta y el alto consumo de herbáceas

por los perros de la pradera, sugiere una estrategia para mantener alta calidad de su dieta. Esto probablemente fue porque la mayoría de las herbáceas del Desierto Chihuahuense, presentan alto valor nutritivo (Nelson *et al.*, 1970; Jenkins y Wright, 1988; Soltero-Gardea *et al.*, 1994). Por otro lado, el ganado tiene gran capacidad para procesar y sobrevivir con forrajes de mediana y alta calidad, con bajo porcentaje de fermentación, dado que sus necesidades se basan en su peso metabólico ($W^{0.75}$) y su contenido intestinal es isométrico con su peso corporal (Dement y Van Soest, 1985).

No se detectaron diferencias en los valores de traslape entre las dietas de los perros de la pradera y los bovinos. El alto nivel de traslape de los recursos usados entre los perros de la pradera y los bovinos no necesariamente quiere decir que la competencia por el recurso forrajero está ocurriendo. No obstante, la información del forraje consumido por el perro de la pradera, podría estar disponible para el ganado o, posiblemente, no existiría competencia, porque es la densidad relativa del recurso base (en tiempo y espacio), lo que determina la mayor o menor interacción de competencia y no en el uso del recurso (Abrams, 1980). En el presente estudio, las colonias de perros de la pradera tuvieron las mismas alternativas de pastoreo que el ganado, con la utilización por el ganado de cerca del 50 % de pastos perennes, por décadas. Bajo estas circunstancias, la dieta del perro de la pradera y los bovinos están en férrea competencia, sin ser complementaria, pero el actual sistema de pastoreo en el rancho en estudio parece estar adaptado a la preservación de los perros de la pradera, lo cual se ve reflejada en la adecuada productividad del ganado bovino y el mantenimiento de la expansión de las colonias del perro de las praderas en el mismo (Pérez *et al.*, 2004). Considerando la predominancia de las gramíneas en la dieta de los perros de la pradera y la eliminación de grandes cantidades de vegetación por el perro de la pradera, como estrategia de supervivencia, para visualizar a sus depredadores (Detling, 1998), uno de los próximos pasos en la investigación podría ser la evaluación de los efectos de diferentes densidades de animales y presión de

pastoreo sobre la selección de la dieta de las especies simpátricas que dependen del pastizal.

2.7. Conclusiones

Este estudio indica que ambos herbívoros dependen principalmente de las gramíneas, pero el perro de la pradera consistentemente seleccionó mayor proporción de hierbas en comparación con el ganado. Entonces, mientras que el ganado bovino fue muy consistente con el consumo de gramíneas y hierbas durante todo el año, el perro de la pradera adoptó estrategias de pastoreo de alto consumo, ya sea de pastos o herbáceas, de acuerdo a la disponibilidad de estos forrajes. Esto indica que, bajo las condiciones del presente estudio, el ganado bovino puede manejarse para disminuir la competencia por el forraje con el perro de la pradera, para controlar la distribución espacial de estos pequeños mamíferos y asegurar, así, suficiente disponibilidad de forraje durante todo el año, para los perros de la pradera.

2.8. Literatura Citada

- Abrams, P. 1980. Some comments on measuring niche overlap. *Ecology* 61:44-49.
- Alipayou, D., J. L. Holechek, R. Valdez, A. Tembo, L. Saiwana, M. Rusco, and M. Cardenas. 1993. Range condition influences on Chihuahuan desert cattle and jackrabbit diets. *Journal of Range Management* 46:296-301.
- De Alba-Becerra, R., J. Winder, J. L. Holechek, M. Cardenas, 1988. Diets of 3 cattle breeds on Chihuahuan desert rangeland. *Journal of Range Management* 51:270-275.
- Dearing, M. D., W. J. Foley, and S. McLean. 2005. The influence of plant secondary metabolites on the nutritional ecology of herbivorous terrestrial vertebrates. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 36:169–189.
- Dement, M. W. and P. J. Van Soest. 1985. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. *American Naturalist* 125:641-672.

- Detling, J. K., 1998. Mammalian herbivores: ecosystem-level effects in two grassland national parks. *Wildlife Society Bulletin* 26:438-448.
- Feinsinger, P., E. E. Spears, and R. W. Poole. 1981. A simple measure of niche breadth. *Ecology* 62:27-32.
- Ganskopp, D., 1998. Thurber needlegrass: seasonal defoliation effects on forage quantity and quality, *Journal of Range Management* 51:276-281.
- Griffiths, W.; Hodgson, J. y Arnold, G. 2003. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Patch selection. *Grass and Forage Science* 58: 112 – 124.
- Hakkila, M. D., J. L. Holechek, J. D. Wallace, D. M. Anderson, and M. Cardenas. 1987. Diet and forage intake of cattle on desert grass and range. *Journal of Range Management* 40:339-342.
- Hansen, R. M. and I. K. Gold. 1977. Blacktail prairie dogs, desert cottontail and cattle trophic relations on shortgrass range. *Journal of Range Management* 30:210-214.
- Holechek, J. L., and B. D. Gross. 1982. Evaluation of different calculation procedures for microhistological analysis. *Journal of Range Management* 35:721-723.
- Jenkins, K. J., and R. G. Wright. 1988. Resource partitioning and competition among cervids in the northern Rocky Mountains. *Journal of Applied Ecology* 25:11-24.
- Jensen, M.E., J.P. Dibenedetto, J.A. Barber, C. Montagne, y P.S. Bourgeron. 2001. Spatial modeling of rangeland potencial vegetation environments. *J. Range Manage.* 54(5): 528-536
- Kelso, L. H., 1939. Food habits of prairie dogs. United States Department of Agriculture. Circular 529. 15p.
- Launchbaugh, K. L., J. W. Stuth, and J. W. Holloway. 1990. Influence of range site on diet selection and nutrient intake of cattle. *Journal of Range Management* 43:109-115.
- Lerwick, A. C. 1974. The effects of the black-tailed prairie dog on vegetative composition and their diet in relation to cattle. M.S. Thesis, Colorado State University, Fort Collins. 106 p.

- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research* 27:209-220.
- Marcé S., E. 2001. Distribución actual y fragmentación de las colonias de perrito llanero de cola negra (*Cynomys ludovicianus*) en el Noroeste de Chihuahua, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mellink, E., and H. Madrigal. 1993. Ecology of Mexican prairie dog *Cynomys mexicanus* in El Manantial northeastern Mexico. *Journal of Mammology* 74:631-635.
- Miller, B., G. Ceballos, and R. Reading. 1994. The prairie dog and biotic diversity. *Conservation Biology* 8:677-681.
- Nelson, A. B., C. B. Herbel, H. M. Jackson. 1970. Chemical composition of forage species selected by cattle on an arid New Mexico range. *New Mexico Agriculture Experimental Bulletin* 561.125-129 p.
- O' Meilia, M. E., F. L. Knopf, and J. C. Lewis. 1982. Some consequences of competition between prairie dogs and beef cattle. *Journal of Range Management* 35:580-585.
- Pérez, L., I. Hernández, J. L., González, S. X. Gonzales. 2004. Análisis espacio temporal de perrito llanero en el rancho "Los Ángeles": 1975-2003. XVI National Congress on Range Management, Monterrey, México. 71 p.
- Peters, R. H. 1986. *The Ecology Implication of Body Size*. Cambridge University Press. Cambridge England. 54-59 p.
- Pinchak, W. E., S. K. Canon, R. K. Heitschmidt, S.L. Dowher. 1990. Effect of long-term. Year-long grazing at moderate and heavy of rates of stocking on diet selection and forage intake dynamics. *Journal of Range Management* 43:304-309.
- Plum, G. E., and J. L. Dodd, 1993. Foraging ecology of bison and cattle on a mixed prairie. *Ecology Applications* 3:631-643.
- Ralphs, M. R., M. M. Kothmann, and L. R. Merrill. 1986. Cattle and sheep diets under short-duration grazing. *Journal of Range Management* 39:217-113.
- Sidle, J.G., D.H. Johnson, B.R. Euliss, y M. Tooze. 2002. Monitoring black-tailed prairie dog colonies with high-resolution satellite imagery. *Wildlife Society Bulletin*. 30(2): 405-411.

- Soltero-Gardea, S., I. M. Ortega, and F. C. Bryant. 1994. Nutrient content of important deer forage plants in the Texas coastal bend. *Texas Journal of Science* 46:133-142.
- Sparks, D. R., and J. C. Malechek. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *Journal of Range Management* 21:264-265.
- Statistical analysis system (SAS)., 1989. *SAS/Stat User's Guide Version 6*. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA. 236-237 p.
- Summer, C. A., and R. L. Linder. 1978. Food habits of the black-tailed prairie dog in western South Dakota. *Journal of Range Management* 31:134-36.
- Tharmaraj, J.; Wales, W.; Chapman, D. y Egan, A. 2003. Defoliation pattern, foraging behaviour and diet selection by lactating dairy cows in response to sward height and herbage allowance of a ryegrass-dominated pasture. *Grass and Forage Science* 58: 225 –238.
- Uresk, D. W. 1984. Black-tailed prairie dog food habitats and forage relationships in Western South Dakota. *Journal of Range Management* 37:325-329.
- Vavra, M., R. W. Rice, R. M. Hansen, and P. L Sims. 1977. Food habits of cattle on short-grass range in northeastern Colorado. *Journal of Range Management* 30:261-263.
- Walker, J. W., R. K. Heitschmidt, E. A. De-Morales, M. M. Kothmann, and S. I. Dowhower. 1989. Quality and botanical composition of cattle diets under rotational and continuous grazing treatments. *Journal of Range Management* 42:239-242.

CAPÍTULO III. IMPACTO DEL PASTOREO DEL PERRO DE LA PRADERA CON CABRAS O BOVINOS, SOBRE LA VEGETACIÓN E INFILTRABILIDAD DEL AGUA EN EL PASTIZAL, EN EL SUR DEL ESTADO DE COAHUILA, MÉXICO.

Abundio Olvera Hernández, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2011

3.1. Resumen

Se determinó el impacto del pastoreo del perro de la pradera, en convivencia con cabras (con pastoreo continuo) o bovinos (con pastoreo rotacional), en la vegetación y tasas de infiltración, en un pastizal mediano abierto. El sitio que compartían los perros de la pradera y bovinos presentó un menor número de especies de plantas (n= 50), comparado con el sitio utilizado por perros de la pradera y cabras (n= 63). El pastoreo de cabras que coexistían con el perro de la pradera causó reducción de 68 % en la vegetación, con incremento notablemente en la presencia de herbáceas. La producción de éstas se incrementó en 65 % y la de gramíneas se redujo en 400 % en el sitio utilizado por las cabras y los perros de la pradera. Las herbáceas más abundantes en el sitio utilizado por cabras y los perros de la pradera (*Tiquilia canescens*, *Tymophylla setifolia* y *Zinnia acerosa*) no son apetecidas por estos herbívoros. Las arbustivas se incrementaron en el sitio utilizado por cabras y perros de la pradera, en comparación con el sitio compartido por éstos y bovinos. El índice de diversidad de Shannon's mostró que la diversidad de plantas fue mayor en el sitio pastoreado por cabras y perros de la pradera, que en el sitio usado por éstos y bovinos. La tasa de infiltración fue mayor en el sitio ocupado por perros de la pradera y bovinos, que en el sitio pastoreado por cabras y perros de la pradera. Se concluyó de este estudio que el pastoreo sin control de cabras, en una colonia de perros de la pradera, tiene un impacto drástico negativo en términos de la vegetación e infiltración del agua en el suelo.

Palabras clave: herbívoros, manejo del pastizal, gramíneas, herbáceas, tasa de infiltración.

3.2. Abstract

Impact of combined grazing by prairie dogs with goats or cattle on vegetation and hydrology of a Chihuahuan Desert grassland of northern Mexico was assessed. Twice replicated grazing treatments were: (1) yearlong continuous goat grazing at a high intensity in a prairie dog colony, and (2) sequential rotation grazing by cattle along with prairie dogs at a moderate intensity. The pasture grazed by prairie dogs with cattle supported fewer plant species ($n = 50$) than the pasture grazed by goats with prairie dogs ($n = 63$). The synergistic grazing by goats and prairie dogs caused a 68 % reduction in the aboveground biomass, with a directional change favoring herbaceous vegetation at the expense of grasses. The average biomass production of forbs increased 65 % and the average grass standing crop decreased by 400 % under the combined grazing regime of prairie dogs and goats, in comparison to the pasture grazed by prairie dogs and cattle. Most forbs with higher contribution to the total standing crop on the site grazed by prairie dogs and goats were non-edible. The standing crop of shrubs was higher ($p < 0.05$) on the site grazed by prairie dogs and goats than the site grazed by prairie dog and cattle. Plant diversity was higher on the pasture grazed by prairie dogs and goats than the pasture grazed by prairie dogs and cattle. The infiltration rate was higher ($p < 0.05$) in the pasture grazed by prairie dogs and cattle than the pasture grazed by prairie dogs and goats. Uncontrolled continuous grazing by goats at a heavy stocking rate in a prairie dog colony had a drastic impact on plant community structure and hydrology in the vicinity of the goat pens in comparison to the site grazed by prairie dogs and cattle. Thus, confinement of large herds of goats to the same pasture year-round in prairie dog colonies must be avoided.

Key words: Herbivores, grazing management, grasses, forbs, infiltration rate.

3.3. Introducción

Información acerca de los efectos del pastoreo de los perros de la pradera, en los pastizales de Estados Unidos, indican que estos herbívoros tienen un impacto profundo en la vegetación. El forraje en sitios habitados por estos mamíferos, es expuesto a una intensa y frecuente defoliación (Koford, 1958; Williams *et al.*, 2002) y, algunas veces, esta utilización se extiende a las raíces de las plantas (Koford, 1958; Smith, 1967). La respuesta a este disturbio del pastoreo, resulta en disminución de la altura de la pradera (Archer *et al.*, 1987; Day y Detling 1994) y un incremento (Bonham y Lerwick, 1976; Winter *et al.*, 2002) o reducción (Weltzin *et al.*, 1997; Fahnestock *et al.*, 2003) del número, cobertura aérea o biomasa de las gramíneas. También, la construcción de las madrigueras de los perritos de la pradera, alteran la infiltración y reciclaje de nutrientes del terreno (Coppock *et al.*, 1983), lo cual altera también en forma positiva (Bonham y Lerwick, 1976; Archer, *et al.*, 1987) o negativa (Weltzin *et al.*, 1997a) la diversidad de especies, con relación a terrenos no utilizados por estos herbívoros.

Los disturbios causados por los perros de la pradera, se pueden magnificar por el pastoreo combinado de estos herbívoros con bovinos o pequeños rumiantes. El impacto del pastoreo combinado de perros de la pradera y grandes ungulados (bovino y bisonte), sobre la estructura de la vegetación ha sido estudiado (O'Meilia *et al.*, 1982; Knowles, 1986; Fahnestock *et al.*, 2003). Sin embargo, no existen estudios que hayan determinado el impacto del pastoreo de los perros de la pradera y las cabras, sobre las características de la vegetación. Esta información es propia del norte de México, debido a la inexistencia de prácticas adecuadas del uso de los recursos forrajeros (Manzano *et al.*, 2000). El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto del pastoreo de las cabras, en combinación con el perro de la pradera, en las características del pastizal mediano abierto en el Rancho los Ángeles, Municipio de Saltillo, en el Estado de Coahuila, México.

3.4. Materiales y Métodos

El estudio se efectuó, en dos sitios adyacentes de pastizal mediano abierto en el Rancho los Ángeles Municipio de Saltillo, Coahuila, México: uno pastoreado por bovinos en combinación con perros de la pradera y el otro, pastoreado por cabras, también en combinación con perros de la pradera. Los sitios tenían una población similar de estos últimos (> 100 madrigueras por ha^{-1}). El sitio utilizado por cabras tuvo aproximadamente 500 ha, mientras que el potrero utilizado por bovinos 222 ha, ambos sitios localizados en valles, a una altura de 2100 m.s.n.m. El pastoreo de cabras se llevó a cabo en los alrededores del corral, mientras que los bovinos eran cambiados regularmente de potrero, manteniéndose una presión de pastoreo de 15 ha por unidad animal.

La producción de biomasa se determinó, cortando las plantas presentes en 26 marcos de $1 m^2$, distribuidos aleatoriamente en los terrenos usados por cabras y perros de la pradera y bovinos y perros de la pradera con dos repeticiones en ambos casos. El material colectado se secó en una estufa de flujo de aire, a temperatura constante de $60^{\circ}C$, durante 48 hr y por diferencia de peso, se calculó la producción de forraje de cada especie. Estas colecciones se realizaron en el invierno, primavera, verano y otoño. La lluvia fue simulada en 6 parcelas de ambos sitios, con un simulador de lluvia portátil. La infiltración fue medida a intervalos de 5 min. Las diferencias en la vegetación entre sitios se analizó con un diseño de parcelas divididas (SAS, 1989). Para cada sitio se determinó la riqueza de especies (número de especies, N) y la diversidad de especies con el Índice de Shannon ($H' = -\sum p_i \log p_i$, donde $p_i = n_i/N$). La infiltración se analizó con un análisis de varianza en un diseño de bloques al azar.

3.5. Resultados y Discusión

En el presente estudio, el pastoreo de cabras y perros de la pradera, redujeron significativamente ($P < 0.05$) la vegetación total y se incrementó la cantidad de herbáceas del terreno, en comparación con el sitio pastoreado por bovinos y

perros de la pradera (Cuadro 3.1). Lo anterior se esperó que ocurriera por el gran impacto que tienen las cabras y perros de la pradera, sobre la estructura del pastizal. En el caso de los últimos, estos herbívoros eliminan grandes cantidades de plantas en sus colonias, como un mecanismo para visualizar a los depredadores y facilitar la comunicación entre los individuos de la colonia (Hoogland, 1995; Detling, 1998; Urban y Keitt, 2001).

Cuadro 3.1. Variación en la producción de forraje de las principales especies vegetales, en los terrenos pastoreados por el perro de la pradera (PP), cabras (C), perro de la pradera (PP) y bovinos (B) en el sur del Estado de Coahuila, México.

Especies	Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
	PP-C	PP-B	PP-C	PP-B	PP-C	PP-B	PP-C	PP-B
<i>Aristida arizonica</i>	168	162	171	157	69	30	30	86
<i>Bouteloua uniflora</i>	6	12*	61	178*	63	133*	10	32*
<i>Buchloe dactyloides</i>	25	68*	21	30	4	30*	5	9
<i>Dasyochloa pulchella</i>	18	5*	26	12*	25	9*	10	3
<i>Erioneuron avenaceum</i>	14	8	14	9	29	10*	86	10*
<i>Lycurus phleoides</i>	1	17*	4	29*	1	88*	1	38*
<i>Muhlenbergia arenicola</i>	3	185*	4	238*	1	300*	1	68*
<i>Scleropogon brevifolius</i>	1	27*	4	45*	1	22*	1	18*
<i>Stipa clandestina</i>	23	8*	33	7*	17	3*	15	3*
<i>Lesquerella fendleri</i>	0	87	4	71*	1	15*	1	30*
<i>Tiquilia canescens</i>	170	66*	310	93*	284	140*	167	83*
<i>Tymophylla setifolia</i>	32	10*	100	36*	315	30*	99	55
<i>Zinnia acerosa</i>	118	9*	360	88*	189	70*	176	66*
Total arbustos (kg/ha)	110	18*	180	55*	230	18	180	38
Total herbáceas (kg/ha)	330	189*	637	354*	803	532*	687	416*
Total pastos (kg/ha)	285	892*	347	2198*	255	1336*	203	1096*
Vegetac. total (kg/ha)	725	1092*	1164	2607*	1288	1886*	1070	1550*
Diversidad especies (H')	1.42	0.58	1.25	0.50	1.64	0.44	1.11	0.63

*Dentro de estaciones ($P < 0.05$).

Esta actividad, aunada al hecho de que los perros de la pradera consumen predominantemente gramíneas (Fagerstone *et al.*, 1981; Wydeven y Dahlgren,

1982; Uresk, 1984), causa que los pastizales sean dominados (Coppock *et al.*, 1983; Whicker y Detling, 1988; Cid *et al.*, 1991; Fahnestock y Detling, 2002), lo cual incrementa el suelo desnudo (Fahnestock *et al.*, 2003). En el caso de cabras en el norte de México, grandes núcleos de estos animales permanecen confinados durante la tarde y noche en corrales, en las comunidades de campesinos, lo cual causa un severo deterioro en la vegetación periférica de estas comunidades (Mellado *et al.*, 2004).

Adicionalmente, tanto perros de la pradera (Fagerstone *et al.*, 1977) como cabras (Mellado *et al.*, 1991; Fajemisin *et al.*, 1996) consumen altos porcentajes de herbáceas en las zonas áridas de México, con lo cual se favorece la expansión de las herbáceas menos apetecibles por los herbívoros del Desierto Chihuahuense. Las herbáceas que más contribuyeron a la vegetación total del sitio pastoreado por cabras y perros de la pradera incluyeron *Tiquilia canescens*, *Tymophylla setifolia* y *Zinnia acerosa*, las cuales raramente son consumidas por las cabras (Mellado *et al.*, 1991; 2003) o perros de la pradera (Mellado *et al.*, 2005). Lo anterior sugiere que la reducción de gramíneas por cabras y perros de la pradera, disminuye la competitividad de forrajes de alta calidad, lo cual permite la expansión de especies evitadas por el ganado, como son las malezas. Además, los nutrientes aportados en heces y orina por las cabras y perritos de la pradera, pudiera favorecer el crecimiento de las herbáceas no deseables para el ganado.

El pasto más abundante en el sitio utilizado por cabras y perros de la pradera fue *Aristida arizonica*. Su abundancia se debe a que las cabras evitan esta gramínea (Mellado *et al.*, 2005), posiblemente por su bajo valor nutritivo según Ramírez *et al.* (2004) y que resulta ser el más bajo entre las gramíneas en este tipo de vegetación. Los únicos pastos, cuya producción de biomasa fue mayor en el sitio utilizado por cabras y perros de la pradera, en comparación con el terreno usado por bovinos y perros de la pradera, fueron *Dasyochloa pulchella*, *Erioneuron avenaceum* y *Stipa clandestina*. Estos pastos son muy utilizados por perros de la

pradera (Sidle *et al.*, 2001; Mellado *et al.*, 2005), lo cual sugiere que estos forrajes tienen una tolerancia adaptativa a la defoliación severa.

Tanto en verano como invierno, la producción de forraje de *Buchloe dactyloides* no difirió entre sitios. Esta respuesta podría atribuirse a la alta tolerancia de este pasto al sobrepastoreo (Thurow *et al.*, 1988; Heitschmid *et al.*, 1989; Fuhlendorf y Smeins, 1997; Hart, 2001; Reeves *et al.*, 2006). Además, este pasto no parece ser un forraje importante en la dieta de perros de la pradera (Lerwick, 1974; Mellado *et al.*, 2005) y cabras (Mellado *et al.*, 2003), a pesar de que, normalmente, es abundante en el hábitat de estos mamíferos (Guenther y Detling, 2003). El pastoreo selectivo de los perros de la pradera en *Bouteloua gracilis* y a favor de *Buchloe dactyloides*, ha sido documentado por Bonham y Lerwick (1976). Tres pastos prácticamente desaparecieron del terreno usado por cabras y perros de la pradera que fueron *Lycurus phleoides*, *Muhlenbergia arenicola* y *Scleropogon brevifolius*. Pudiera especularse que el pastoreo excesivo fue más dañino para estos pastos perennes, porque en el sitio pastoreado por bovinos y perro de la pradera, con una carga animal moderada, particularmente *Muhlenbergia arenicola*, se presentaron en forma abundante.

Debido a que los perros de la pradera comparten muchas especies forrajeras con bovinos según diversos autores (Hansen y Gold, 1997; O'Meilia, *et al.*, 1982), esto conduce a una alta competencia entre estas especies por el forraje disponible; el presente estudio mostró que un uso moderado del pastizal con bovinos, ha sido un medio efectivo para mantener una buena cobertura de pastos perennes en el agostadero (cinco veces más alta que en el sitio pastoreado por cabras y perro de la pradera). Un aspecto a destacar es el hecho de que, prácticamente, no hubo arbustos en el sitio pastoreado por bovinos y perros de la pradera. Lo mismo ha sido observado por Fahnestock y Detling (2002). Esto se puede explicar por el rol que juegan los perros de la pradera, en detener la expansión de plantas arbustivas (Weltzin *et al.*, 1997;1997a).

En el presente estudio se documentó que décadas de sobrepastoreo por cabras y perros de la pradera condujeron a cambios drásticos, en la diversidad de especies de plantas presentes en el agostadero. Estos resultados son consistentes con los datos de otros autores como Coppock *et al.* (1983); Archer *et al.* (1987); Fahnestock *et al.* (2003) y Hunt *et al.* (2006), quienes observaron mayor riqueza de especies vegetales en colonias de perros de la pradera, en comparación con sitios no utilizados por estos mamíferos.

El potrero utilizado por los perros de la pradera y cabras presentó menor infiltración, que el agostadero utilizado por los perros de la pradera y bovinos (Figura 3.1). Lo anterior se atribuye a la mayor cantidad de suelo desnudo y menor cantidad de vegetación en el terreno, pastoreado por cabras y perros de la pradera. La mejor condición hidrológica del terreno utilizado por bovinos y perros de la pradera, concuerda con los datos de Thurow *et al.* (1986) y Warren *et al.* (1986), quienes observaron que una mejor cobertura vegetal se refleja en mejor infiltración, mientras que con bovinos, la tasa de infiltración normalmente disminuye, a medida que la intensidad del pastoreo se incrementa (Pluhar *et al.*, 1987; Hatch y Tainton, 1990; Frost *et al.*, 1986).

Estos resultados indican que la alta presión de pastoreo continuo, por perros de la pradera y cabras, en terrenos próximos al corral de las cabras, causa un cambio marcado en la vegetación y en las características hidrológicas del pastizal, comparado con el sitio de pastoreo del perro de la pradera y bovinos. La reducción alta del total de la vegetación, disminución de la producción de biomasa de los pastos perennes, marcada expansión de herbáceas inapetentes para animales domésticos y fauna silvestre y la baja infiltración en el sitio utilizado por perros de la pradera y cabras, indican una clara degradación del agostadero. La presión de pastoreo causada por cabras y perros de la pradera, fue suficientemente alta para causar deterioro del agostadero, en áreas aledañas al corral de las cabras. Los resultados de este estudio, recomiendan, no mantener hatos grandes de cabras

en áreas utilizadas por el perro de la pradera. Para contribuir con la conservación y preservación de la especie.

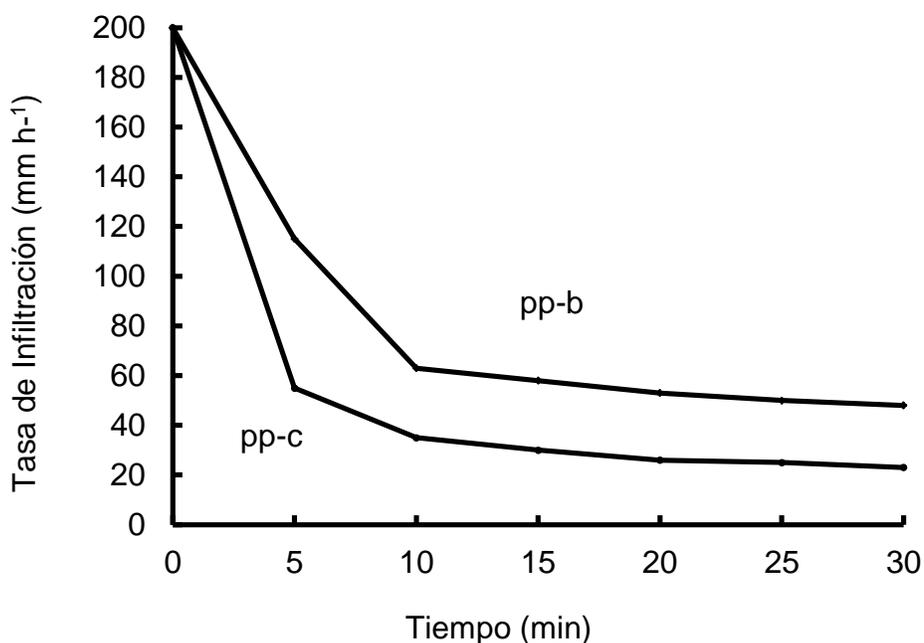


Figura 3.1. Medias de tasas de infiltración durante 30 minutos, simulando lluvia en potreros utilizados por perros de la pradera y cabras (pp-c) o perros de la pradera y bovinos (pp-b). Existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre potreros para cada intervalo de 5 minutos.

3.6. Conclusiones

Los resultados del presente estudio indican que, el impacto del pastoreo de los perros de la pradera en convivencia con cabras o bovinos, en la vegetación y tasas de infiltración, tiene una marcada influencia sobre la cobertura vegetal y la capacidad de retención del agua de lluvia en el suelo.

El sitio utilizado por los perros de la pradera y cabras, modificó drásticamente los recursos forrajeros, motivando la proliferación de forraje herbáceo con poco valor forrajero y abatió el forraje de buena calidad. Por el contrario, el sitio que usaron los perros de la pradera y los bovinos, no se observó tan afectado en su cobertura vegetal y mejoró en la tasa de infiltración del agua de lluvia en el suelo.

El pastoreo de cabras sin control, en una colonia de perros de la pradera, tiene un impacto drástico negativo en términos de la vegetación e infiltración del agua en el suelo.

3.7. Literatura Citada.

Archer, S., M.G. Garret and J.K. Detling. 1987. Rates of vegetation associated with prairie dog (*Cynomys ludovicianus*), grazing in North American mixed-grass prairie. *Vegetation* 72:159-166.

Bonham, C.D. and A. Lerwick. 1976. Vegetation changes induced by prairie dogs on the shortgrass prairie. *Journal of Range Management* 29:221-225.

Cid, M.S., J.K. Detling, A.D. Whicker, and M.A. Brizuela. 1991. Vegetational responses of a mixed-grass prairie site following exclusion of prairie dogs and bison. *Journal of Range Management* 44:100-105.

Coppock, D.L., J.K. Detling, J.E. Ellis, and M.I. Dyer. 1983. Plant-herbivore interactions in a North American mixed-grass prairie. I. Effects of black-tailed prairie dogs on intraseasonal above-ground plant biomass and nutrient dynamics and plant species diversity. *Oecologia* 56:1-9.

Day, T.A. and J.K. Detling. 1994. Water relations of *Agropyron smithii* and *Bouteloua gracilis* and community evapotranspiration following long-term grazing by prairie dogs. *American Midland Naturalist* 132:281-392.

Detling, J.K. 1998. Mammalian herbivores: ecosystem-level effects in two grassland national parks. *Wildlife Society Bulletin* 26:438-448.

Fagerstone, K.A., H.P. Tietjen, and G.K. LaVoie. 1977. Effects of range treatment with 2,4-D on prairie dog diets. *Journal of Range Management* 30:57-60.

Fagerstone, K.A., H.P. Tietjen, and O. Williams. 1981. Seasonal variation in the diet of black-tailed prairie dogs. *Journal of Mammalogy* 62:820-824.

Fahnestock, J.T. and J.K. Detling. 2002. Bison-prairie dog-plant interactions in a North American mixed-grass prairie. *Oecologia* 132:86-95.

Fahnestock, J.T., D.L. Larson, G.E. Plumb, J.K. Detling. 2003. Effects of ungulates and prairie dogs on seed banks and vegetation in a North American mixed-grass prairie. *Plant Ecology* 167:255-268.

- Fajemisin, B., D. Ganskopp, R. Cruz, and M. Vavra. 1996. Potential for woody plant control by Spanish goats in the sagebrush steppe. *Small Ruminant Research* 20:99-107.
- Frost, P., E. Medina, J.C. Menaut, O. Solbrig, M. Swift, and B. Walker. 1986. Responses of savannas to stress and disturbance. *Biol. Intern.*, Special Issue 10-14 pp.
- Fuhlendorf, S.D. and F.E Smeins. 1997. Long-term vegetation dynamics mediated by herbivores, weather and fire in a *Juniperus-Quercus* savanna. *Journal of Vegetation Science* 8:819-828.
- Guenther, D.A. and J.K. Detling. 2003. Observations of cattle use of prairie dog towns. *Journal of Range Management* 56:410-417.
- Hansen, R.M. and I.K. Gold. 1977. Blacktail prairie dogs, desert cottontail and cattle trophic relations on shortgrass range. *Journal of Range Management* 30:210-214.
- Hart, R.H. 2001. Plant biodiversity on shortgrass steppe after 55 years of zero, light, moderate or heavy cattle grazing. *Plant Ecology* 155:111-118.
- Hatch, G.P., M.M. Tainton. 1990. A preliminary investigation of area-selective grazing in the Southern Tall Grassveld of Natal. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa* 7:238-242.
- Heitschmidt, R.K., S.L. Dowhower, W.E. Pinchak, and S.K. Canon. 1989. Effects of stocking rate on quantity and quality of available forage in a southern mixed-grass prairie. *Journal of Range Management* 42:468-473.
- Hoogland, J.L. 1995. *The Black-Tailed Prairie Dog. Social Life of Burrowing Mammal.* Univ. Chicago Press., Chicago, USA.562p.
- Hunt Jr., R., y B.A. Miyake. 2006. Comparison of stocking rates from remote sensing and geospatial data. *Rangeland Ecol. Manage.* 59(1): 11-18
- Knowles, C.J. 1986. Some relationships of black-tailed prairie dogs to livestock grazing. *Great Basin Naturalist* 46:198-203.
- Koford, C.B. 1958. *Prairie dogs, whitefaces and blue grammar.* Wildlife Monography 3:6-78.
- Lerwick, A.C. 1974. The effects of the black-tailed prairie dog on vegetative composition and their diet in relation to cattle. M.S. Thesis. Colorado State University, Fort Collins. Co. 106 p.

- Manzano, M.G., Navar, J., Pando-Moreno, M., Martínez, A. 2000. Overgrazing and desertification in northern Mexico: Highlights on northeastern region. *Annals of Arid Zones* 39:285-304.
- Mellado, M., A. Olvera, A. Quero, and G. Mendoza. 2005. Diet of prairie dogs, goats and sheep on a desert rangeland. *Rangeland Ecology and Management* 58:373-379.
- Mellado, M., A. Rodríguez, A. Olvera, J.A. Villareal, and R. López. 2004. Diets of Nubian and Granadina goats grazing on arid rangeland. *Rangeland Ecology and Management*. 57:630-634.
- Mellado, M., R. Valdez, L.M. Lara, and R. López. 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *Journal of Range Management* 56:167-173.
- Mellado, M., R.H. Foote, A. Rodríguez and A., Zarate. 1991. Botanical composition and nutrient content of diet selected by goat grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Ruminant Research* 6:141-150.
- O'Meilia, M.E., F.L. Knopf, and J.C. Lewis. 1982. Some consequences of competition between prairie dogs and beef cattle. *Journal of Range Management* 35:580-585.
- Pluhar, J.J., R.W. Knight, and R.K. Heitschmidt. 1987. Infiltration rates and sediment production as influenced by grazing systems in the Texas Rolling Plains. *Journal of Range Management* 40:240-243.
- Ramirez, R.G., G.W.F. Haenlein, C.G. Garcia-Castillo, and M.A. Nuñez-Gonzalez. 2004. Protein, lignin and mineral contents and in situ dry matter digestibility of native Mexican grasses consumed by range goats. *Small Ruminant Research* 52:261-269.
- Reeves, M. C., M. Zhao, y S.W. Running. 2006. Applying improved estimates of MODIS productivity to characterize grassland vegetation dynamics. *Rangeland Ecol. Manage.* 59 (1): 1-10.
- Sidele, J.G., D.H. Johnson, y B.R. Euliss. 2001. Estimated areal extent of colonies of black-tailed prairie dogs in the northern great plains. *Journal of Mammology*. 82(4): 928-936.
- Smith, R.E. 1967. Natural history of the prairie dog in Kansas. Univ. Kansas Museum of Natural History. Miscellaneous Publication No. 49. 27-35 p.
- Statistical Analysis System (SAS Institute). 1989. SAS/Stat User's Guide, Version 6. SAS Institute Inc., Cary NC, USA. 236-237 p.

- Thurow, T.L., W.H. Blackburn, and C.A. Taylor Jr. 1986. Hydrologic characteristics of vegetation types as affected by livestock grazing systems. Edwards Plateau, Texas. *Journal of Range Management* 39:505-509.
- Thurow, T.L., W.H. Blackburn, and C.A. Taylor Jr. 1988. Some vegetation responses to selected livestock grazing strategies, Edwards Plateau, Texas. *Journal of Range Management* 41:108-114.
- Urban, D., y T. Keitt. 2001. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. *Ecology*. 82(5): 1205-1218.
- Uresk, D.W. 1984. Black-tailed prairie dog food habitats and forage relationships in Western South Dakota. *Journal of Range Management* 37:325-329.
- Warren, S.D., W.F. Blackburn, and C.A. Taylor Jr, 1986. Effects of season and stage of rotational cycle on hydrologic condition of rangeland under intensive rotation grazing. *Journal of Range Management* 39:486-491.
- Weltzin, J.F., S. Archer, and R.K. Heitschmidt, 1997b. Small-mammal regulation of vegetation structure in a temperate savanna. *Ecology* 78:751-763.
- Weltzin, J.F., S.L. Dowhower, and R.K. Heitschmidt. 1997a. Prairie dog effects on plant community structure in southern mixed-grass prairie. *Southwestern Naturalist* 42:251-258.
- Whicker, A.D. and J.K. Detling. 1988. Modification of vegetation structure and processes by North American mammals. *In plant form and vegetation structure* (Eds. Weger, M.J.A., Van der Aart, P.J.M., During, H.J., Verhoeven, J.T.A) 301-316 pp. SPB Academic publishing. The Hague, The Netherlands.
- Williams, S.E., H. Marsh, y J. Winter. 2002. Spatial scale, species diversity, and habitat structure: small mammals in Australian tropical rain forest. *Ecology*. 83(5):1317-132.
- Winter, S.L., J.F. Cully, and J.F. Pontius. 2002. Vegetation of prairie dog colonies and non-colonized short-grass prairie. *Journal of Range management* 55:502-508.
- Wydeven, P.R. and R.B. Dahlgren. 1982. A comparison of prairie dog stomach contents and feces using a microhistological technique. *Journal of Wildlife Management* 46:1104-1108.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

1. Conclusiones

Los herbívoros tienden a consumir amplia diversidad de forrajes para satisfacer sus requerimientos nutricionales de subsistencia y la cantidad de alimento consumido es controlado por las demandas de mantenimiento y reproducción.

La selectividad del forraje por herbívoros está sujeta a las características de las plantas consumidas y al tipo de animales que pastorean en el medio; es decir, presencia de espinas, metabolitos secundarios, entre otras y capacidad prensil de la boca del animal, respectivamente.

Los resultados del presente estudio indican que, el impacto del pastoreo de los perros de la pradera en convivencia con cabras o bovinos en un mismo hábitat, tiene marcada influencia sobre la cobertura vegetal y la capacidad de retención del agua de lluvia en el suelo.

El sitio utilizado por los perros de la pradera, cabras y ovinos, modifico drásticamente los recursos forrajeros, motivando la proliferación de forraje herbáceo con poco valor forrajero y abatió el forraje de buena calidad.

La dieta de los perros de la pradera y los ovinos depende principalmente de gramíneas, en comparación con cabras, cuyo consumo de estas especies forrajeras, fue relativamente bajo para las diferentes estaciones del año. Las cabras adoptaron estrategias de pastoreo de alto consumo de arbustivas ó herbáceas, de acuerdo a la disponibilidad de estos forrajes.

El sitio utilizado por los perros de la pradera y bovinos, no se observó afectado en su cobertura vegetal y mejoró la tasa de infiltración.

Perro de la pradera y bovinos en el mismo hábitat compiten por alimento y dependen de las gramíneas; sin embargo, el perro de la pradera consistentemente seleccionó mayor proporción de hierbas, en comparación con el ganado.

El perro de la pradera adoptó estrategias de pastoreo de alto consumo, ya sea de pastos o herbáceas, de acuerdo a la disponibilidad de estos forrajes en el agostadero, contrariamente a bovinos con mayor apetencia por gramíneas.

2. Recomendaciones

Los resultados del presente estudio indican que el ganado bovino puede manejarse, para disminuir la competencia por el forraje con el perro de la pradera, controlar la distribución espacial de estos mamíferos y asegurar, así, suficiente disponibilidad de forraje durante el año.

Esto indica que, bajo las circunstancias que prevalecen en el área de estudio del presente trabajo, también el ganado ovino puede manejarse para disminuir la competencia por los recursos forrajeros con el perro de la pradera y preservar a estos pequeños mamíferos, asegurando su distribución territorial, con suficiente disponibilidad de forraje durante el año.

El pastoreo de cabras sin control, en una colonia de perros de la pradera, tiene un impacto drástico negativo en términos de la vegetación e infiltración del agua.

Las cabras y el perro de la pradera pastoreando el mismo hábitat difieren en forma considerable en términos de la selección de especies forrajeras, lo que permite utilizar una mayor variedad de forrajes del agostadero. Lo anterior indica que la existencia de distintas especies de herbívoros, permite controlar mejor la abundancia relativa entre las especies de plantas y evita la expansión de especies no deseadas. También, los herbívoros silvestres y domésticos aumentan la eficiencia de la herbivoría y facilitan el manejo de los pastizales, asegurando disponibilidad de forraje.

Para aprovechar los recursos del pastizal, los sistemas mixtos de pastoreo, son idóneos. La combinación de varias especies de herbívoros facilita el aprovechamiento de los recursos forrajeros y el escaso traslape de la dieta entre los distintos herbívoros acentúa esta aseveración.