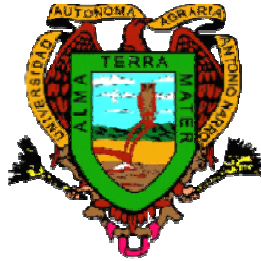


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DEPARTAMENTO DE NUTRICION ANIMAL



**CONTENIDO DE MICROELEMENTOS EN LA DIETA DE CABRAS EN
AGOSTADERO EN FUNCIÓN DE SU ESTADÍO DE GESTACIÓN**

POR:

ANA ELIZABETH MUÑOZ MARTÍNEZ

TESIS:

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICION ANIMAL

CONTENIDO DE MICROELEMENTOS EN LA DIETA DE CABRAS EN
AGOSTADERO EN FUNCION DE SU ESTADÍO DE GESTACIÓN

Por:

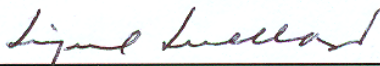
Ana Elizabeth Muñoz Martínez

Tesis

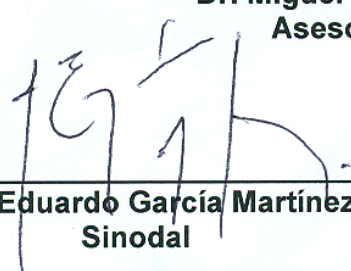
Que se somete a la consideración del H. Jurado examinador como
requisito para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobado por:



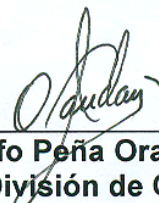
Dr. Miguel Mellado Bosque
Asesor principal



Dr. J. Eduardo García Martínez
Sinodal



Dr. Alvaro F. Rodríguez Rivera
Sinodal



Ing. Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 2009



COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL

AGRADECIMIENTOS

A dios por darme la dicha de vivir, por ayudarme a mantener un espíritu firme en cada propósito de mi vida y por enseñarme que con fe, perseverancia y esfuerzo todo se puede.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindarme la posibilidad de formarme como profesionista en sus instalaciones.

Al Dr. Miguel Mellado Bosque por su invaluable ayuda, tiempo y dirección en el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. José Eduardo García Martínez por su amistad y las correcciones hechas a este trabajo.

Al Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera por el tiempo dedicado en el desarrollo de esta tesis.

A mis maestros por orientarme en un mundo de infinito conocimiento.

Al T.Q.L. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel y Laura Maricela Lara quienes me apoyaron en la realización de los análisis de laboratorio.

A la generación CVI por esta etapa importante en nuestras vidas.

DEDICATORIAS

A mis padres Yolanda Martínez Eguía y Vicente Muñoz Eguía, por el don de la vida que me dieron, por el amor, el valor mostrado para salir adelante, los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre. Sé que no puedo pagarles con nada, pero les dedico este trabajo que representa la culminación de una de las metas que ustedes siempre quisieron que alcanzara. Su apoyo y comprensión son reflejo de mi ser. Con respeto y amor para ustedes.

A mis hermanos(a) José Gilberto, Vicente y Patricia Sarahí, como una muestra de mi cariño y agradecimiento, por todo el amor y apoyo brindado, por la orientación que siempre me han otorgado, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo. La fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo. Con respeto y admiración para ustedes.

A mis abuelitas Francisca Eguía Arzola y María de la luz Eguía Álvarez, porque gracias a su apoyo y consejos he llegado a realizar una de mis metas, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

A mis tíos(as), porque han creído en mi, por su cariño y comprensión en esta etapa de mi vida. Con cariño para ustedes.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	vi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Hipótesis	2
REVISION DE LITERATURA	3
MATERIALES Y MÉTODOS	10
Localización del área de estudio	10
Periodo de muestreo y condiciones climáticas	10
Descripción del área de muestreo	11
Cabras y su manejo	11
Colección de alimento seleccionado por las cabras	12
Análisis químico de las muestras	12
Análisis estadístico de los datos	13
RESULTADOS Y DISCUSION	14
Cobre	15
Zinc	17
Manganeso	19
Hierro	20
CONCLUSION	22
RESUMEN	23
LITERATURA CITADA	24

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1 Niveles de algunos microelementos en la dieta de cabras gestantes, no gestantes y cabras que presentaron aborto en la gestación temprana, durante los meses de invierno en condiciones de pastoreo.....	14
Figura 1 Contenido de cobre de los forrajes seleccionados por las cabras en los meses de invierno y primavera en un matorral parvifolio inerme en el norte de México.....	16
Figura 2 Contenido de zinc de los forrajes seleccionados por las cabras en los meses de invierno y primavera en un matorral parvifolio inerme en el norte de México ...	18
Figura 3 Contenido de manganeso de los forrajes seleccionados por las cabras en los meses de invierno y primavera en un matorral parvifolio inerme en el norte de México.....	19
Figura 4 Contenido de fierro de los forrajes seleccionados por las cabras en los meses de invierno y primavera en un matorral parvifolio inerme en el norte de México.....	21

INTRODUCCIÓN

Las cabras en pastoreo son altamente selectivas en la composición de su alimento, tienen la habilidad de cambiar dicha composición drásticamente según la estación del año, disponibilidad de forrajes y su estado fisiológico (Arbiza, 1987; Forbes, 1993).

El estado fisiológico de los animales es uno de los factores que puede modificar las necesidades nutricionales, produciéndose un incremento de éstos en la última fase de la preñez y en la lactancia (Mellado *et al.*, 2005).

El aumento de la ingesta y la selección de forrajeras de alta calidad nutritiva son estrategias de los rumiantes para satisfacer esas mayores necesidades (Chilliard, 1999, Forbes, 1993).

Penning *et al.* (1991,1995) observaron que el tiempo de pastoreo de ovejas lactantes era mayor que el de no lactantes, y que las últimas ingerían menos cantidad de alimento que los animales en lactancia.

Mellado *et al.* (2005) encontraron que cabras lactantes en pastoreo son capaces de seleccionar especies vegetales distintas a las de cabras no lactantes, que satisfacen sus requerimientos nutricionales. Sin embargo, estos mismos autores (Mellado *et al.*, 2006) no encontraron diferencia en la dieta de cabras con una alta producción de leche, en comparación con cabras de baja producción de leche, bajo condiciones de pastoreo.

En el norte de México, el ganado caprino manejado extensivamente representa más del 90% de las explotaciones de este ganado. Las condiciones de estos ecosistemas áridos hacen que los animales tengan que recorrer largas

distancias para seleccionar el alimento que cubre sus necesidades nutrimentales diarias, sobre todo en el invierno y primavera. Típicamente esta es la época de fecundación y de gestación, y por consiguiente de mayores requerimientos nutricionales. En trabajos anteriores en el norte de México se ha documentado ampliamente la composición botánica de la dieta en zonas desérticas, aunque no se ha estudiado en detalle el impacto de la gestación sobre la calidad de la dieta de los caprinos. Los elementos traza son importantes para el crecimiento, reproducción y la respuesta inmune de los animales de la granja (McDowell, 1992), aunque poco se conoce su impacto en la reproducción de las cabras en agostadero.

Palabras clave: Gestación, microelementos, cabras nulíparas, demandas metabólicas, matorral parvifolio inerme.

Objetivo

Determinar si el estado de gestación de las cabras mantenidas en agostadero modifica la ingestión de forrajes con distinto contenido de microelementos.

Hipótesis

Las cabras gestantes en agostadero seleccionan una dieta más rica en microelementos que las cabras no preñadas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Mediante la técnica microhistológica, Mellado *et al.* (2003) estudiaron la composición botánica de la dieta de cabras mestizas lecheras mantenidas en agostaderos con alta (1.5 has por cabra) y baja (15 has por cabra) presión de pastoreo, en un matorral parvifolio inerme en el norte de México. El porcentaje de arbustos fue mayor (86.4 vs. 72.4 al final del periodo de sequía, 78.6 vs. 42.1 al final del periodo lluvioso) en la dieta de las cabras en el terreno con sobrepastoreo, comparado con el terreno de baja densidad de cabras. El contenido de herbáceas fue menor en la dieta de las cabras en el terreno con sobrepastoreo en comparación con el sitio con baja densidad de cabras al final del período de sequía. Estos autores concluyeron que una alta presión de pastoreo incrementó la utilización por las cabras de plantas resinosas, tóxicas y fibrosas. Este cambio se reflejó en un estatus nutricional más bajo (reflejado en metabolitos indicativos del estatus nutricional), lo cual condujo a pérdidas de peso y condición corporal de las cabras en el otoño, lo cual, a su vez, provocó una menor fertilidad de las cabras.

El objetivo de un estudio de Juárez *et al.* (2004) fue aplicar la técnica *in situ* para estimar los parámetros de fermentación ruminal, de la proteína consumida por caprinos en un matorral mediano subespinoso de la región semiárida del estado de Durango. Tres cabras fistuladas de esófago y rumen pertenecientes a un hato de 250 animales, se emplearon para obtener muestras de su dieta durante la época seca y para incubar muestras del forraje consumido por este ganado. Durante el mismo período, tres machos intactos se utilizaron para registrar la producción de heces y a partir de ella estimar el consumo de MS ($CMS = \text{Producción de MS en las heces} / \text{fracción indigestible de la dieta}$). Los bolos esofágicos se analizaron para determinar su contenido en proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), digestibilidad de la materia

orgánica in vitro con pepsina + celulasa (dMO), materia orgánica digestible (MOD) y energía metabolizable (EM). Los bolos esofágicos colectados el mes previo se incubaron en el rumen de dos de las cabras durante 0, 3, 7, 12, 24, 48, 72 y 96 h y el curso de la degradación de la proteína del forraje consumido se estableció mediante la ecuación: $p = a + b(1 - e^{-ct})$. Mediante este procedimiento se determinaron la fracción instantánea y completamente degradable (a), la fracción insoluble pero lentamente degradable (b), la fracción potencialmente degradable (a + b), la tasa considerada como constante de degradación (c) y la degradabilidad efectiva de la proteína (DE). El contenido de la dieta en PC (g/kg MS), MO (g/kg MS), dMO (%), MOD (g/kg MS), EM (Mcal/kg MS) y el Consumo MO (% PV) fue de 120, 822, 55, 452, 1.7 y 2.5 respectivamente. Los valores promedio de degradabilidad de la proteína fueron: para la proteína instantánea y completamente degradable 29.6%, la fracción b de 34.7%, la tasa constante de degradación fue de 3.7 (%/h), la DP fue de 64% y la degradabilidad efectiva de 48.7%. La fracción instantánea y completamente degradable (a), representó más de 60% de la proteína efectivamente degradada, lo cual podría ser un indicador de que la capacidad de captación de los compuestos químicos que integran esta fracción, por parte de los microorganismos ruminales, podría haber sido superada en los primeros estadios de degradación de la proteína. Sin embargo, globalmente, la magnitud de la fracción c y de la degradabilidad efectiva de la proteína del forraje consumido por el ganado en el agostadero estudiado, proporcionaría relativamente pequeñas cantidades de proteína degradable para sostener la actividad de la población microbiana ruminal en la época de sequía. Los resultados de estos autores sugieren que, en primera instancia, la necesidad de suplementar las cabras en la época de sequía con una fuente de proteína de lenta degradabilidad.

Mellado *et al.* (2005) determinaron la composición botánica de la dieta del perrito de la pradera, cabras y ovejas utilizando la técnica microhistológica, durante un año en un pastizal mediano abierto en el norte de México. Los perritos de la pradera seleccionaron una mayor cantidad de pastos (un 79% de promedio a través del año) que las cabras y ovejas. El total de pastos en la dieta de las cabras fue consistente (20%) en todas las estaciones, mientras que esta clase de forraje alcanzó su máximo nivel en el invierno (72%) y su nivel más bajo en el verano (62%) en la dieta de las ovejas. Las arbustivas predominaron (de 45 a 62% del total del forraje utilizado) en la dieta de las cabras a través del año, mientras que las ovejas y perrito de la pradera prácticamente ignoraron esta clase de forraje. Las 3 especies de animales mostraron una alta preferencia por las herbáceas, constituyendo éstas un tercio de la dieta de los perritos de la pradera (invierno), cabras (verano) y ovejas (primavera). *Acacia greggii* y *Opuntia rastrera* fueron las especies más apetecidas por las cabras, mientras que los perritos de la pradera y ovejas mostraron una preferencia particular por *Buchloe dactyloides* y *Bouteloua gracilis*. Durante el verano y la primavera la concentración de nitrógeno en las heces de las ovejas fue 36 y 17% más alto que en las heces de las cabras. Estos investigadores observaron un marcado traslape en las dietas de los perritos de la pradera y las ovejas durante las cuatro estaciones. Por otro lado, las dietas de los perritos de la pradera y cabras y ovejas y cabras fueron significativamente diferentes en todas las estaciones del año. Estos resultados muestran que existió una aguda competencia entre los perritos de la pradera y las ovejas por los escasos recursos forrajeros de este agostadero, mientras que las cabras mostraron una baja competencia por el alimento con los perritos de la pradera.

En Grecia, Papachristou y Nastis (1993) determinaron la dieta de las cabras en un matorral dominado por encinos, utilizando cabras fistuladas del esófago. Las herbáceas constituyeron el 50, 46 y 40% de la dieta e el verano en zonas con reducido, medio y alto contenido de encinos, respectivamente. En otras épocas del año las arbustivas constituyeron la mayor parte de la dieta de las cabras, fluctuando entre 48-66, 54-77 y 66-88 para los sitios con baja, mediana y alta densidad de arbustivas, respectivamente. Las hojas de los forrajes fueron las partes más utilizadas, aunque tanto las ramas como flores y frutos fueron también utilizadas en forma importante por las cabras.

Mellado *et al.* (1991) llevaron a cabo un estudio sobre la composición botánica y el contenido de nutrientes de las dietas de cabras criollas pastoreando en un matorral parvifolio inerte en el norte de México. Cinco cabras criollas adultas no lactantes y fistuladas del esófago fueron utilizadas para determinación de la composición botánica y contenido de nutrientes de las dietas, así como la preferencia de las cabras por las especies del agostadero. Los arbustos, en particular *Parthenium incanum*, *Agave lechugilla*, *Buddleja scordioides* y *Atriplex canescens* constituyeron más del 80% de la dieta de las cabras en el transcurso del año, excepto en abril (periodo de lluvias) cuando los arbustos constituyeron el 57% de la ingesta. El porcentaje de pastos en la dieta siempre fue inferior al 10%, excepto en octubre, cuando más se acentuó la sequía. *Bouteloua karwinskii* fue el pasto más abundante en la dieta de las cabras. El porcentaje de herbáceas en la dieta sólo fue importante durante el periodo de lluvias (abril), siendo *Sphaeralcea angustifolia* la herbácea predominante. Las cabras mostraron mayor preferencia por *A. canescens*, *B. scordioides* y *S. angustifolia*. El contenido de nutrientes de la dieta de las cabras fue pobre durante la mayor parte del año. Se estimó que las dietas no cubrieron los requerimientos de proteína para la preñez y lactación de las cabras (el porcentaje de proteína en la dieta fluctuó entre 7 y 12%). Las dietas fueron también deficitarias en fósforo y energía, aun para los requerimientos de mantenimiento.

López y García (1995) señalan que el conocimiento de la composición botánica y el valor nutricional de la dieta es información de carácter básico para el buen manejo de los agostaderos. Estos autores determinaron la composición botánica de la dieta de caprinos, utilizando la técnica microhistológica. Las muestras fueron colectadas de dos grupos de caprinos fistulados, de 5 animales cada uno, en 5 períodos diferentes a partir de noviembre de 1978 a julio de 1980. Los muestreos se llevaron a cabo en un área natural y una resembrada con cinco especies diferentes de gramíneas. El porcentaje de la composición botánica de la dieta de los caprinos demuestran que, las plantas más consumidas durante los períodos de otoño-invierno de 1979, y primavera y verano 1980 el consumo de las herbáceas disminuyó hasta cero, incrementándose el de las arbustivas hasta un 97%; esta variación se debe probablemente a que la precipitación fue escasa durante los últimos tres períodos. En cuanto a las gramíneas, éstas fueron insignificantes en la dieta; en la época de otoño-invierno de 1978 se observó su más alto porcentaje que relativamente fue mínimo, comparado con las otras plantas, para decrecer aun más en las siguientes épocas.

Bartolomé (1998) determinó la composición específica de las dietas de pequeños rumiantes que pastoreaban una zona montañosa de España. Durante un año se estudiaron tres rebaños mixtos de ovejas y cabras, conducidos por pastores. Estos rebaños pastoreaban durante el día en encinares de montaña (*Quercus ilex*) y en terrenos de *Calluna-Erica*. Cada noche los animales volvían a su corral. La selección de la dieta se estimó a partir del análisis fecal. De las 111 especies identificadas, 71 resultaron comunes en ovejas y cabras, y 23 aparecieron en proporciones superiores al 1% de la dieta anual. A pesar de que las ovejas y las cabras pastoreaban juntas, sus dietas fueron significativamente diferentes. El factor animal contribuyó de un 18 a 60% del total de la varianza entre los principales componentes de la dieta. La varianza entre estaciones fue también un factor significativo (5% a 56%), mientras que las diferencias entre

rebaños contribuyeron en una pequeña parte, aun significativa (3% a 10%) del total de la varianza de la dieta. La principal deferencia fue el rechazo del encino por parte de las ovejas en comparación con las cabras, las cuales consumieron esta especie durante todo el año. Las ovejas, en cambio, seleccionaron gramíneas a lo largo del año, mientras que las cabras tendieron a rechazarlas. Para el resto de los componentes se observó un traslape sustancial en la composición específica de la dieta de ovejas y cabras, especialmente al considerar globalmente el ciclo anual.

Ellis *et al.* (2005) indican que las cabras evitan comer *Juniperus pinchottii* Sudw cuando otros forrajes más apetecibles están disponibles en el agostadero, pero incrementan el consumo de junípero cuando están expuestas a él por varios días. En un estudio de estos autores se determinó la influencia del padre en el consumo del junípero. La heredabilidad del consumo de "Redberry" junípero fue evaluado por tres años (1997, 1998 y 2000) colocando machos cruzados de Boer-Spanish (provenientes de 4-8 padres y el número de padres difirió entre años), en corrales individuales y alimentándolos con junípero (200 g) diariamente por 2 h durante 5 a 10 días. La alimentación con junípero fue hecha después de destetar los cabritos cada año. El consumo de junípero fue similar entre grupos de padres dentro de años. La heredabilidad del consumo de junípero fue baja (11%) a través de los tres años del estudio. Las cabras incrementaron el consumo diario de junípero mientras estuvieron en los corrales individuales. Estos resultados sugieren que una aceptación del junípero por las cabras puede ser condicionada a través de la exposición a la planta después del destete, y que el consumo de junípero no parece ser una característica de alta heredabilidad.

En zonas de matorrales y bosques de encinos los niveles de proteína en la dieta de las cabras son también suficientes para satisfacer sus necesidades de este nutriente (Juárez *et al.*, 1997a).

Los niveles de fibra en las dietas de las cabras presentan su máximo nivel en las épocas de sequía, cuando las plantas herbáceas desaparecen del agostadero y cuando generalmente el porcentaje de arbustivas en la dieta de las cabras alcanza su máximo nivel. En matorrales xerófilos y bosque de encino el consumo de energía metabolizable por las cabras parece ser insuficiente para el mantenimiento de estos animales en estos tipos de vegetación (Juárez *et al.*, 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en el ejido San Juan de la Vaquería, ubicado en el sur del Municipio de Saltillo (25° 13' 47" de latitud norte y los 101° 02' 17" de longitud oeste), a 25 km de distancia de Saltillo, Coahuila, con dirección a Zacatecas. El sitio se encuentra a una altura de 2010 msnm (INEGI, 1983). El tipo de vegetación existente en el sitio es matorral parvifolio inerme con presencia de algunas gramíneas.

Según Mendoza (1983), el clima de esta región es BWhw''(e'), siendo éste seco, semicálido, y muy extremoso. La temperatura media anual es de 19.2° C. El promedio de la precipitación anual es de 346.6 mm. La precipitación invernal constituye del cinco al 10 % de la precipitación total anual, siendo la época comprendida entre mayo y octubre la más lluviosa, sobresaliendo el mes de agosto por ser el mes con la más alta precipitación. Por lo general la primera helada ocurre en el mes de octubre, prolongándose éstas hasta el mes de marzo.

Período de Muestreo y Condiciones Climáticas

Los muestreos se realizaron durante los meses de febrero a mayo de 2008. Esta etapa se caracterizó por la carencia de lluvias, temperaturas medias de 25°C, lo cual condujo a una situación de sequía grave que se venía manifestando con 3 meses de antelación.

Descripción del Área de Muestreo

El tipo de vegetación que se presenta en esta zona es clasificado como matorral parvifolio inerme con asociación de matorral crasurosulifolio espinoso, siendo las especies dominantes: zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua cutipendula*), *Aristida arizonica* Vasey), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), chaparro prieto (*Acacia constricta*), uña de gato (*Acacia greggii*) (Cetenal, 1980). Algunas herbáceas importante en estos tipos de vegetación son *Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) D. Don. Y *Croton dioicus* Cav. El agostadero se encuentra drásticamente deteriorado por la excesiva presión de pastoreo de caprinos, ovinos, equinos y bovinos.

Cabras y su Manejo

El presente trabajo se realizó en un hato de aproximadamente 150 cabras, de las cuales se utilizaron 16 cabras nulíparas de genotipo indefinido (mezcla de diversas razas lecheras x Criollo), de aproximadamente un año y medio de edad. La razón de utilizar sólo cabras nulíparas fue el utilizar animales uniformes en cuanto a edad, y más importante, porque en esta categoría de animales se presenta la mayor ocurrencia de abortos, y en el planteamiento del estudio se contemplaba un grupo de cabras con pérdida temprana de sus fetos.

Las cabras pastoreaban durante aproximadamente 8 horas diarias, con encierro nocturno. A las cabras no se les suministraba ningún tipo de suplemento mineral ni recibían vacunas o asistencia veterinaria. Las cabras fueron expuestas a los machos cabríos en enero de 2008, por lo que la mayor parte de las cabras incluidas en el estudio (n= 12) se encontraban gestantes (alrededor de 30 días de preñez). Seis de las cabras presentaron aborto espontáneo (etiología nutricional) alrededor de los dos meses de gestación, por lo que éstas formaron el grupo de cabras con ocurrencia de aborto. Los otros

dos grupos fueron las cabras que llevaron la gestación a término (n= 6) y las cabras no gestantes (n= 4). Todas las cabras fueron identificadas con pintura de aerosol, marcándoles un número en los costados, además de colorear los cuernos con pinturas de colores “vivos” fácilmente visibles en el campo.

Colección del Alimento Seleccionado por las Cabras

La colecta de muestras de alimento consumido por los animales fue a través del retiro del forraje colectado por las cabras de la boca de éstas. Para esta operación, antes de salir al pastoreo se colocaba un cordel de plástico de 0.5 cm de diámetro y 2 m de longitud en el cuello de las cabras bajo estudio. Ya en el agostadero, entre seis y ocho personas acompañaban al hato durante su recorrido por el terreno de pastoreo, y a intervalos de aproximadamente 10 minutos, se colectaba el alimento presente en la boca de las cabras. Los muestreos se llevaron a cabo mensualmente (de febrero a mayo), y en cada muestreo se acumulaba, para cada cabra, el forraje colectado durante tres días consecutivos. Al finalizar la colección de forraje de cada día, el material era lavado con agua destilada, con el objeto de eliminar de la muestra la saliva de las cabras, y excluir de esta forma los minerales presentes en la saliva de las cabras.

Análisis Químico de las Muestras

Las muestras colectadas fueron colocadas en una estufa para su secado durante 24 a 36 horas a 56°C y posteriormente a 105°C por 3 horas. Para determinar la ceniza (%C) las muestras fueron incineradas a 550°C durante 3 horas en una mufla (AOAC, 1970). Las muestras fueron sometidas a un análisis para la determinación de cobre, cinc, fierro y manganeso, utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica.

Análisis Estadístico de los Datos

El programa estadístico utilizado fue el S.A.S. (versión 6.12.), realizándose análisis de varianza con el procedimiento PROC MIXED. El diseño fue mediciones repetidas (meses de gestación), y la variable dependiente fue el microelemento particular. Se determinaron las interacciones simples entre meses de muestreo y estado de preñez de las cabras. También se realizaron regresiones simples para describir el contenido de microelementos en la dieta de las cabras en los diferentes meses de gestación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el contenido de algunos microelementos en la dieta de cabras mestizas gestantes, no gestantes y cabras que presentaron aborto en la gestación temprana. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) entre grupos, para los diferentes microelementos estudiados en la dieta de las cabras, sin embargo, si se presentaron diferencias ($P<0.05$; ($P<0.05$); $P<0.001$); para Cu, Zn y Fe (respectivamente) en cuanto al mes de gestación.

Cuadro 1. Niveles de algunos microelementos en la dieta de cabras gestantes, no gestantes y cabras que presentaron aborto en la gestación temprana, durante los meses de invierno, en condiciones de pastoreo.

Grupo	Mes de preñez	Cobre ($\mu\text{g/g}$)	Zinc ($\mu\text{g/g}$)	Manganeso ($\mu\text{g/g}$)	Hierro ($\mu\text{g/g}$)
Preñadas	2	10.6 \pm 3.7	17.0 \pm 7.8	84.4 \pm 19.1	234.9 \pm 56.6
	3	14.1 \pm 3.9	17.9 \pm 11.8	108.5 \pm 39.9	339.8 \pm 154.3
	4	11.0 \pm 3.9	31.9 \pm 10.2	95.7 \pm 23.3	467.9 \pm 123.0
	5	11.9 \pm 5.5	37.4 \pm 15.2	141.6 \pm 95.4	257.5 \pm 114.5
	Media	11.9 \pm 4.2	26.1 \pm 14.0	107.5 \pm 54.8	325.0 \pm 143.9
Abortos	2	9.5 \pm 4.9	20.9 \pm 5.7	107.0 \pm 24.6	317.0 \pm 119.7
	3	14.5 \pm 2.3	26.9 \pm 11.1	96.9 \pm 28.4	426.3 \pm 128.0
	4	13.1 \pm 0.8	27.2 \pm 6.8	75.5 \pm 9.9	433.4 \pm 76.5
	5	9.2 \pm 2.5	31.0 \pm 10.6	111.1 \pm 29.6	243.8 \pm 159.8
	Media	11.5 \pm 3.8	26.4 \pm 9.2	99.6 \pm 26.9	348.0 \pm 144.0
No preñadas	2	13.6 \pm 3.9	21.5 \pm 11.5	82.9 \pm 11.6	304.0 \pm 111.3
	3	12.5 \pm 3.5	23.6 \pm 6.0	89.1 \pm 30.7	370.8 \pm 140.1
	4	12.5 \pm 2.3	28.8 \pm 14.0	113.0 \pm 11.1	407.9 \pm 193.0
	5	7.3 \pm 0.6	30.7 \pm 11.4	110.1 \pm 25.1	191.5 \pm 74.0
	Media	11.5 \pm 3.6	26.1 \pm 10.6	98.8 \pm 23.4	318.5 \pm 148.9
Grupo		NS	NS	NS	NS
Mes		*	*	NS	***
Estatus*mes		NS	NS	***	NS

*($P<0.05$); **($P<0.01$); *** ($P<0.001$); NS= ($P>0.05$)

Cobre

La preñez se asocia con un marcado incremento en las demandas metabólicas tanto de la madre como del feto. En este contexto, las demandas de cobre durante la gestación se incrementan (Yokus y Cakir, 2006), y los adecuados niveles de este microelemento son vitales para la embriogénesis.

Referente al contenido de cobre de los forrajes seleccionados por las cabras, este elemento fue muy similar entre los tres grupos de cabras. Por otro lado, los niveles de este elemento variaron drásticamente ($P < 0.05$) durante los cuatro meses que duró el estudio (Figura 1).

Los altos niveles de cobre del forraje seleccionado por las cabras posiblemente condujeran a que el estado de preñez de los animales no modificara su patrón de ingestión de forraje con niveles más altos de cobre. Cabe señalar que, debido a la extrema sequía del área donde se llevó a cabo el estudio, las cabras se vieron forzadas a consumir forrajes secos de escaso contenido proteico y energético. Aún así, las cabras consumieron forrajes con adecuados niveles de cobre a través del invierno y primavera. Cabe destacar que los niveles más bajos de cobre en los forrajes seleccionados por las cabras se presentaron en las cabras no preñadas, al final de la época de sequía. Estos datos contrastan con los altos niveles de cobre en el forraje consumido por las cabras preñadas, sin importar el mes de muestreo. Los niveles de cobre en los forrajes ingeridos por las cabras que abortaron fueron adecuados durante los meses que estos animales estuvieron gestantes, lo que indica que el cobre no fue un factor desencadenante del aborto.

Estudios con animales de laboratorio así como animales domésticos en condiciones de pastoreo muestran que la deficiencia de cobre resulta en problemas teratogénicos (Hawk *et al.*, 1995) y muerte embrionaria (Menino *et al.*, 1986).

En forma experimental, la deficiencia de cobre en cabras preñadas ha resultado en una alta incidencia de abortos (Anke, 1977).

El aborto en cabras con deficiencia de cobre también ha sido documentado en condiciones de pastoreo (Unanian y Feliciano-Silva, 1984, Moeller, 2001).

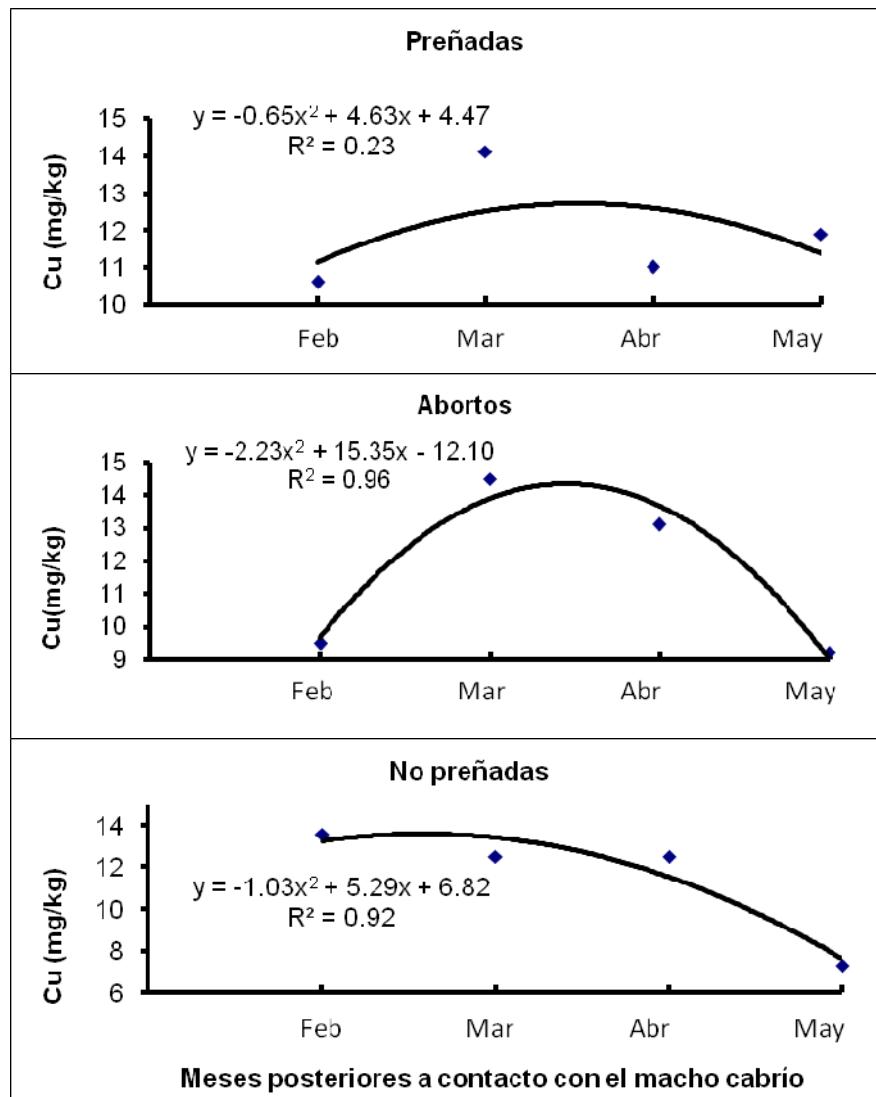


Figura 1. Contenido de cobre de los forrajes seleccionados por las cabras en los meses de invierno y primavera en un matorral parvifolio inermes en el norte de México.

En estudios previos de Mellado *et al.* (2005) en la misma zona se ha documentado una mayor selección de arbustivas y herbáceas de las cabras en invierno, comparado con otras épocas del año. En el presente estudio ocurrió lo mismo, ya que al observar las muestras de forraje colectado, la presencia de pastos era mínima.

El nivel de cobre es más abundante en las herbáceas que en los pastos en el desierto Chihuahuense (Barnes *et al.*, 1990), lo cual explica, en parte, el alto nivel de este microelemento en la dieta de las cabras.

Zinc

Las cabras en el presente estudio prácticamente no hicieron uso de los pastos y dependieron en gran medida de las herbáceas, por lo que el nivel de zinc ingerido por las cabras tuvo su origen fundamentalmente en las herbáceas.

Barnes *et al.* (1990) señala que las herbáceas del desierto Chihuahuense presentan una mayor cantidad de zinc que los pastos.

El contenido de zinc en la dieta de las cabras no difirió entre grupos de animales (Cuadro 1), pero sí entre meses del año. Los niveles de zinc en los forrajes seleccionados por las cabras fue entre deficiente y marginal, de acuerdo a las recomendaciones de McDowell (1992).

En la figura 2 se observa que las cabras seleccionaron forrajes con un mayor contenido de zinc a medida que se acentuaba la sequía, independientemente del estado fisiológico de éstas. No se detectó interacción entre grupos de cabras y meses de muestreo.

La similitud entre niveles de zinc en el forraje seleccionado por los diferentes grupos de cabras se anticipaba, ya que los niveles de este elemento no cambia con el estadio de preñez del ganado (Yokus y Cakir, 2006).

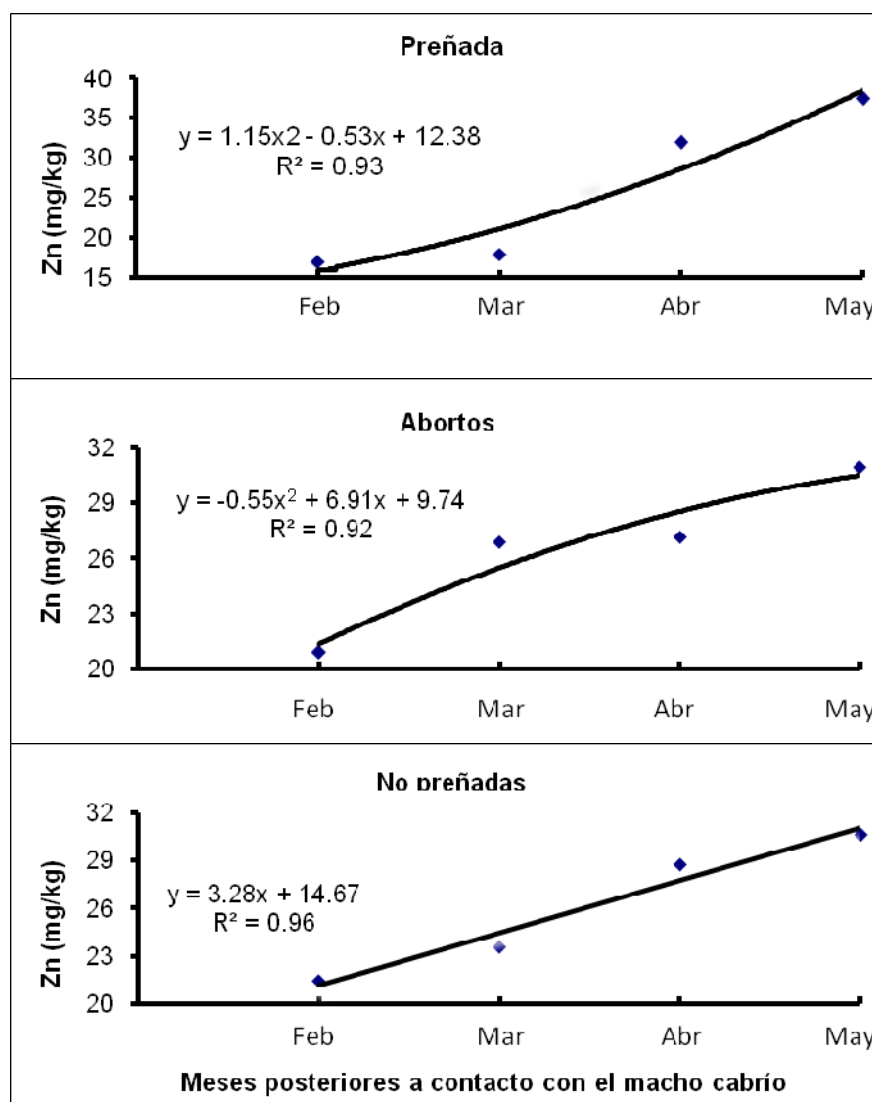


Figura 2. Contenido de zinc de los forrajes seleccionados por las cabras en los meses de invierno y primavera en un matorral parvifolio inermes en el norte de México.

Manganeso

Este elemento es de vital importancia para las cabras debido a que la deficiencia de éste conduce al aborto en estos animales (Anke, 1977). El estado fisiológico de las cabras no influyó sobre los niveles de manganeso en los forrajes seleccionados por las cabras.

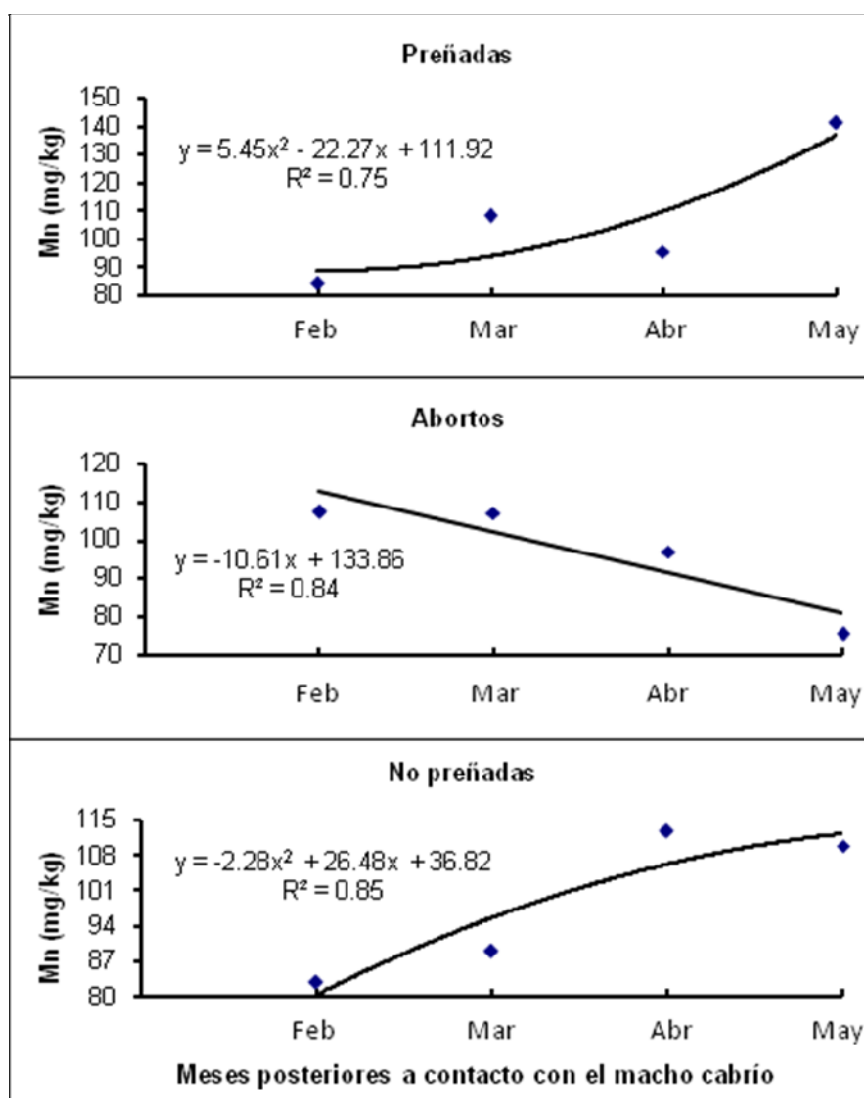


Figura 3. Contenido de manganeso de los forrajes seleccionados por las cabras en los meses de invierno y primavera en un matorral parvifolio inerte en el norte de México.

Sin embargo, los niveles de manganeso en los forrajes de las cabras de este estudio son muy superiores a los 25 mg/kg de M.S. recomendados por McDowell (1992), por lo que queda claro que los niveles ingeridos de manganeso no pusieron en riesgo la gestación de las cabras.

Cabe señalar que sólo en las cabras que presentaron aborto se presentó una declinación estable en el consumo de manganeso durante los primeros meses del año (Figura 3), cosa que no se presentó en las cabras gestantes ni en las no gestantes.

Hierro

Dada la escasa pérdida de este elemento en el cuerpo de los animales, los requerimientos de hierro por los rumiantes es escasa, y existe el consenso de que todos los forrajes presentan suficiente Fe para satisfacer las necesidades nutrimentales de los animales de la granja.

En la figura 4 se presenta el contenido de hierro del forraje seleccionado por las cabras en diferentes estados fisiológicos, en los meses de sequía en el norte de México. Cabe destacar que tanto las cabras gestantes como las no gestantes tendieron a disminuir la ingestión de hierro al final del periodo de estudio (último mes de gestación para las cabras gestantes), mientras que las cabras que abortaron seleccionaron forrajes con mayores niveles de hierro después de que ocurrió el aborto.

Los niveles de hierro en los forrajes ingeridos por las cabras no fueron afectados por el estado fisiológico de las cabras. En general, el contenido de este elemento en los forrajes fue extremadamente elevado.

McDowell (1992) ha sugerido que los niveles adecuados de este elemento en la dieta de los pequeños rumiantes son 25 mg/kg (con base en M.S.). Entonces, los niveles de este elemento en los forrajes de las cabras fue más de 10 veces esta cantidad.

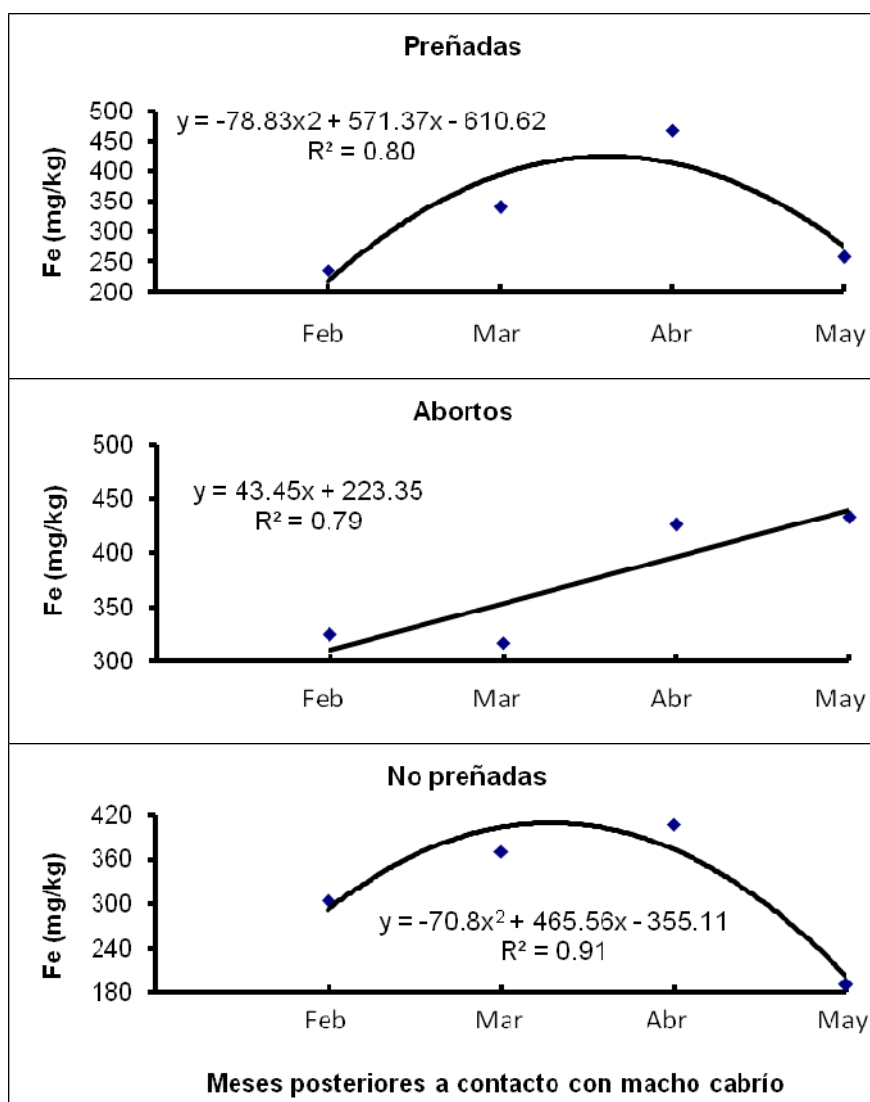


Figura 4. Contenido de hierro de los forrajes seleccionados por las cabras en los meses de invierno y primavera en un matorral parvifolio inerme en el norte de México.

CONCLUSIÓN

Los datos de este estudio muestran que, a pesar del incremento en las demandas metabólicas de las cabras preñadas, éstas no seleccionaron forrajes con mayores niveles de microelementos, en comparación con cabras no gestantes o cabras que abortaron en la etapa temprana de la gestación.

Por otra parte, la disponibilidad de los microelementos en los forrajes utilizados por las cabras fluctuaron durante el periodo de sequía, aunque los niveles de éstos siempre fueron superiores (excepción del zinc) a los requerimientos nutricionales de las cabras, independientemente de su estado fisiológico.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el sur del Municipio de Saltillo, Coahuila, con el objeto de determinar si el estado de gestación de las cabras modifica la ingestión de forrajes con distinto contenido de microelementos. Se utilizó un hato de aproximadamente 150 cabras, de las cuales se utilizaron 16 cabras nulíparas de genotipo indefinido las cuales pastoreaban durante aproximadamente 8 horas diarias. A las cabras no se les suministraba ningún tipo de suplemento mineral ni recibían vacunas o asistencia veterinaria. Las cabras fueron expuestas a los machos cabríos en enero de 2008, por lo que la mayor parte de las cabras incluidas en el estudio ($n= 12$) se encontraban gestantes (alrededor de 30 días de preñez). Seis de las cabras presentaron aborto espontáneo por lo que éstas formaron el grupo de cabras con ocurrencia de aborto. Los otros dos grupos fueron las cabras que llevaron la gestación a término ($n= 6$) y las cabras no gestantes ($n= 4$). La recolección de muestras de alimento consumido por los animales fue a través del retiro del forraje colectado por las cabras de la boca de éstas. Las muestras fueron analizadas para determinar su contenido de microelementos, por el método de espectrofotómetro de absorción atómica. Los resultados de este estudio mostraron que las cabras preñadas no seleccionaron forrajes con mayores niveles de microelementos, en comparación con cabras no gestantes o cabras que abortaron en la etapa temprana de la gestación. Por otra parte, la disponibilidad de los microelementos en los forrajes utilizados por las cabras fluctuaron durante el periodo de sequía, aunque los niveles de éstos siempre fueron superiores (excepción del zinc) a los requerimientos nutricionales de las cabras, independientemente de su estado fisiológico.

LITERATURA CITADA

- Anke, M., A. Henning, M. Grun, M. Partschefeld, B. Groppe, 1977. Der Einfluss des Mangan-, Zink-, Kupfer-, Jod-, Selen-, Molybdan- und Nickelmangels auf die Fortpflanzungsleistung des Wiederkauers. Wissen Zeitsch Karl-Marx-Univ Leipzig, Mathem. Natur. Reihe, 26, 283-292,.
- Arbiza, S. 1986. Producción de caprinos. AGT S.A. Editor. 695pp.
- Barnes, T.G., L.W. Varner, L.H. Blankenship, T.J. Fillinger, S.C. Heineman. 1990. Macro and trace mineral content of selected south Texas deer forages. J. Range Manage. 43:220-223.
- Bartoskewitz, M.L. D.G. Hewitt, J.C. Laurenz, J.S. Pitts, F.C. Bryant. 2007. Effect of dietary copper and zinc concentrations on white-tailed deer antler growth, body size, and immune system function. Small Rumin. Res. 73:87-94.
- Bartolomé, J., J. Franch, J. Plaixats, N.G. Seligman. 1998. Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heath-woodland range. J. Range Manage. 51:383-391.
- Cetenal. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1980. Saltillo. Carta Uso del Suelo y Vegetación. G. 14 C33. Escala 1:50 000 1p.
- Chilliard, 1999. Metabolic adaptations and nutrient partitioning in the lactating animal. pp. 503-551. En: Biology of lactation. Eds. Martinet, J., Houdebine, L., Head, H. INRA, Paris.
- Ellis C.R., R.E. Jones, C.B. Scott, C.A. Taylor Jr., J.W. Walker, D.F. Waldron. 2005. Sire Influence on Juniper Consumption by Goats. Rang. Ecol. & Manage. 58:324-328.
- Forbes, J.M. 1993. Physiology of regulation of food intake. pp. 177-192. En: Nutritional physiology of farm animals. Longman Press, London.
- Hawk, S.N., J.Y. Uriu-Hare, G.P. Daston, C.L. Keen. 1995. Oxidative damage as a potential mechanism contributing to Cu deficiency-induced defects in rat embryos. Teratology 51:171-172.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1983. Nomenclatura del Estado de Coahuila. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F. pp19, 35.

- Juárez, A.S., M.C. Martínez, M. Murillo. 1997a. Composición botánica y química de la dieta de cabras en un matorral xerófilo y bosque de encino. Memorias XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Torreón, Coah. pp. 43-47.
- Juárez, A.S., M. Murillo, M.S. Vásquez. 1997b. Consumo de energía metabolizable y proteína por caprinos en una zona de alto grado de deterioro de la vegetación. Memorias XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Torreón, Coah. pp. 49-53.
- Juárez-Reyes, A.S., G. Nevarez-Carrasco, M.A. Cerrillo-Soto. 2004. Chemical composition, energy content, intake and in situ crude protein degradability of the forage consumed by goats in a thorn scrubland in the semiarid region of North Mexico. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 6, Art. #3. Retrieved April 24, 2009, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/1/juar161.htm>
- Lopez-Trujillo, R., R. Garcia-Elizondo. 1995. Botanical composition and diet quality of goats grazing natural and grass reseeded shrublands. *Small Rumin. Res.* 16:37-47
- Mattioli, G.A., C.E. Ramírez, M.J. Giuliodori, C.M. Tittarelli, H. Yano and T. Matsui. 1996. Characterization of cattle copper deficiency in the Magdalena district. *Livest. Prod. Sci.* 47, 7-10.
- McDowell, L.R. 1992. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. Academic Press Inc., New York. NY.
- MacPherson, A . 2000. Trace-mineral status of forages. En: *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Ed. D. I Givens, E.J. Owens, R.F.E. Axford. Cab Int.
- Mellado, M., R. Estrada, L. Olivares, F. Pastor, J. Mellado. 2006. Diet selection among goats of different milk production potential on a Chihuahuan desert grassland. *Journal of Arid Environments* 66, 127-134.
- Mellado, M., R.H., Foote, A. Rodriguez, P. Zarate. 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goat grazing on desert grassland in Northern México. *Small Rumin. Res.* 6:141-150.
- Mellado, M., R. Valdez, L.M. Lara, R. López. 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *J. Range Manage.* 56, 167-173.
- Mellado, M., A. Olvera, A. Quero, G. Mendoza. 2005. Diet of prairie dogs, goats, and sheep on a desert rangeland. *Rangeland Ecol. Manage.* 58, 373-379.

- Mellado, M., A. Rodríguez, J.A. Villarreal, A. Olvera. 2005. The effect of pregnancy and lactation on diet composition and dietary preference of goats in a desert rangeland. *Small Rumin. Res.* 58, 79–85.
- Mendoza, H.J.M. 1983. Diagnostico climático para la zona de influencia de la UAAAN. Publicación UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Pp. 1-4
- Moeller, J.R.R.B. 2001. Causes of caprine abortion: diagnostic assessment of 211 cases (1991-1998). *J. Vet. Diag. Investigation*, v. 13, p. 265-270, 2001
- Mattioli, G.A., C.E. Ramírez, M.J. Giuliodori, C.M. Tittarelli, H. Yano and T. Matsui. 1996. Characterization of cattle copper deficiency in the Magdalena district. *Livest. Prod. Sci.* 47:7-10.
- Menino, A.R., W.S. Damron, T.E. Henry, J.L. O'Claray. 1986. The influence of dietary copper on reproduction, growth and cardiovascular system in Swiss-Webster female mice. *Lab. Anim. Sci.* 36, 164–167.
- Papachristou, T.G. and A.S. Nastis. 1993. Diets of goats grazing oak shrublands of varying cover in northern Greece. *J. Range Manage.* 46:220-226.
- Penning, P., A. Parsons, R. Orr, T. Treacher. 1991. Intake and behaviour response by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. *Grass and Forage Sci.* 46:15-28.
- Penning, P., Parsons, A., Orr, R, Harvey, A., Champion, R. 1995. Intake and behaviour responses by sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass or white clover. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 45:63-78.
- Villena, F., J.A. Pfister. 1990. Sand shinnery oak as forage for Angora and Spanish goats. *J. Range Manage.* 43, 110-116.
- Unanian, M.D.S., A.E.D.F. Silva. 1989. Studies associating malnutrition with abortion in goats in the northeastern region of Brazil. *Pesquisa Agropec. Bras.* 24, 221-1228.
- Urness, P.J., W. Green, R.K. Watkins. 1971. Nutrient Intake of Deer in Arizona Chaparral and Desert Habitats.
- Yokus, B., U.D. Cakir. 2006. Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. *Biol. Trace Elem. Res.* 109, 255-266.