

CONCENTRACION DE MINERALES EN LA REGION GANADERA
ORIENTE DEL ESTADO DE COAHUILA

JOSE MEJIA HARO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN NUTRICION ANIMAL

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



UNIVERSIDAD BIBLIOTECA
AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

PROGRAMA DE GRADUADOS

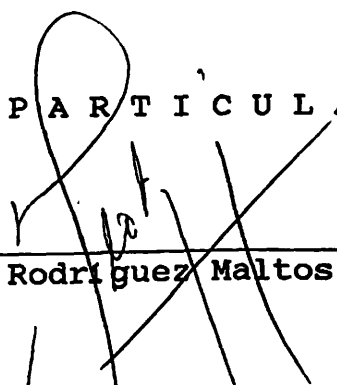
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.
ENERO DE 1992

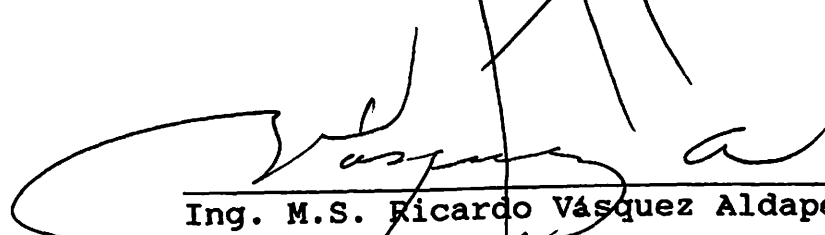
T-14908

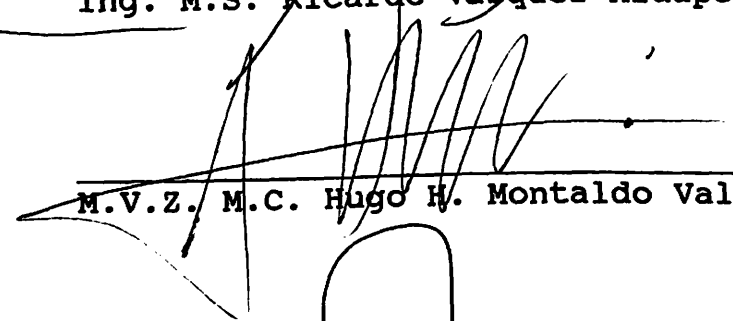
Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN
NUTRICION ANIMAL

COMITE PARTICULAR

Asesor principal: 
Dr. David Rodríguez Maltos

Asesor: 
Ing. M.S. Ricardo Vázquez Aldape

Asesor: 
M.V.Z. M.C. Hugo H. Montaldo Valdenegro


Dr. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Enero 1992

A G R A D E C I M I E N T O S

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y a su personal docente y administrativo, por su colaboración en mi formación académica.

Al Dr. David Rodríguez Maltos por su valioso asesoramiento en investigación y docencia; por su completa disponibilidad para la culminación del estudio y por sus siempre acertados comentarios.

Al Ing. M.S. Ricardo Vásquez Aldape, por su colaboración en la identificación de los forrajes y sugerencias en la redacción del trabajo.

Al M.V.Z. M.C. Hugo H. Montaldo Valdenegro por su valiosa asesoría en el análisis estadístico y sus sugerencias en la redacción del trabajo.

Al Dr. Lee R. McDowell y al Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Florida, U.S.A., por sus aportaciones de literatura.

Al Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas de Saltillo y muy especialmente a la Ing. Silvia Solís por su asesoría en los análisis de muestras.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su ayuda económica (beca) para la realización del postgrado.

A la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato y a su Director (Dr. José Luis Barrera Guerra) por haberme dado todas las facilidades y ayudas de todo tipo para presentar el grado.

A mi esposa por todo el entusiasmo, apoyo, dedicación y amor que tiene hacia todas las cosas que hago.

Al estudiante Gerardo Tapia por haber contribuido en el trabajo de campo.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera participaron en la elaboración del presente trabajo y que involuntariamente he omitido.

F842

17274
SD
11
077
1988

INFLUENCIA DEL PERRITO DE LA PRADERA
(*Cynomys mexicanus* Merriam) EN LA VEGETACION
Y SUELO DEL PASTIZAL MEDIANO ABIERTO,
EN COAHUILA.

0.3



BIBLIOTECA
EGIDIO G. ARCONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

MA. ARGENTINA ORTA DAVILA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

Junio de 1988



CID - UAAAN

Library Systems

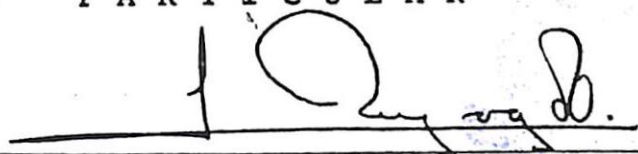
17274

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

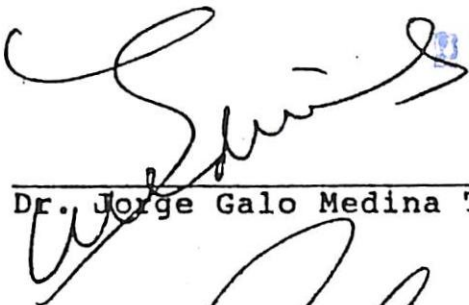
MAESTRO EN CIENCIAS EN
MANEJO DE PASTIZALES

COMITE PARTICULAR

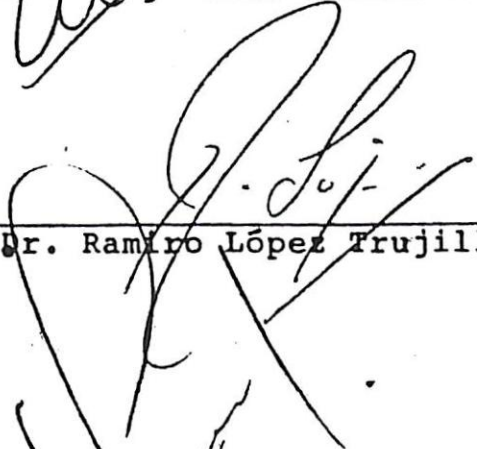
Asesor Principal:


Ing. M.S. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Asesor:

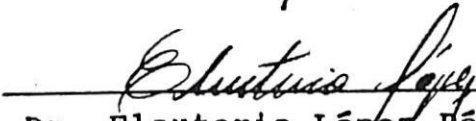

Dr. Jorge Galo Medina Torres

Asesor:


Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor:


Ing. M.C. Luis Alfonso Natividad Beltrán del Río


Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Junio de 1988

COMPENDIO

Influencia del Perrito de la Pradera (Cynomys mexicanus Merriam) en la Vegetación y Suelo del Pastizal Mediano Abierto, en Coahuila

Por

MA. ARGENTINA ORTA DAVILA

MAESTRIA EN
MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO DE 1988

Ing. M.S. Juan Ricardo Reynaga Valdés - Asesor -

Palabras clave: Perrito de la pradera mexicano (Cynomys mexicanus), pastizal abierto, fitomasa, especies clave, Juniperus monosperma, cobertura, resistencia a la penetración, capacidad de infiltración, estabilidad de agregados del suelo.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del perrito de la pradera mexicano en la vegetación y suelo del pastizal mediano abierto.

Se estableció un gradiente de uso de madrigueras representado por tres distancias: A: montículo, B: intermedia,

que abarcó un radio de 1.5 m a partir del final del montículo al exterior, y C: exterior, que abarcó un radio de 1.5 m a partir del límite exterior de la distancia B, además se evaluaron especies clave de gramíneas y una arbustiva utilizando el criterio de la planta más cercana al montículo de madriguera.

Se encontró que la diferencia media de fitomasa del pastizal mediano abierto no varía significativamente ($P < 0.05$) en el gradiente de uso de madriguera ni entre, con y sin exclusión. Las características de la cobertura superficial del suelo fueron significativamente mayores ($P < 0.05$) en el montículo que en las distancias restantes, inversamente se comportaron las gramíneas, el porcentaje de materia orgánica no difirió significativamente ($P < 0.05$) en el gradiente de uso. La resistencia a la penetración fue significativamente menor ($P \leq 0.01$) en el montículo que en las otras distancias, lo opuesto se presentó en la tasa de infiltración la cual fue consistentemente mayor en el montículo, sin embargo, las tendencias no difirieron significativamente; la estabilidad de los agregados del suelo no varió significativamente en el gradiente de uso de madriguera, la fitomasa de especies clave de gramíneas no mostró diferencias dentro y fuera de la exclusión ($P \neq 0.05$) contrariamente la fitomasa de Juniperus monosperma fue significativamente mayor ($P \leq 0.01$) dentro de la exclusión.

ABSTRACT

Influence of Prairie Dog (Cynomys mexicanus merriam)
on Vegetaton and Soil of a Short Grass of Coahuila,
México

Por

MA. ARGENTINA ORTA DAVILA

MASTER OF SCIENCE
RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNE, 1988

Ing. M.S. Juan Ricardo Reynaga Valdés - Adviser -

Key Words: Mexican prairie dog (Cynomys mexicanus),
short grass, phytomass, key species, Juniperus monosperma, cover soil resistance
to penetration, infiltration rate, - -
stability of soil aggregates.

This research was conducted in Coahuila, México for
evaluating the effect of mexican prairie dog on vegetation -
and soil. Three activity use gradients on borrows were - -
studied, as represented by three sections: (A) the mound itself
(B) intermediate, 1.5 m from outer edge of mound, and (C) -
outside, 1.5 m radius from outer edge of intermediate section

and evaluate key species and a shrub, with the criterion of nearest plant to burrow mound.

No significant differences were found in short grass - - phytomass; soil ground cover was significant greater ($P = 0.05$) on mound than the other distance, mean while grass cover was inversely related organic matter didn't show significant - differences between distances. Soil resistance to penetration was lower ($P < 0.01$) on mound than band C, mean while - - infiltration rate were similar for all distances, using B test stability of soil aggregates and key species were not significant different, but mean difference of Juniperus monosperma phytomass show that was greater ($P < 0.01$) on enclosure than without enclosure.

AGRADECIMIENTOS

A mi Asesor Principal: Ing. M.S. Juan Ricardo Reynaga Valdés, por su infinita paciencia, atención y afán de servicio, siempre incondicionales.

Al Comité de Asesoría integrado por: Dr. Jorge Galo Medina Torres, Ing. M.C. Luis A. Natividad Beltrán del Río y al Dr. Ramiro López Trujillo, por su colaboración en la realización de ésta investigación.

A Myrna, por su infinita paciencia y a Irene por su valiosa colaboración en el escrito.

Al Ing. M.S. Julián Gutiérrez C., por su apoyo en el área de suelos.

Al Ing. J. Concepción Loredó O., por su valiosa colaboración en los análisis estadísticos y de igual manera al Ing. César Treviño de la Fuente.

A Rosa Inés Martínez, Jaime Rodríguez y Francisco Valdés, por su colaboración en el material gráfico aquí presentado.

Al Sr. Manuel Ramírez, por su ayuda incondicional y acertada.

A Diana Castro, por su disposición incondicional para el uso del equipo de cómputo.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

DEDICATORIA

A mis padres:

VIRGILIO Y MARIA DEL SOCORRO

Por su apoyo siempre incondicional.

A mis hermanos:

VIRGILIO

MAGDALENA

ALVARO

MA. DEL SOCORRO

JOSE Y FLAVIO

A mis Maestros

A mis Amigos y Compañeros

"La conservación de la naturaleza,
el cuidado conveniente del
ambiente humano y
la preocupación general
por todo el planeta
son absolutamente vitales si
las futuras generaciones
tendrán la oportunidad
de gozar con su existencia
en este mundo.

H.R.H. Duque de Edimburgo.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA:	5
Taxonomía y Descripción del Perrito de la Pradera - Mexicano	5
Características Distintivas	6
Distribución Geográfica	10
Distribución original	10,
Distribución actual	11
Hábitos Alimenticios	11
Relación Perrito de la Pradera-Vegetación . . .	19
Relación Perrito de la Pradera-Suelo	29
Relación Perrito de la Pradera-Ganado	32
Fitomasa	34
Cobertura	39
Resistencia a la Penetración	40
Infiltración	41
Estabilidad de Agregados	42
Experimentos Factoriales	44
Diseño de Parcela Dividida	45
Análisis de Covarianza	46
Comparación de Ecuaciones de Regresión	47

	Pág.
MATERIALES Y METODOS	48
Descripción del Area General de Estudio	48
, Geología	48
Clima	50
Suelos	50
Vegetación	51
Métodos	54
Muestreo Preliminar	54
Muestreos Permanentes en Vegetación	59
Muestreos Permanentes de Suelo	67
Análisis de los Datos	72
RESULTADOS	78
DISCUSION	93
CONCLUSIONES	103
RESUMEN	105
LITERATURA CITADA	107
APENDICE	115

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
2.1	Principales medidas del perrito (cm) de la pradera mexicano (<u>C. mexicanus</u>) reportadas por diversos investigadores.	8
2.2	Productividad comparativa en exclusiones de <u>C. mexicanus</u> en el pastizal mediano abierto en el Rancho Demostrativo Los Angeles (Tomado de Medina y De la Cruz, 1976).	24
2.3	Densidad de herbáceas en una colonia de perrito de la pradera cola negra (<u>C. ludovicianus</u>) en el mes de julio de 1950 y 1955 en Shirttail Canyon, Wind Cave National Park, South Dakota (Tomado de Koford, 1958)	26
4.1	Características de la cobertura superficial - del suelo en tres distancias de madriguera de perrito de la pradera en el Rancho Los Angeles (1985).	85
4.2	Características de la cobertura superficial - del suelo (suelo desnudo) en madrigueras en uso y abandonadas en el Rancho Los Angeles. (1985).	86
4.3	Ecuaciones alométricas obtenidas para la tasa de infiltración, tanto para distancias de madriguera, como para colores de suelo y sus coeficientes de determinación respectivos . .	90
4.4	Valores calculados de T con datos transformados a logaritmos para las comparaciones de los coeficientes de la ecuación de la recta. . .	91

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
2.1	Distribución del perrito de la pradera mexicano (<u>Cynomys mexicanus</u>) (Kelson y Hall, 1959).	12
3.1	Ubicación del Rancho Demostrativo Los Angeles.	49
3.2	Ubicación del área o parcela de estudio Potrero 17 "Las Papás" del Rancho Demostrativo Los Angeles (Adaptado de Serrato <u>et al.</u> 1983). . .	52
3.3	Representación diagramática del gradiente de uso de madriguera del perrito de la pradera .	56
3.4	Representación de la parcela experimental, compuesta por 10 cuadros de 25 cm ²	63
4.1	Diferencia media de fitomasa ajustada por la covariable fitomasa inicial de <u>Bouteloua gracilis</u> (kg/ha) con y sin exclusión en el Rancho Los Angeles, 1985.	79
4.2	Diferencia media de fitomasa ajustada por la covariable fitomasa inicial de <u>Buchloe dactyloides</u> (kg/ha con y sin exclusión en el Rancho Los Angeles, 1985.	81
4.3	Diferencia media de fitomasa (kg/planta) ajustada por covarianza con la fitomasa inicial de <u>Juniperus monosperma</u> , con y sin exclusión. . .	82
4.4	Cobertura de gramíneas (%) en tres distancias de madrigueras en uso y abandonadas	83
4.5	Resistencia a la penetración del suelo (lb) en tres colores de suelo de madriguera de perrito de la pradera, en el Rancho Los Angeles, 1985.	87
4.6	Resistencia a la penetración del suelo (lb) en tres distancias de madriguera de perrito de la pradera en el Rancho Los Angeles, 1985	88

Figura		Pág.
1A	Regresión lineal de la fitomasa observada y estimada de <u>Juniperus monosperma</u> ;	133
2A	Fitomasa de <u>Juniperus monosperma</u> (cinco plantas) sin exclusión (1985-1986).	134
3A	Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo rojizo. (1985).	135
4A	Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo oscuro (1985).	136
5A	Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo claro (1985).	137
6A	Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo rojizo. (1986).	138
7A	Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo oscuro (1986).	139
8A	Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo claro (1986).	140

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Las acciones de los pequeños mamíferos herbívoros en sus habitats se podrían dividir en tres categorías: a) interacciones vegetativas, b) interacciones con el suelo, y c) interacciones con los animales.

El perrito de la pradera es uno de los pequeños mamíferos representativos del pastizal, en el cual ha coexistido con la fauna silvestre y el ganado doméstico por cientos de años. Sin embargo, poco se sabe del rol que juega en la comunidad y del papel que desempeña en el pastizal (Koford, 1958) debido a que se le ha dado mayor importancia a las investigaciones que involucran la relación ganado doméstico-vegetación-suelo.

En términos generales, el perrito de la pradera ha sido prejuizado y ubicado bajo el contexto de dos corrientes de pensamiento: a) Considerar al perrito de la pradera como benéfico para el pastizal y b) Considerar al perrito de la pradera como perjudicial para el pastizal.

No obstante, a las dos corrientes de pensamiento se contraponen la consideración de que la especie mexicana está en peligro de extinción conforme a la Convention on International Trade in Endangered Species (CITES, 1986).

Se han realizado numerosos trabajos con las especies norteamericanas Cynomys ludovicianus, C. leucurus y C. gunnisoni, sin embargo muy pocos se han realizado en perrito de las praderas mexicano (Cynomys mexicanus Merriam), a) Hollister (1916) menciona brevemente su clasificación taxonómica de la especie; Dalquest (1953) y Baker (1956) en taxonomía y distribución, b) Pizzimenti y Mc Clenaghan (1974) en reproducción, crecimiento y desarrollo en laboratorio, c) Medina y De la Cruz (1976) que realizaron un trabajo pionero (único en su tipo) sobre ecología y control de esta especie.

Debido a la falta de información cuantitativa en relación al perrito de la pradera mexicano, a la controversia que se ha suscitado en torno a él y a la importancia que reviste como elemento del pastizal, se ve la necesidad de realizar la presente investigación, que representa una contribución encaminada a obtener información que permita esclarecer el impacto del perrito de la pradera en algunos atributos del pastizal y establecer nuevas estrategias de manejo que incluyan a los elementos que impacta tanto el perrito como sus consecuencias. Para juzgar al perrito de la pradera, y la magnitud de sus efectos, se requiere de investigaciones causativas, y que éstas se realicen con control en el tiempo y el espacio. Los objetivos y las hipótesis del presente trabajo fueron:

Objetivo General

Determinar el efecto del perrito de la pradera en la vegetación y suelo del pastizal mediano abierto.

Objetivos Específicos

- 1.- Comparar la fitomasa del pastizal mediano abierto a diferentes distancias de la madriguera de perrito de la pradera, con y sin exclusión

Ho1 No existe diferencia significativa en la fitomasa del pastizal mediano abierto a diferentes distancias de la madriguera, con y sin exclusión

- 2.- Comparar la fitomasa de dos especies claves de gramíneas del pastizal mediano abierto, con y sin exclusión

Ho2 No hay diferencia significativa en la fitomasa de dos especies claves de gramíneas, con y sin exclusión

- 3.- Comparar la fitomasa de Juniperus monosperma con y sin exclusión

Ho3 No hay diferencia significativa en la fitomasa de Juniperus monosperma, con y sin exclusión

- 4.- Evaluar la cobertura de la vegetación y del suelo en tres distancias de madrigueras en uso y abandonadas.

Ho4 La cobertura no varía significativamente a diferentes distancias de madrigueras en uso y abandonadas

5.- Comparar la resistencia a la penetración del suelo a diferentes distancias y colores de suelo de la madriguera del perrito de la pradera.

Ho5 No hay diferencia significativa en la resistencia a la penetración del suelo a diferentes distancias y colores de suelo de la madriguera de perrito de la pradera

6.- Comparar la tasa de infiltración a diferentes distancias y colores de suelo de la madriguera del perrito de la pradera

Ho6 No hay diferencia significativa en la tasa de infiltración a diferentes distancias y colores de suelo de la madriguera de perrito de la pradera

7.- Comparar la estabilidad de agregados del suelo a diferentes distancias y colores de suelo de la madriguera de perrito de la pradera

Ho7 No hay diferencia significativa en la estabilidad de agregados del suelo a diferentes distancias y colores de suelo de la madriguera de perrito de la pradera.

CAPITULO 2

REVISION DE LITERATURA

Taxonomía y Descripción del Perrito de la Pradera Mexicano

El perrito de la pradera mexicano fue encontrado por primera vez en México por Edward Palmer en un valle rodeado de montañas, en la vecindad de San Antonio de las Alazanas, municipio de Arteaga, Coah., conocido en la actualidad como Los Llanos, en un área de 34 acres, en 1881. En marzo de 1891 Streater colectó 10 especímenes, que Merriam en 1892 describió como Cynomys mexicanus en colonias abundantes en La Ventura, Saltillo, Coah. (Baker, 1956).

El perrito de la pradera es semejante a las ardillas terrestres, perteneciendo ambas a la misma familia Sciuridae. Se dividen en dos grupos; perritos de la pradera cola negra (representado por el subgénero Cynomys) integrados por dos especies y perritos de la pradera cola blanca (representados por el subgénero Leucocrossomys) integrados por tres especies.

La clasificación taxonómica del perrito de la pradera mexicano, es la siguiente:

CLASE	Mammalia
Subclase	Theria
Infraclass	Eutheria
ORDEN	Rodentia
Suborden	Sciuromorpha
FAMILIA	Sciuridae
GENERO	<u>Cynomys</u>
ESPECIE	<u>mexicanus</u> Merriam.

El género Cynomys se encuentra representado por especies existentes solamente en Norteamérica. Actualmente está comprendido por cinco especies, de las cuales una es endémica de México (C. mexicanus). Las otras especies de este género se localizan en Estados Unidos (Hollister, 1916) y con las siguientes:

Cynomys ludovicianus subespecies ludovicianus
y arizonensis (cola negra)

C. leucurus

C. parvidens

C. gunnisoni subespecies gunnisoni y
zuniensis (cola blanca)

Características Distintivas

Color. Parduzco con áreas acaneladas y partes oscuras, vientre más claro, blanco, la mitad de la cola hacia la punta, y la mitad de las ancas de color negro intenso, los juveniles más pálidos. En el invierno se tornan canosos (Kelson y Hall, 1959).

Pelecha. Es casi continua y excesivamente compleja, algunos individuos presentan hasta tres partes con pelajes distintos durante el año (Hollister, 1916; Pizzimenti y Mc Clenaghan, 1974).

Medidas. Se presentan los datos reportados por Merriam (1892), Dalquest (1953), Baker (1956), Kelson y Hall (1959) y Medina y De la Cruz (1976) en el Cuadro 2.1.

Peso. El peso de C. mexicanus hacia las tres semanas de edad es entre 53-69 gr, hacia las diecinueve semanas, excede los 1000 gr. Parece ser que el juvenil alcanza el peso adulto antes de los seis meses de edad (Pizzimenti y Mc Clenaghan, 1974). El peso para hembras adultas es de 1 a 1.5 kg, en tanto que para los machos es de 800 gr (Medina y De la Cruz, 1976), en algunos casos poco menos (746 gr) (Baker, 1956).

Reproducción. El período de gestación es de 30-32 días en primavera. Los machos están en condición reproductiva de enero a abril, y posiblemente hasta julio. Si la gestación en C. mexicanus es similar a las otras especies de perritos de la pradera (30-35 días) la cópula ocurriría en las primeras dos semanas de abril. Los machos empiezan a presentar comportamiento reproductivo a las once semanas de edad. Considerando la tasa de crecimiento, los juveniles son capaces de reproducirse en el primer año (Pizzimenti y Mc Clenaghan, 1974). En cautiverio Pizzimenti y Mc Clenaghan (1974) reportaron 6 individuos por camada.

Cuadro 2.1. Principales medidas (cm) del perrito de la pradera mexicano
(C. mexicanus) reportadas por diversos investigadores

	Merriam (1892)	Dalquest (1953)	Baker (1956)	Nelson y Hall (1959)	Medina y De la Cruz (1976)
Longitud de cabeza y cuerpo	44.00	38.50	44.40	39.00 - 43.00	41.60
Longitud de la cola	12.00	8.70	12.00	8.90 - 11.50	10.20
Longitud del pié trasero	6.30	6.10	6.30	5.90 - 6.85	6.30
Longitud de la oreja	1.40	1.30	1.50		
Longitud máxima de cráneo	1.50	6.80	6.54		
Longitud cóndilo basal		5.82			5.90
Longitud de la mandíbula					4.30
Longitud nasal	2.30		2.34		2.30
Anchura cigomática	4.50	4.28	4.53		4.40
Anchura mastoideál	3.10		3.11		2.80
Anchura alveolar de la hilera superior de los molares	1.50	1.58	1.53		1.60
Anchura postorbital		1.21	1.46		

Longevidad. Similar a C. ludovicianus 5-6 años (King, 1959).

Comportamiento. Gregario (en colonias). El perrito de la pradera mexicano construye madrigueras subterráneas con túneles espiralados y compartimientos interiores (Fogden, 1977) excavando varias madrigueras Medina y De la Cruz (1976) encontraron que profundizaba de 2 a 3 m y en algunos casos hasta 6 m, tenían una longitud de 8 m y diámetro de túnel de 0.25 m con dos o tres cámaras de 4 a 5 escalones o pisos, y que según Rodríguez (1979) corresponden a puntos de vigilancia, letrinas, nido, etc. Las madrigueras presentan montículos (micro-relieve) que le sirven al perrito como observatorio continuo, ahí pasa la mayor parte del tiempo en vigilancia y en posición erguida, alerta a la presencia de elementos extraños, así permanece aún en tiempos lluviosos (Dalquest, 1953) el montículo a su vez sirve para evitar inundaciones.

Hibernación. No presenta hibernación, propiamente dicha, en el período invernal bajan a sus madrigueras, pero salen continuamente si los días son soleados o aumenta la temperatura.

Habitat. Se presentan en planicies o valles con suelos profundos, no rocosos de textura media, principalmente grises o cafés, de origen aluvial (xerosoles), de clima mésico, con temperaturas que varían de los 12 a 22 °en verano y -3 a 18 °C en invierno y precipitación del orden de los 200 a 400 mm (DETENAL, 1970b).

El perrito de la pradera cola negra coexiste con herbívoros mayores como el bisonte y el antílope y otros roedores, como ratas, ratas canguro, topos, geomis, etc., y lagomorfos como liebres y conejos, sus predadores están representados principalmente por águilas y halcones, tejones, comadrejas, hurones, zorrillos y coyotes (Fogden et al., 1978; Koford, 1958).

Prefiere los pastizales de porte bajo a mediano, con especies como Bouteloua gracilis, Buchloe dactyloides Muhlenbergia repens, etc., en lugares donde se presentan arbustivas, éstas son podadas o roídas continuamente, ejerciendo cierto control sobre ellas.

Se le considera una especie endémica (para algunos autores, relictos) y en peligro o amenazada de extinción (Baker, 1956; CITES, 1986) ya que su distribución es muy limitada, no hay especies cercanas con las que pueda cruzarse y como efecto del control masivo del hombre que ha reducido su población.

Distribución Geográfica

Distribución original

Baker (1956) estima que el perrito de la pradera mexicano, probablemente estuvo aislado en valles de pastos con una altitud de 1600 a 2000 msnm al final de la última temporada glacial, y que ahora está separado de las especies norteamericanas por aproximadamente 500 km de desierto, a la más cercana.

Distribución actual

El perrito de la pradera mexicano se encuentra distribuido en una porción del noreste de México de aproximadamente 800 km² (Pizzimenti y Mc Clenaghan, 1974). En valles amplios intermontanos en el sureste de Coahuila (Municipios de Arteaga y Saltillo), suroeste de Nuevo León (Navidad, Raíces, San Roberto) norte de San Luis Potosí y una pequeña porción al noreste del municipio del Salvador, Zacatecas (Baker, 1956; Medina y De la Cruz, 1976). La localidad tipo de la especie es La Ventura, Saltillo, Coahuila (Kelson y Hall, 1959)(Figura 2.1).

Medina y De la Cruz (1976) encontraron un promedio de 77 madrigueras por hectárea, cuyo diámetro promedio de montículo fue de 2 m, se observaron de 2 a 7 perritos de la pradera por madriguera (4 en promedio) y una densidad promedio de 308 individuos por hectárea.

Hábitos Alimenticios

El perrito de la pradera prefiere zacates y hierbas tiernas o renuevos, los que son consumidos en el transcurso del día. No almacenan alimento, siempre salen por él (Koford, 1958). Tiene una fuerte preferencia por zacates (incluyendo algunas ciperáceas), el consumo de estos se incrementa en Junio, y decrece en Septiembre. La cobertura y frecuencia de zacates se incrementan también

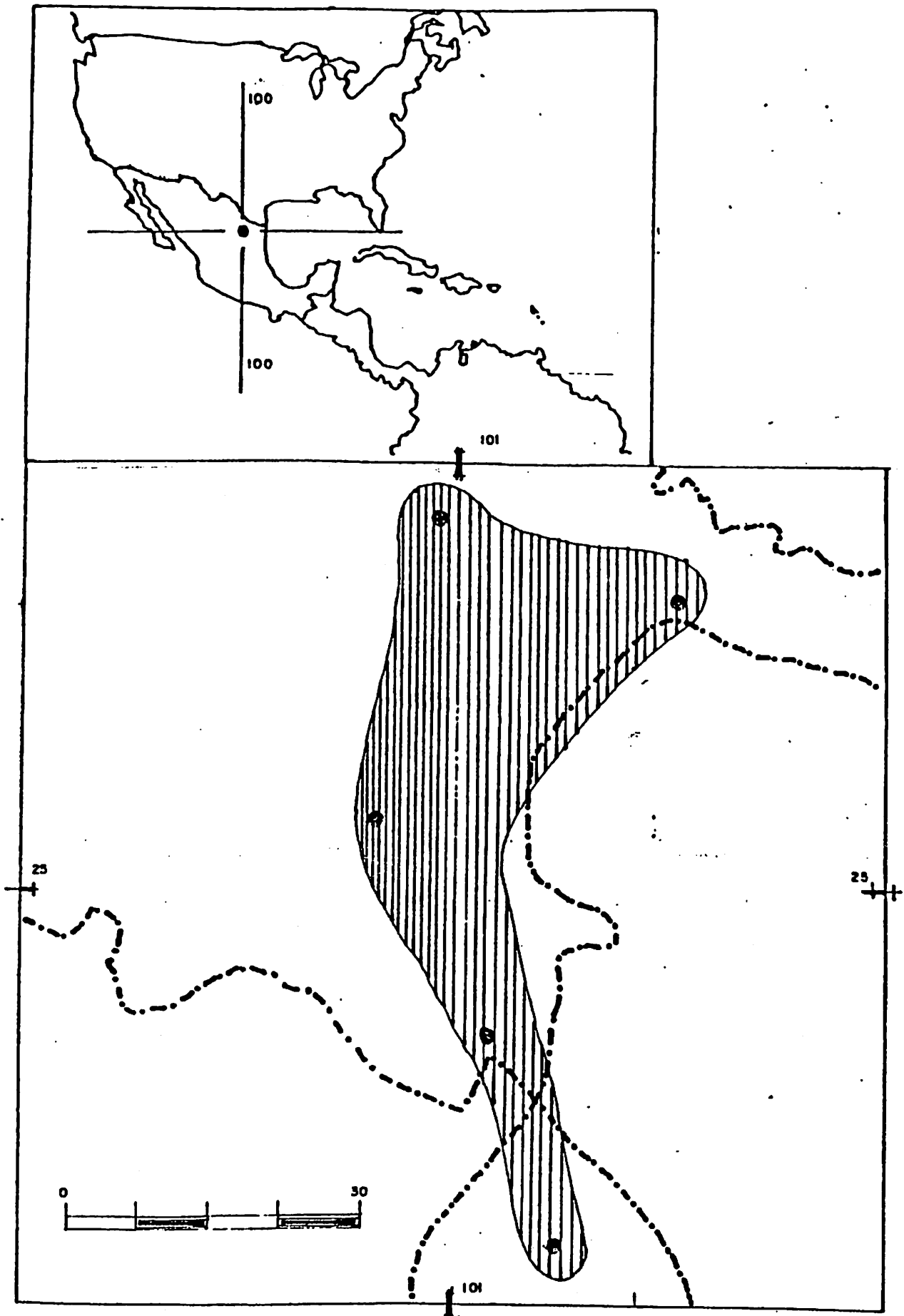


Figura 2.1. Distribución del perrito de la pradera mexicano (*Cynomys mexicanus*) (Kelson y Hall, 1959).

en este período. La maduración de zacates y el incremento en disponibilidad de herbáceas pueden contribuir al decremento del consumo de zacates en Septiembre (Bonham y Lerwick, 1976). Las especies más consumidas por el perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus) fueron Bouteloua gracilis, y Sporobolus cryptandrus Carex eleocharis y Sphaeralcea coccinea (Bonham y Lerwick, 1976). Medina y De la Cruz (1976) mencionan que el perrito de la pradera mexicano (Cynomys mexicanus) prefiere zacate: navajita azul (Bouteloua gracilis), búfalo (Buchloe dactyloides) y pelillo (Muhlenbergia repens), de los cuales utilizan hojas y tallos durante la época de crecimiento de las plantas, durante el invierno utilizan especies de los géneros Yucca y Opuntia. Así mismo, encontraron que el peso del contenido estomacal de 50 perritos fue de 14.06 g en hembras y 8.2 g en machos. Kelso (1939) analizando el contenido estomacal de tres especies de perrito de la pradera (C. ludovicianus, C. gunnisoni y C. leucurus), encontró que un 78 por ciento del alimento ingerido por las tres especies es de valor forrajero para bovinos y ovinos, este porcentaje estuvo constituido por 61.55 por ciento de gramíneas, 12.73 por ciento de crucíferas, 24.32 por ciento de diversos grupos de plantas y 1.4 por ciento de material animal.

Koford (1958) analizando contenidos estomacales de C. ludovicianus, y tomando en cuenta la disponibilidad

de alimento, encontró que en primavera aparecen herbáceas y algunos zacates que utilizan, pero no muy activamente, sin embargo, encontró zacate verde en los estómagos cuando este no era aún conspicuo en el pastizal. En abril y mayo se alimenta más activamente (gestación y lactancia) consumiendo plantas verdes como: la maroma (Salsola iberica), malva (Spaeralcea coccinea) y kochia (Kochia scoparia), durante el verano de Junio a Agosto, las plantas que crecieron fueron podadas por esta especie, dentro de un área de 50 pies de sus madrigueras frecuentemente podan tallos de zacate navajita azul (aprox. 10 por pie cuadrado). En otoño, al madurar algunas plantas, dejó de ingerirlas, pero sigue consumiendo zacate navajita azul y búfalo; la malva y semillas herbáceas se convirtieron en alimento importante. En esta época cavan en busca de raíces de Atriplex y Opuntia. De acuerdo con lo observado por otros autores, coincide con Kelso (1939) en lo que se refiere al uso de la maroma y zacates anuales.

El perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus) consume mayor cantidad de especies en primavera y verano (promedio = 30), que en invierno (promedio = 17) y el número medio de especies consumidas por individuo también es mayor en primavera y verano (promedio = 7.1) que en otoño e invierno (promedio = 4.7), según mencionan

Fagerstone et al. (1981) así mismo, análisis de contenidos estomacales de 150 perritos, mostró que ingirieron 50 especies de plantas, 14 de zacates que fueron preferidos durante el año y constituyeron el 70.9 por ciento del peso seco del alimento consumido anualmente, siendo predominantes, a través del año: Bouteloua gracilis, Agropyron spp. y Buchloe dactyloides, y 36 de herbáceas y arbustivas, entre las que Opuntia polyacantha y Sphaeralcea coccinea fueron predominantes y constituyeron el 5 por ciento de la dieta. Prefieren plantas tiernas y rebrotes que maduras. Resultados similares encontraron Summers y Linder (1978) determinando las especies de las que se alimenta el perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus), la disponibilidad relativa de éstas y la preferencia en sus hábitos alimenticios, analizando contenidos estomacales y heces fecales. Las muestras estomacales y de heces se lavaron, secaron, molieron e identificaron microhistológicamente. Encontrando que los zacates constituyen un 65 por ciento de la dieta media anual y las herbáceas un 34 por ciento. Las especies que ocuparon mayor porcentaje en los contenidos estomacales y heces fueron Buchloe dactyloides, Sphaeralcea coccinea, Carex filifolia, Bouteloua gracilis y Agropyron smithii, que junto con Opuntia polyacantha incrementaron su importancia en la dieta en el invierno.

Analizando heces fecales Hansen y Gold (1977) determinaron las relaciones tróficas estacionales entre el

perrito de la pradera (C. ludovicianus), conejo (Sylvilagus audubonii) y ganado bovino en un pastizal corto. Encontraron que la dieta del perrito estuvo constituida principalmente por ciperáceas (36 por ciento), zacate navajita azul (20 por ciento), Sporobolus cryptandrus (13 por ciento), Artemisia frigida (8 por ciento), Sphaeralcea coccinea (7 por ciento) y otras (16 por ciento). Así mismo, las ciperáceas fueron el alimento más importante tanto para el perrito, como para el conejo, y las segundas más importantes para el ganado, encontrando altos porcentajes de similaridad en las dietas de los tres herbívoros. Además aseveran que el forraje consumido y el no disponible por los disturbios del perrito y el conejo, fue del 24 por ciento de la producción anual potencial.

En lo que respecta a la cantidad ingerida de alimento, Koford (1958) menciona que un perrito de la pradera adulto consume aproximadamente 750 g, basándose en el estudio de Fitch (1948) en ardilla terrestre de California, y teniendo en cuenta que el perrito es 50 por ciento mayor que ésta, asumió que el consumo de alimento verde por los dos roedores (ardilla de tierra y perrito de la pradera) está en proporción al tamaño del cuerpo, así un perrito de la pradera consumiría cerca de 105 g diariamente en verano.

Series de nueve estómagos colectados por Koford (1958) a media tarde en Octubre, pesaron 57 g promedio, asumió que el consumo es de dos estómagos llenos por

día, y estimó que el perrito consume 7 libras (3.5 kg aprox.) de forraje por mes. Para una población de cuatro individuos adultos por acre, el consumo potencial sería de 30 libras (15 kg aprox.) de forraje por acre por mes, incluyendo cuatro juveniles por acre en verano, el consumo puede llegar a 50 libras (25 kg aprox.) por acre. Pero sólo una parte de este alimento es adecuado para el ganado (especies deseables) y, durante los meses fríos el número de perritos y sus requerimientos alimenticios son menores, debido a que pasan mayor tiempo dentro de sus madrigueras.

Merriam (1902) determinó que 256 perritos consumen el equivalente a una res. Usando esta proporción y tomando en cuenta que el consumo diario de una res es de 40 lb, cada perrito puede consumir 0.7 g de alimento por día. Koford (1958) usando esta proporción de 256 a 1, corrigiéndolo de acuerdo a Kelso (1939) quien menciona que cerca del 25 por ciento del alimento del perrito no es forraje para el ganado, el número de perritos equivalentes a una res sería de 355. Claro que estos datos son estimaciones que deben someterse a revisión, para obtener información cuantitativa confiable.

Medina y De la Cruz (1976) encontraron que el peso estomacal de 50 perritos de la pradera mexicanos fue de 14.06 g de materia seca en hembras y 8.2 g en machos.

Las diferencias que existen entre los autores ilustra que el uso estacional del alimento varía fuertemente entre sitios debido a la disponibilidad y presencia de especies (Koford, 1958).

En lo que se refiere a competencia por alimento, el perrito de la pradera generalmente selecciona los alimentos más nutritivos en función al forraje disponible y al valor nutritivo de las partes de las plantas, que en realidad puede ser más importante que la abundancia, al determinar el uso, así, la verdadera competencia entre roedores y ganado es, probablemente mejor juzgarla en términos de nutrientes y calorías, que en rendimiento de forraje (Koford, 1958). Además, el perrito de la pradera se alimenta de cactáceas, semillas, zacates muy cortos, raíces y muchas hierbas que son inaccesibles o no apetecibles para el ganado y por su tamaño y su estructura bucal pueden seleccionar su alimento más minuciosamente que el ganado. Por otra parte, las plantas cortadas e ingeridas por estos roedores, no se pierden en el campo, la mayor parte vuelve al suelo como humus además, los cuerpos de estos roedores también se reincorporan al mismo. Sin embargo, cuando el forraje se convierte en carne y se vende en los mercados, lejos de estas áreas, gran cantidad de nutrientes se pierden en el pastizal (Koford, 1958).

Relación Perrito de la Pradera-Vegetación

Mucho se ha discutido en torno al efecto del perrito de la pradera en la vegetación. Koford (1958) menciona que es, al menos en dos formas: removiendo un porcentaje de forraje y el corte selectivo, que influyen en la abundancia de varias plantas.

Uno de los atributos de la vegetación más representativos en las colonias de perrito de la pradera, es la cobertura, ya que el suelo desnudo de sus montículos resalta sobre la vegetación circundante.

Bonham y Lerwick (1976) encontraron que había diferencias de cobertura entre las áreas de perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus) y áreas adyacentes sin perrito de la pradera. El zacate navajita azul, presentó el más alto porcentaje de cobertura y fue significativamente mayor en áreas sin perrito, lo opuesto se presentó con el zacate búfalo, la festuca de sesí semanas y las herbáceas, que presentaron valores consistentemente mayores en las áreas de perrito de la pradera. Aunque en el caso de zacate búfalo, el suelo pudiera ser un factor decisivo en su distribución. Los arbustos presentaron mayor cobertura en áreas sin perrito. Koford (1958) encontró un caso similar en un área en la que el perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus) se había extendido y se tenían valores iniciales y finales, en este caso se encontró que en el centro del área de perrito de la pradera, la mayor cobertura la presentaba el zacate búfalo, y en la

periferia, el zacate navajita azul y el Agropyron smithii, sus actividades fomentan el desarrollo del zacate búfalo, tienden a eliminar al Agropyron, más que al navajita azul, además se encontró que plantas como el Bromus japonicus que se encontraban en la orilla del área de perrito de la pradera, antes de expanderse, después desaparecieron y aparecieron en los nuevos límites, después de la expansión.

Klatt y Hein (1978) encontraron que áreas de perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus) abandonadas, presentan menor cobertura que las activas y mientras mayor tiempo de abandono haya transcurrido, más declina la cobertura. En sí, el porcentaje de cobertura de vegetación total, zacates, incrementadoras e invasoras, declina con la longitud del abandono, solamente el porcentaje de Agropyron smithii fue menor en las áreas activas.

En áreas de arbustivas, tanto Quercus sp, como Artemisia filifolia se vieron reducidas por la actividad del perrito, sin embargo, en la parte más vieja de la colonia fue predominante la cobertura de maroma (Salso-la iberica), en tanto que, en áreas recientemente ocupadas, lo fue el zacate navajita azul (Osborn, 1942).

No todos los autores comulgan con estos resultados, como en el caso de Agnew et al. (1986) que encontraron que el perrito disminuye la cobertura de hojarazca, la máxima altura de la vegetación, la riqueza de especies y

tiende a disminuir la cobertura de plantas vivas, en comparación del área de perrito, con una de zacates mixtos sin apacentar, aunque coincide con lo encontrado por Koford (1958) en áreas de perrito domina el zacate búfalo, y fuera de éstas, el navajita azul y el Agropyron smithii.

Klatt y Hein (1978) también mencionan que no es igual hablar de cobertura en un pastizal, que de producción, así que, algunos investigadores también se han enfocado a este respecto, como en el caso de los trabajos pioneros de Taylor (1924) que, determinando el daño cuantitativo del perrito de la pradera zuni (C. gunnisoni zuniensis), a través de exclusiones, encontró que esta especie destruye el 69 por ciento de Agropyron smithii 99 por ciento de Sporobolus cryptandrus, o bien, el 80 por ciento de la producción potencial anual de forraje en el sitio I (Coconino) en el sitio II (Williams), destruyó el 83 por ciento de Bouteloua gracilis, y menciona que en otras áreas destruyen hasta el 100 por ciento de forraje. Esta destrucción favorece el crecimiento de malezas, dificulta la recuperación del pastizal y favorece el deterioro del suelo por erosión.

Norris (1950) trabajó con exclusiones de roedores y conejos, encontrando que excluir de ganado + roedores + conejo, de roedores + conejo y de roedores solamente, no es muy importante, ya que todos los tratamientos anteriores y el testigo, presentaron incremento en el rendimiento de zacates perennes en un período de ocho

años. Sin embargo, en otro experimento similar, pero en un área que no había sido apacentada por ganado, encontró que el rendimiento en forraje en la parcela testigo fue cuatro o cinco veces mayor que aquellas con roedores + conejos y roedores solamente y esta última fue de uno y medio a tres veces mayor que la segunda.

Se han realizado trabajos en áreas donde hubo perrito, para observar la subsecuente recuperación del pastizal. Uresk (1985) realizó una evaluación de 43 especies de plantas, para tres tratamientos, después del envenenamiento de perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus). Los tratamientos pre-envenenamiento fueron: 1) sin apacentar; 2) apacentamiento de perrito; y 3) apacentamiento de perrito + ganado. Después de un período de cuatro años se observó que durante el primer año no hubo diferencia en la producción de especies, para el cuarto año Agropyron smithii presentó valores significativamente menores en las áreas con apacentamiento al igual que el zacate búfalo, sin embargo, Carex eliocharis tuvo mayor producción en las áreas sin apacentamiento y con apacentamiento de perrito, que con apacentamiento de perrito + ganado; a esto el autor concluye que se requeriría una exclusión total de nueve años o más para incrementar la producción de forraje para todos los tratamientos, cuando el pastizal está en condición pobre y que el control de perrito no incrementa la producción de forraje, apacente o no el ganado.

El apacentamiento del perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus) disminuye la producción potencial, reduciendo o eliminando especies de zacates altos y medianos que producen grandes cantidades de biomasa aérea. Esto favorece la dominancia de especies cortas (zacate navajita azul), lo que no le hace totalmente detrimental, más aún, este tipo de zacates, como el navajita azul y el búfalo son superiores en climas cálidos para propósitos de apacentamiento, por su composición química, apetitosidad y contenido de proteína (O'Melia et al., 1982). Esto ha sido observado en áreas donde se disminuye la altura máxima de la vegetación (zacates, herbáceas o arbustivas) (Agnew et al., 1986).

Se ha encontrado que el perrito de la pradera mexicano extrae el 35.3 por ciento de forraje, esto fue determinado a través de exclusiones, los valores en kg/ha y porcentaje se presentan en el Cuadro 2.2 (Medina y De la Cruz, 1976).

Algunos autores mencionan que el perrito de la pradera favorece la diversidad de especies. Koford (1958) encontró que en áreas de perrito de la pradera el número de especies era mayor, favoreciendo la diversidad de especies en dos sitios, encontró 18 especies de zacates y ciperáceas, 71 herbáceas y ocho arbustivas, en total, sumando 97 especies (Devils Tower, Wyoming), en comparación con 37 especies de un área sin perrito, o que al menos, en la época del trabajo,

Cuadro 2.2. Productividad comparativa en exclusiones de C. mexicanus en el pastizal mediano abierto en el Rancho Demostrativo Los Angeles. 1970. (Tomado de Medina y De la Cruz, 1976)

Especies	E X C L U S I O N			
	con <u>C. mexicanus</u> (kg/ha)	(%)	sin <u>C. mexicanus</u> (kg/ha)	(%)
DESEABLES				
<u>Bouteloua gracilis</u>	34	2	612	2.3
<u>Buchloe dactyloides</u>	107	6.4	156	6.0
<u>Stipa spp</u>			5	0.2
MENOS DESEABLES				
<u>Muhlenbergia repens</u>	1543	91.6	2370	91.0
<u>Aristida spp</u>			5	0.2
INDESEABLES				
Herbáceas			8	0.3
Total	1684	100	2605	100

sólo se habían contado nueve (Shirttail Canyon). Como en la mayoría de los pastizales, durante el verano, las herbáceas anuales son más comunes que otras plantas, pero la densidad de herbáceas difiere año con año, por ejemplo, en el mes de julio de los años 1950 y 1955, en el sitio II (Shirttail Canyon) (Koford, 1958)(Cuadro 2.3).

En el caso de algunas especies como la maroma (Salsola iberica) y la kochia (Kochia scoparia), el perrito las utiliza cuando están tiernas y succulentas; sin embargo, al madurar y resecarse, simplemente las poda, así, con el corte de éstas y algunas especies como Agropyron sp, Bouteloua gracilis y Bromus sp, a fines de la primavera, antes de la maduración de la semilla, reducen el potencial reproductivo, aunque para las especies rizomatosas este efecto no es tan dañino (Koford, 1958).

Una tendencia similar encontraron Bonham y Lerwick (1976) observando el número de especies en las áreas de perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus) y áreas adyacentes. Pero mencionan que la presencia de perrito de la pradera, no necesariamente causa la invasión de especies anuales a gran escala, ambos zacates perennes y hierbas se incrementan, pero son también útiles para el ganado, influyen en los cambios en la composición de especies, y fomentan el incremento de plantas más tolerantes al apacentamiento.

Cuadro 2.3. Densidad de herbáceas en una colonia de perito de la pradera cola negra (C. ludovicianus) en el mes de julio de 1950 y 1955 en Shirttail Canyon, Wind Cave National Park, South Dakota (Tomado de Koford, 1958)

Especie	Densidad	
	1950	1955
<u>Lappula redowski</u> (anual)	51	17
<u>Dyssodia papposa</u> (anual)	18	74
<u>Hedeoma hispida</u> (anual)	47	38
<u>Verbena bracteata</u> (perenne)	18	74

Klatt y Hein (1978) encontraron que tras el abandono de áreas de perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus), la composición de la vegetación no indica que ocurran etapas de sucesión secundaria (tanto en la activa, como en aquellas con uno, dos y cinco años de abandono) y que la actividad de este roedor no revierte la sucesión hacia una etapa temprana apreciablemente y, solamente se mostraron en mayor número las herbáceas, en el área con un año de abandono por el perrito de la pradera; con ello, la remoción de perrito no beneficiaría en mucho al ganado, al menos durante los primeros años.

Desafortunadamente las áreas de pastizal con una composición de la vegetación conocida, están por lo general, confinadas a pastizales de experimentación en ganado y son raramente reservas y parques o áreas privadas. Ya sea que el perrito favorezca la asociación de zacates cortos y que ésta se considera climax, subclimax o disclimax, y si es una condición deseable, depende del sitio, interpretación humana y valores. Si el hombre no altera el pastizal, es improbable que el perrito solo reduzca la vegetación del pastizal hasta el grado de la dominancia de zacates cortos (Koford, 1958).

Así, cabe notar que a este respecto, solo el trabajo de Medina y De la Cruz (1976) nos da información acerca de la especie mexicana.

Para sumarizar, la vegetación característica de las áreas de perrito consiste en la abundancia de

zacates perennes cortos, una gran variedad de herbáceas anuales y perennes y escasez de arbustos. El zacate búfalo es la planta dominante, excepto en suelos relativamente someros, donde el zacate navajita azul es dominante. Los zacates medianos y altos y los arbustos son más comunes alrededor de las áreas de perrito de la pradera, que dentro de ellas. Si el apacentamiento u otras causas provocan un área de zacates cortos, éstas pueden ser ocupadas por perrito de la pradera. Pueden mantener esta etapa de zacates cortos indefinidamente, en algunas áreas, pero en otras se requiere el pisoteo de animales.

En pastizales mixtos los efectos del perrito de la pradera son similares a los del ganado en la tendencia a causar la disminución de Agropyron smithii y el incremento de zacate búfalo sobre el navajita azul. En otras palabras, en los pastizales mixtos, el perrito de la pradera solo puede producir y mantener una asociación de zacates cortos. Aunque algunas herbáceas y arbustos son eliminados por el perrito de la pradera, el hecho de que exponen el suelo y reduce los zacates perennes, tiende a incrementar herbáceas y hace a la vegetación heterogénea.

Taylor et al. (1935) concluyen que no es posible obtener ninguna evidencia de la eliminación del climax o subclimax del zacate por liebres o roedores, independientemente del ganado.

Relación Perrito de la Pradera-Suelo

En lo que se refiere al efecto del perrito de la pradera en el suelo, realmente se cuenta con poca información. Koford (1958) menciona que, aparentemente, no se sabe nada del efecto del suelo en los roedores y de los roedores en el suelo. Así, no podemos juzgar el daño o los beneficios causados por este roedor al pastizal.

El perrito de la pradera se presenta principalmente en suelos grises y cafés, de origen aluvial, prefiriendo los suelos profundos no rocosos, de textura media.

Vide en madrigueras subterráneas, cuya entrada se ve por lo general, rodeada de un montículo característico. Así, Stromberg (1978) menciona tres tipos de entrada: a) con montículo, b) con cráter, y c) sin suelo, alrededor. Asimismo, define la entrada de la madriguera como la apertura usada por los animales como una entrada a un pasaje subterráneo; y por un sistema de madriguera se refiere a un túnel con, al menos, una entrada.

El montículo es una estrategia que ha utilizado el perrito de la pradera para evitar las inundaciones y como un observatorio permanente (Koford, 1958). Es por lo general, de suelo desnudo, aunque puede presentar algunas herbáceas anuales. Su tamaño es variable de 1 a 3 m de diámetro y de 30 a 60 cm de altura a nivel del suelo (Dalquest, 1953).

El volumen de suelo de los montículos ha sido estimado en algunas áreas. En Colorado se encontró que la tierra de un montículo tenía un volumen promedio

de 3 pies cúbicos (28.3 dm^3), para una densidad de madriguera de 25/acre (1 acre = 0.4453 ha); el suelo de los montículos de un acre podría pesar 3 toneladas. Asimismo estos valores varían con la densidad de madrigueras y el espaciamiento de las mismas. Se ha encontrado también que esta especie acarrea arena y grava de la superficie y que se ha transformado el limo arcilloso en margas a través de la actividad de roedores y tejones (Koford, 1958).

El volumen de algunas madrigueras que han sido excavadas, se ha calculado en aproximadamente 5 pies cúbicos. También el volumen de madrigueras indica la cantidad de agua que pueden retener. En un área con 25 entradas, pudieran contenerse 700 galones de agua, que normalmente se escurrirían o penetrarían unos pocos centímetros de la superficie (Koford, 1958).

La densidad de madrigueras varía con el sitio y la cantidad y calidad de alimento.

En áreas donde el alimento es escaso, estarán más esparcidas. Aún así, madrigueras en el siguiente ciclo de reproducción son rehabilitadas (Koford, 1958), lo que dificulta tener un valor real y permanente de la misma. Es por ello que la densidad de madriguera no es necesariamente un buen índice de lo adecuado del sitio para el perrito, ya que refleja, tanto condiciones pasadas, como presentes (Koford, 1958).

Algunos autores han encontrado que la mayoría de las madrigueras de perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus), presentan dos entradas, aunque Stromberg (1978) encontró el más alto porcentaje de madrigueras con una entrada (91.42 por ciento) y solo el 8.2 por ciento con dos entradas y el 0.3 por ciento con tres. Asimismo concluye que las conexiones entre madrigueras pueden ser menores de lo que originalmente se creía y que la distribución espacial de madrigueras para esta especie es regular o aleatoria.

La influencia del perrito de la pradera, usualmente mejora el suelo, agregando materia orgánica y mezclando el suelo superficial orgánico, con el suelo mineral acarreado de capas profundas (Koford, 1958). Contribuyen a la materia orgánica del suelo, aportando heces, que los descomponedores se encargan de restituir, así como sus cuerpos mismos y de alguna manera, a través del corte de plantas que no consumen, adicionan hojarasca y humus (Koford, 1958).

La calidad del suelo está determinada no solo por sus componentes físicos y químicos, sino por la forma en que se agregan sus partículas, es por ello que la estructura afecta la capacidad del suelo para retener agua, afecta también la capacidad de las plantas para absorberla del suelo. Los animales excavadores usualmente mejoran la estructura del suelo al aflojarlo o desmoronarlo (Koford, 1958). Aún y cuando se ha mencionado que son serios causantes de la erosión, parece existir una

pequeña o nula evidencia de que en condiciones naturales, promuevan la erosión. La erosión es un proceso natural, aunque el efecto excavador pudiera incrementar la tasa de erosión. En investigaciones realizadas en topo, se ha concluido que aunque estos animales aceleran la velocidad de erosión, después de que ésta ha empezado, el sobrepacentamiento del ganado, fue la primera causa de la erosión excesiva (Ellison, 1946). Taylor et al. (1935) también llegaron a una conclusión similar: El sobrepastoreo es responsable de la mayoría de la erosión anormal, pero los roedores pueden aumentarla.

El área de los montículos de perrito se encuentra expuesta a la erosión en mayor o menor grado, en función a la cobertura de plantas que presente (variable con el año). El área de suelo desnudo (sin cobertura) de la madriguera incrementa la erosión potencial (Koford, 1958).

Relación Perrito de la Pradera-Ganado

Previamente se habló acerca de los hábitos alimenticios del perrito de la pradera cola negra, sin embargo, muchos autores discuten que consume el forraje del ganado y eso le convierte en un competidor.

Hansen y Gold (1977) revisaron las relaciones tróficas del perrito, ganado y conejo, encontrando que existe una alta similaridad en las dietas de las tres especies. Hansen y Cavender (1973) reportan un consumo de 3.3 g de alimento seco por día, por cada 100 g de peso vivo

del perrito cola negra (C. ludovicianus) en condiciones de laboratorio.

Anualmente los porcentajes de similaridad entre perrito de la pradera - conejo fueron 60 por ciento y entre perrito de la pradera - ganado, 64 por ciento. Sin embargo, existieron diferencias en la preferencia estacional, los tres consumidores no se alimentaron siguiendo estrictamente los ciclos de crecimiento de las plantas, y no consumieron las especies en proporción a su presencia. Así concluyen que no solo el perrito influye en los cambios de vegetación, sino que el corte y alimentación del conejo también lo hacen.

El perrito de la pradera (C. ludovicianus) reduce la disponibilidad de forraje; esto repercute en la utilización por el ganado, su influencia en pastizales no causó una reducción significativa en las ganancias en peso del ganado estadísticamente, aunque las bajas ganancias en peso de los tratamientos sumaron valores de 14-24 dls/novillo, menos que en el control. La presencia del perrito de la pradera parece mejorar la calidad del forraje, así, parcialmente se compensa con la reducción del forraje disponible para el ganado (O'Melia et al., 1982).

Collins et al. (1984) a partir de un análisis económico sobre el control de perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus), concluyen que, si existe una tasa de repoblación de la especie del 30 por ciento por año, el control es incosteable y que la ganancia de

las áreas en las que este se realizó, fue de 51 kg/ha de forraje para el ganado, y que se requerirían 7 ha de control inicial, para ganar una unidad animal mensual por año, para la vida del tratamiento.

Fitomasa

La producción parece ser la mejor dimensión por la cual las especies pueden ordenarse de acuerdo a su significancia funcional en la comunidad (Whittaker, 1961). Provee una aproximación relativa a la dominancia relativa, diversidad de especies, y otros aspectos del análisis de la comunidad.

La producción en el pastizal mediano abierto es determinante para evaluar la capacidad de apacentamiento y establecer el manejo del mismo. Existen numerosas técnicas para evaluar la producción, de ellas algunas son destructivas y otras no destructivas. La ventaja de la evaluación de producción a través de técnicas no destructivas, es que nos permiten seguir las investigaciones en el tiempo y en el espacio, es decir, solo se extrae una porción de la parcela de estudio para la evaluación y no toda la parcela. Para ello, se pueden usar estas porciones como unidad de referencia. Uno de los requisitos de estas técnicas es que se lleve un entrenamiento previo, para que la estimación ocular que se realiza, sea lo más real que se pueda. Otro requisito es que se realice un muestreo a través del cual obtenemos un factor de corrección para las observaciones posteriores (Andrew et al., 1979; Chambers y Brown, 1983).

Para observar la influencia de los roedores en el pastizal, desde un principio, es necesario realizar al menos dos tipos de prácticas: trasplante de animales a áreas donde no existieron previamente o, exclusiones de las áreas donde sí se presentan. Farrow (1916) observó que en áreas inmediatas a las madrigueras de conejo en Breckland, el suelo se encuentra desprovisto de vegetación o bien, es ocupado solo por zacates cortos, cerca de estas áreas el arbusto Calluna tiene una altura mucho menor de lo normal y, a medida que se aleja de la madriguera, presenta mayor altura, el conejo consume este arbusto, sin embargo, no se tiene la certeza de que el consumo sea tan extenso, como para mantenerlo en esa situación. Así, para observar el efecto que pudiera tener el conejo en la vegetación, se realizaron exclusiones de dos tipos: a) Áreas excluidas a conejo y áreas con conejo, cercadas, y b) Pequeñas áreas excluidas a conejo y sin excluir, con jaulas, que se establecieron en las áreas cercadas (Farrow, 1917).

Las diferentes intensidades del ataque biótico a varias distancias de la madriguera de conejo, produce características de zonificación de la vegetación, alrededor de estas. Esta zonificación es un sorprendente ejemplo de sucesión biótica, dependiendo de la existencia de diferentes proporciones de ataque biótico en varios puntos. Las dominancias existentes de los diferentes tipos de vegetación en varias zonas alrededor de

las madrigueras y las dominancias existentes a los correspondientes tipos de vegetación en el suelo ocupado por Calluna, Carex arenaria y asociaciones zacate-brezo, finalmente depende de su existencia y mantenimiento, y de la existencia y mantenimiento de diferentes intensidades de ataque biótico sobre la vegetación de áreas correspondientes, y las dominancias respectivas de esos diferentes tipos de vegetación no dependen de diferencias localizadas en los suelos (Farrow, 1917).

Después de un período de tres años, la vegetación dentro y fuera de la jaula del área excluida para conejo fue muy diferente, mostrando que el ataque de aún pocos conejos, puede tener un efecto acumulativo en la vegetación. Es evidente que plantas altas son más atacadas por conejo que las plantas cortas (Farrow, 1917). El ataque de conejo en el área sin excluir es extremadamente mayor. Dentro de la jaula Calluna creció considerablemente hasta una altura de 20 cm y floreció fuera de la jaula solo las raíces de este arbusto permanecieron vivas por un tiempo, después del ataque a las partes aéreas, sin embargo, Cladonia creció vigorosamente en esta área (Farrow, 1917).

Qashu (1970) y Cable (1977) investigaron las diferencias existentes en áreas bajo la copa de plantas y en áreas adyacentes desnudas. Cable (1977) utilizó cinco posiciones en función del arbusto para establecer sus tratamientos, estos fueron:

Posición 1.- En el perímetro de la copa en el que la copa de la planta adyacente la toca (zona de mayor concentración-competencia de las raíces).

Posición 2.- En el perímetro de la copa que da hacia una planta adyacente, cuyo límite exterior de la copa es de 2 m.

Posición 3.- En el perímetro de la copa que da a una área abierta con un mínimo de 4 m.

Posición 4.- En una área abierta, a 2 m de la planta de estudio y en el cual no exista otra planta más cerca de esta distancia (zona de mínima concentración-competencia).

Posición 5.- En una área desnuda, aislada de todas las parcelas en el metro superior de suelo excavado y cubierto por plástico a 1 m de profundidad.

Tiedemann y Klemmedson (1973) encontraron que el suelo debajo de la copa del mezquite presenta una menor densidad aparente, pero aumenta con la profundidad; la materia orgánica, nitrógeno total, azufre total y sales solubles totales fueron hasta tres veces mayores en esta área en la capa superficial (4.5 cm), que en el área entre mezquites, el potasio también fue más alto en esta área que en el área entre mezquites, pero aumentó con la profundidad. El total de concentraciones de iones de fósforo e hidrógeno fue el mismo en las dos áreas. Así, concluyen que el mezquite mejora las condiciones del suelo bajo su cobertura aérea, haciendo una mejor redistribución de los iones nutritivos

desde áreas distantes de la cobertura, hasta las áreas debajo de ésta. Esto ayuda a explicar la gran abundancia y el crecimiento mejorado de zacates perennes bajo la copa del mezquite, así como las normas de apacentamiento y las respuestas de los pastizales desérticos.

Eckert et al. (1978) en su trabajo sobre efecto de la morfología de la superficie del suelo en pastizales, encontraron cuatro tipos de morfología superficial: sin costra (Tipo I) en islas de fertilidad bajo arbustos; sin costra (Tipo II) en áreas inmediatas a la isla de fertilidad; costroso-vesicular (Tipo III) en la microplanicie entre islas de fertilidad y costroso-vesicular (Tipo IV) en la posición microtopográfica "playette", en áreas de Artemisia tridentata y tres tipos adicionales en áreas de Larrea tridentata y Coleogyne ramosissima: Tipo V en la microplanicie entre islas de fertilidad y "playette"; costroso-vesicular, con hojarasca-grava (Tipo VI) en microplanicies entre islas de fertilidad y no costroso por acción animal (Tipo VII) en la isla de fertilidad y el área adyacente a ésta.

Estos suelos difieren en la posición microtopográfica, morfología del polígono, vasicularidad, textura, contenido de materia orgánica, dureza de la costra y densidad aparente. Las poblaciones naturales de plantas jóvenes están en relación con el tipo de superficie del suelo. Con técnicas de revegetación, la emergencia y frecuencia de zacates con semilla es mayor

en las islas de fertilidad, que entre arbustos. El uso de zanjias generalmente incrementa la emergencia en las islas de fertilidad, pero no entre arbustos (el patrón de revegetación natural está en función al tipo de superficie de suelo).

Debido a que el área es pequeña no se podrían utilizar metros cuadrados, sino unidades más pequeñas, a este respecto Mueggler (1976) menciona que se pueden hacer parcelas más pequeñas pero en mayor número que se distribuyan, dando la información necesaria con confiabilidad, esto nos permitiría muestrear en los montículos y alrededor de ellos con mayor precisión.

Cobertura

A primera vista, lo que se observa en las áreas de perrito son manchones de suelo desnudo y con vegetación, es interesante observar qué porción está realmente cubierta de vegetación y cual desprovista de ella, es por eso que la cobertura nos puede dar información acerca de como influyen las actividades del perrito en este atributo, para ello, debido al área reducida del montículo se pueden utilizar técnicas de puntos, como en el caso del marco de puntos (Levy y Madden, 1933) que no abarca grandes áreas, y puede ser más preciso en áreas pequeñas.

Resistencia a la Penetración

La resistencia de un suelo a la penetración de un instrumento de sondeo, es un índice resultante de la conjugación de la compactación de suelo, contenido de humedad, textura y tipo de mineral de arcilla. En otras palabras, es un índice de la resistencia del suelo a la penetración en las condiciones de la medición. Es un parámetro que implica la consistencia y la estructura del suelo. La capacidad de penetración por unidad de fuerza aplicada a un suelos determinado varía con la forma y tipo del instrumento empleado, a medida que el penetrómetro entra en el suelo, encuentra la resistencia por la comprensión, la fricción entre el suelo y el metal y la resistencia del suelo al esfuerzo cortante, que implica la fricción interna y la cohesión. Estas condiciones del suelo se manifiestan junto a la planta del instrumento allí donde existen fallas (Baver et al. 1980).

Gifford et al. (1977) compararon varios tipos de penetrómetros, midiendo la compactación en un pastizal en Utah, desarrollaron coeficientes de correlación y ecuaciones de regresión entre cada instrumento y los valores de densidad aparente del extractor de núcleos, la mayor correlación se encontró entre el penetrómetro de aire y el de anillo de prueba con la densidad, por lo que concluyen que estos son los mas promisorios para medir compactación en suelos de pastizales.

Infiltración

Infiltración es el término aplicado al proceso, por medio del cual, el agua entra en el suelo (Hillel, 1971) y debe considerarse como un fenómeno superficial (Satterlund, 1972). Las tasas de infiltración determinan la cantidad de agua que entra en el suelo. El conocimiento de este proceso es necesario para un manejo eficiente de suelo y agua (Gutiérrez et al., 1979).

Las tasas iniciales de infiltración en un suelo seco, al comienzo de la lluvia son altas y decrecen hasta alcanzar una tasa de infiltración constante o infiltración final (Gutiérrez et al., 1979).

Entre los métodos que se utilizan para evaluar las tasas de infiltración, encontramos los de simulación de lluvia, métodos de inundación y otros como microondas pasivas, reflectometría, etc.

En los métodos de inundación, el área de la parcela se limita a una pared de suelo o a algún material impermeable que restrinja el agua dentro de ésta. Bajo la mayoría de las condiciones, la tasa de infiltración es mayor que la de evaporación, así que se omite el error por evaporación.

Los infiltrómetros de cilindro emplean materiales metálicos para delimitar las parcelas. Hay varios tipos:

1) Microinfiltrómetros. Son infiltrómetros simples, que se han realizado con cilindros de 335 cm³ de capacidad (botes o latas sin tapas). A estos se les

agrega una lámina conocida de agua por un período de tiempo determinado, obteniendo la tasa de infiltración (Gutiérrez et al., 1979).

El uso de los cilindros ha sido cuestionado mucho ultimamente y se ha recomendado usar otros métodos antes que éste (Linsley et al., 1975). Sin embargo las observaciones realizadas con este método, generan índices útiles para observar las variaciones de las tasas relativas de infiltración entre sitios, que nos indican el uso que se le da al suelo (Dunne y Leopold, 1978; Wilcock y Essery, 1984) son de bajo costo, de fácil transporte e instalación y no requieren calibración.

Estabilidad de Agregados

La estructura influye en un gran número de las propiedades físicas (velocidad de infiltración, retención de humedad, temperatura del suelo, etc.) químicas (iones intercambiables) y biológicas (disponibilidad de oxígeno para el desarrollo de plantas y organismos) del suelo, y ésta a su vez se ve afectada por muchos factores, que en muchos de los casos pueden llegar a determinar el tipo de estructura en un suelo determinado, como es la arcilla, materia orgánica, cementantes inorgánicos, compuestos y cementantes orgánicos, microorganismos, etc.

El estudio y comprensión de las propiedades y características de la estructura de los suelos, es de gran importancia para el buen manejo de estos.

La estructura del suelo se evalúa determinando el grado de agregación, la estabilidad de los agregados y la naturaleza del espacio de poros, caracteres que cambian con el laboreo de la tierra y los sistemas de cultivo. Juegan un papel de gran importancia en las relaciones entre el suelo y las plantas (Baver et al., 1980).

Al evaluar la agregación de los suelos, lo que interesa es la distribución de tamaños y la estabilidad de los agregados. Estos factores de la agregación son importantes en la determinación de la cantidad y la distribución del espacio de poros, asociados con los agregados y la susceptibilidad de estos a la erosión eólica e hídrica (Baver et al., 1980).

El análisis de agregados se hace para medir el porcentaje de partículas secundarias estables en el agua y el grado en que las partículas individuales más finas están agregadas en conjuntos más gruesos. En general, se emplean tres técnicas para el análisis: cribado del material seco y húmedo, elutriación y sedimentación.

La técnica de cribado húmedo de Tiulin. (1928) es la más conocida entre las primeras que se idearon para medir la agregación del suelo. Por este método, el suelo es lentamente humedecido por capilaridad durante treinta minutos y se traslada a un juego de tamices sumergidos en agua. Los tamices son lentamente elevados y sumergidos en el agua treinta veces. Luego se determina el peso del suelo que hay en cada tamiz. El tamiz del fondo de la

columna tiene una abertura de malla de 0.25 mm. Se han ideado aparatos para levantar y bajar los tamices (Yoder, 1936; Kemper, 1965). El conjunto de tamices es alzado y bajado una distancia de 1 1/4 pulgadas (32 mm) a razón de treinta oscilaciones por minuto durante treinta minutos. El cribado de material húmedo se adapta muy bien a la separación de los agregados grandes. Sirve para separar agregados hasta de 0.1 mm, pero el límite inferior de tamaño más satisfactorio es 0.25 mm (Baver et al., 1980).

La mejor estructura para el crecimiento de las plantas es, entonces, la que permita una capacidad de infiltración grande y de percolación media, lo suficientemente coherente para dar a las raíces soporte adecuado, pero sin ser tan densa que impida su desarrollo.

Experimentos Factoriales

Los experimentos factoriales han sido ampliamente usados en investigaciones en las que se quiere determinar el efecto de una o más variables, que en este caso se designan como factores.. Se ha encontrado que se obtienen ventajas de importancia al combinar varios factores en un mismo experimento, lo que hace a los factoriales altamente eficaces, ya que cada observación proporciona información acerca de todos los factores comprendidos en el experimento. Trabaja como un operario en la investigación de las relaciones entre los efectos de los diferentes factores (Snedecor y Cochran, 1979).

En el experimento factorial el investigador compara todos los tratamientos que pueden formarse por la combinación de los diferentes factores (Snedecor y Cochran, 1979).

Para un experimento de dos factores A x B en un diseño completamente al azar con a niveles de A y b niveles de B y n repeticiones, el modelo sería:

$$x_{ijk} = u + o_i + B_j + (B)_{ij} +$$

Donde:

$i=1...a$, $j=1...b$, $k=1...n$

y B_j representan los efectos principales

$(B)_{ij}$ son los efectos de la interacción de los dos factores (Snedecor y Cochran, 1979).

Diseño de Parcela Dividida

Este diseño se utiliza cuando se requiere de información precisa sobre un factor y sobre la interacción de este factor con un segundo factor, pero renunciando a la precisión de éste (Snedecor y Cochran, 1979).

Es esencial en el experimento de parcela dividida, que los tratamientos de subparcelas no son aleatorios, sobre todo el block completo, sino solamente sobre las parcelas principales. En consecuencia, el error experimental para subtratamientos, es diferente (característicamente

menor) que para los tratamientos principales (Snedecor y Cochran, 1979).

Para blocks aleatorios, el modelo para parcelas divididas es:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + \beta_j + \xi_{ij} + T_k + (MT)_{ik} + \delta_{ijk}$$

$$i = 1 \dots\dots\dots n$$

$$j = 1, \dots\dots\dots b$$

$$k = 1, \dots\dots\dots t$$

$$\xi_{ij} = N(0, \sigma_M) \quad \delta_{ijk} = N(0, \sigma_1)$$

Donde: M son los tratamientos de parcelas principales, B son los blocks y T los tratamientos de subparcelas, i y j identifican la parcela principal, y k la subparcela dentro de la principal, ξ_{ij} es el error de la parcela principal y δ_{ijk} de la subparcela (Snedecor y Cochran, 1979).

Análisis de Covarianza

El análisis de covarianza es una técnica que combina los aspectos del análisis de varianza y de regresión. El modelo típico del análisis de varianza sería:

$$Y_{ij} = u_i + e_{ij}$$

Donde u representa las medias poblacionales de las clases y e_{ij} son los residuales (Snedecor y Cochran, 1979).

Pero si suponemos que en cada unidad tenemos también las mediciones de otra variable X_{ij} que está relacionada linealmente con Y_{ij} , se elaboraría el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = u_i + B(X_{ij} - X_{...}) + E_{ij}$$

Donde B es el coeficiente de regresión de Y sobre X (Snedecor y Cochran, 1979).

Algunos usos del análisis de covarianza son (Snedecor y Cochran, 1979):

- 1.- Aumenta la precisión en experimentos aleatorios.
- 2.- Ajusta las fuentes de prejuicio en estudios de observación.
- 3.- Aclara la naturaleza de los efectos de tratamientos en experimentos aleatorios.
- 4.- Estudia las regresiones en clasificaciones múltiples.

Comparación de Ecuaciones de Regresión

Se realiza este tipo de comparaciones para encontrar diferencias, si es que existen, entre dos o más ecuaciones o líneas de regresión (Neter y Wasserman, 1974).

CAPITULO 3

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area General de Estudio

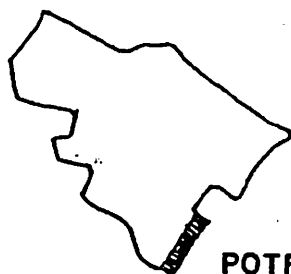
La presente investigación se llevó a cabo en el Rancho Demostrativo "Los Angeles", UAAAN, el cual se encuentra localizado en el Municipio de Saltillo, Coahuila (Figura 3.1), a 48 km al sur de la ciudad de Saltillo, 34 km sobre la carretera Saltillo-Zacatecas y 14 km hacia el oriente sobre el camino de terracería a La Hedionda. Colinda con los ejidos de Carneros, Tanque de Emergencia, San Miguel, El Cercado, La Hedionda y una parte con propiedades privadas (De la Cruz et al., 1973).

Se sitúa entre los $25^{\circ}02'12''$ y $25^{\circ}08'51''$ de Latitud Norte y los $100^{\circ}58'07''$ y $101^{\circ}04'14''$ de Longitud Oeste; el rango altitudinal va de los 2100 a los 2400 msnm. Comprendiendo un área total de 6279.35 ha (Cavazos, 1984).

Geología

El área data de las eras Mesozoica y Cenozoica del Cretácico Inferior al Cenozoico Superior Clástico (COTECOCA, 1979). La estructura geológica principal es el anticlinal de Carneros (este-oeste) con decumbencia al norte (De la Cruz et al., 1973). Se encuentra cruzada en la parte norte, por un brazo de la Sierra Leona, al sur se presentan los levantamientos de la Sierra Los Angeles y

RANCHO "LOS ANGELES"



POTRERO 17

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS



COAHUILA

SALTILLO

Figura 3.1. Ubicación del Rancho Demostrativo "Los Angeles"

la Sierra El Cercado, todas ellas constituidas principalmente por rocas sedimentarias, calizas, conglomerados y lutitas, predominando aluviones en el valle (DETENAL, 1973).

Clima

Se presentan dos tipos climáticos: BW hw"(e) y BS₀ kw"(e). El primero se presenta en la porción occidental, clima seco, de muy seco a desértico, semicálido con inviernos frescos, temperatura media anual entre 18 y 22 °C y la del mes más frío 7.6 °C extremo, con oscilaciones térmicas entre los 7 y 14 °C, con régimen de lluvias en verano. El segundo se presenta en la porción oriental, clima seco, de seco a estepario, con cociente de P/T de 22.9, templado con verano cálido. Temperatura media anual entre 12 y 18 °C, la del mes caliente 18 °C, extremoso, con régimen de lluvias en verano (DETENAL, 1970; García, 1964).

La estación meteorológica Los Angeles, reporta una temperatura media anual, para un período de ocho años, de 13.4 °C y una precipitación promedio de 307.2 mm (Cavazos, 1984).

Suelos

Los suelos de los valles corresponden a los suelos aluviales. Su profundidad varía desde dos hasta 15 m aproximadamente. Los suelos que existen sobre las laderas, coluviales de origen, difieren de los que se encuentran en los llanos porque el agua percolante tiende a moverse lateralmente en vez de hacerlo perpendicularmente a la superficie; siendo estos suelos los más susceptibles a la erosión. Por último, los suelos de la parte alta de la

sierra, correspondiente al bosque de piñonero, son suelos forestales ricos en materia orgánica y humus (Sierra, 1980).

Vegetación

Predominan los pastizales nativos mezclados con nopaleras en los valles, con izotales en pié de monte. En las laderas se presentan matorrales crasi-rosulifolios espinosos, con algunos elementos de pastizal inducido (DETENAL, 1973).

En el rancho Los Angeles existen siete tipos de vegetación, que Vásquez (1973) enlista como:

- 1.- Pastizal Mediano Abierto
- 2.- Pastizal Amacollado
- 3.- Matorral Rosetófilo
- 4.- Izotal
- 5.- Matorral Esclerófilo
- 6.- Bosque de Pino-Encino
- 7.- Matorral de Dasyllirion, Nolina, Quercus y pastos amacollados.

Descripción Area de Estudio

Con el propósito de seleccionar el área de estudio, se hicieron recorridos por las colonias de perrito de la pradera para poder detectar aquellas en donde se pudieran tener las condiciones necesarias para la realización del presente trabajo, se seleccionó un área del potrero 17 del Rancho Demostrativo Los Angeles (Figura 3.2), en la que predomina el perrito de la pradera y se

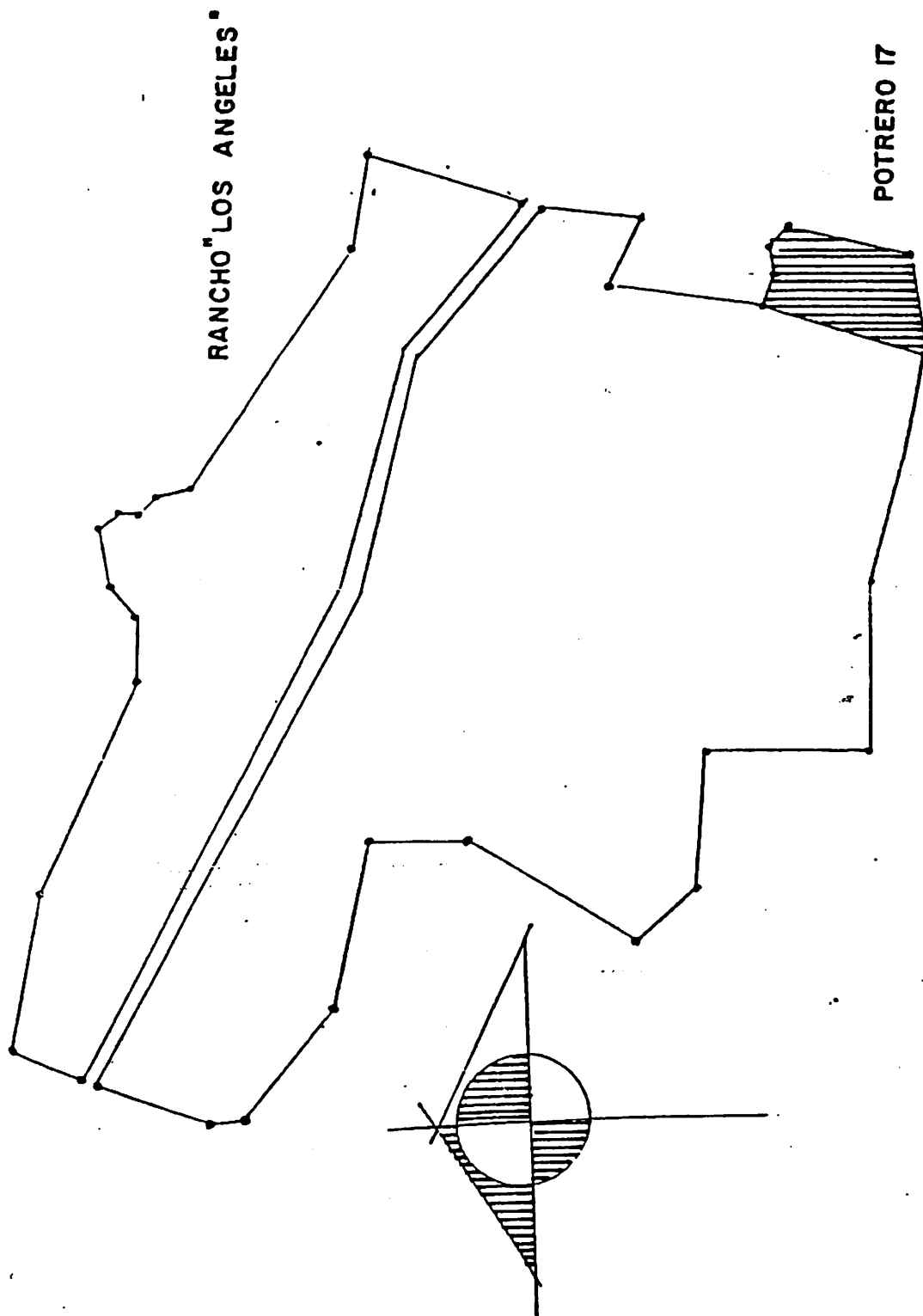


Figura 3.2. Ubicación del área o parcela de estudio Potrero 17 "Las Paspas" del Rancho Demostrativo Los Angeles (adaptado de Serrato et al., 1983)

presenta tanto elementos herbáceos, como arbustivos, lo cual nos permite tener una visión más amplia de la influencia de este roedor en ambos elementos vegetales, así mismo porque se tendría un mejor control de los tratamientos establecidos para su seguimiento en el tiempo. La parcela de estudio no fue apacentada por el ganado durante la realización de los muestreos.

El potrero 17, denominado "Las Papas", tiene una extensión de 244.41 ha (Vásquez, 1973), y una altitud de 2200 msnm. Presenta cuatro tipos de vegetación (Vásquez, 1973):

Pastizal Mediano Abierto

Pastizal Amacollado

Matorral de Dasyllirion, Nolina y Quercus con pastos amacollados, y

Bosque de pino-encino (aciculifolio).

Colinda, a su vez, con los potreros 13 y 18 del rancho, con el Ejido El Cercado, la propiedad privada "El Cercado" y el Ejido Tanque de Emergencia.

El tipo climático que se presenta en esta área, es el BS₀kw"(e) descrito anteriormente.

El suelo es del tipo arcilloso fino, térmico, de los vertic-calcyxerolls que corresponde a la descripción del perfil modal. Suelo de origen aluvial con un horizonte superficial rico en materia orgánica, de color oscuro, textura arcillosa, el contenido de arcilla aumenta con la profundidad, se ubica dentro del régimen de humedad arídico y de temperatura térmico. Posee un horizonte cálcico a menos de 1.5 m de profundidad,

con colores rojizos y estructura muy poco desarrollada. Los colores varían en profundidad de oscuros a rojizos, la estructura varía de bien a pobremente desarrollada. Información más detallada se presenta en el Apéndice 1 (Valdez, 1986).

En el área donde se estableció el experimento existen dos tipos de vegetación: Pastizal Mediano Abierto y Pastizal Amacollado, en los que predominan: zacate búfalo (Buchloe dactyloides), zacate aparejo o pelillo (Muhlenbergia repens), zacate arenoso (Muhlenbergia arenicola), aristidas (Aristida curvifolia y Aristida divaricata), zacate navajita azul (Bouteloua gracilis), amapola (Argemone sanguinea), acanta (Dischoriste linearis), barbas de chivo (Clematis drummondii), hierba del perrito de la pradera (Dyssodia papposa), lesquerela (Lesquerella fendleri), (Hedeotys rubra), poligala (Polygala lindheimeri), enebro (Juniperus monosperma), encino (Quercus sp), yuca (Yucca carnerosana), coyonoxtle (Opuntia imbricata) y nopal (Opuntia sp).

Métodos

Muestreo preliminar

Distancia media entre montículos de madrigueras

Se realizó un muestreo para determinar la distancia media existente entre madrigueras en el área de estudio, utilizando el método del punto central del cuadrante propuesto por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

Las distancias se tomaron de las entradas de montículo a montículo de madriguera, en 15 madrigueras elegidas al azar con números aleatorios (en el caso de que la madriguera estuviera abandonada, se desechaba), obteniendo un total de 60 lecturas. Se obtuvo una distancia media de 9.4 m. A partir de ésta se fijó una distancia máxima entre madrigueras de 6 m a partir del final del montículo, para evitar el traslape de madrigueras adyacentes. Así, se obtuvo un estándar de gradiente de uso que contemplaba tres distancias: A) abarca el montículo; B) va del final del declive del montículo a 1.5 m al exterior, y C) va del límite exterior de B a 1.5 m al exterior (Farrow, 1917, Qashu, 1970) (Figura 3.3). A través de esta técnica, se puede obtener la densidad de madrigueras, en este caso se obtuvieron 113 madrigueras por hectárea.

Las madrigueras en las cuales se delimitaron las distancias antes mencionadas (A, B y C) debían cumplir con estas características de gradiente de uso; si alguna de las madrigueras elegidas al azar presentaba una madriguera vecina a menos de 6 m, a partir del final de su montículo, ésta se desechaba, debido a que la información para las madrigueras se podría confundir. Así mismo, si alguna madriguera estaba abandonada, se desechaba.

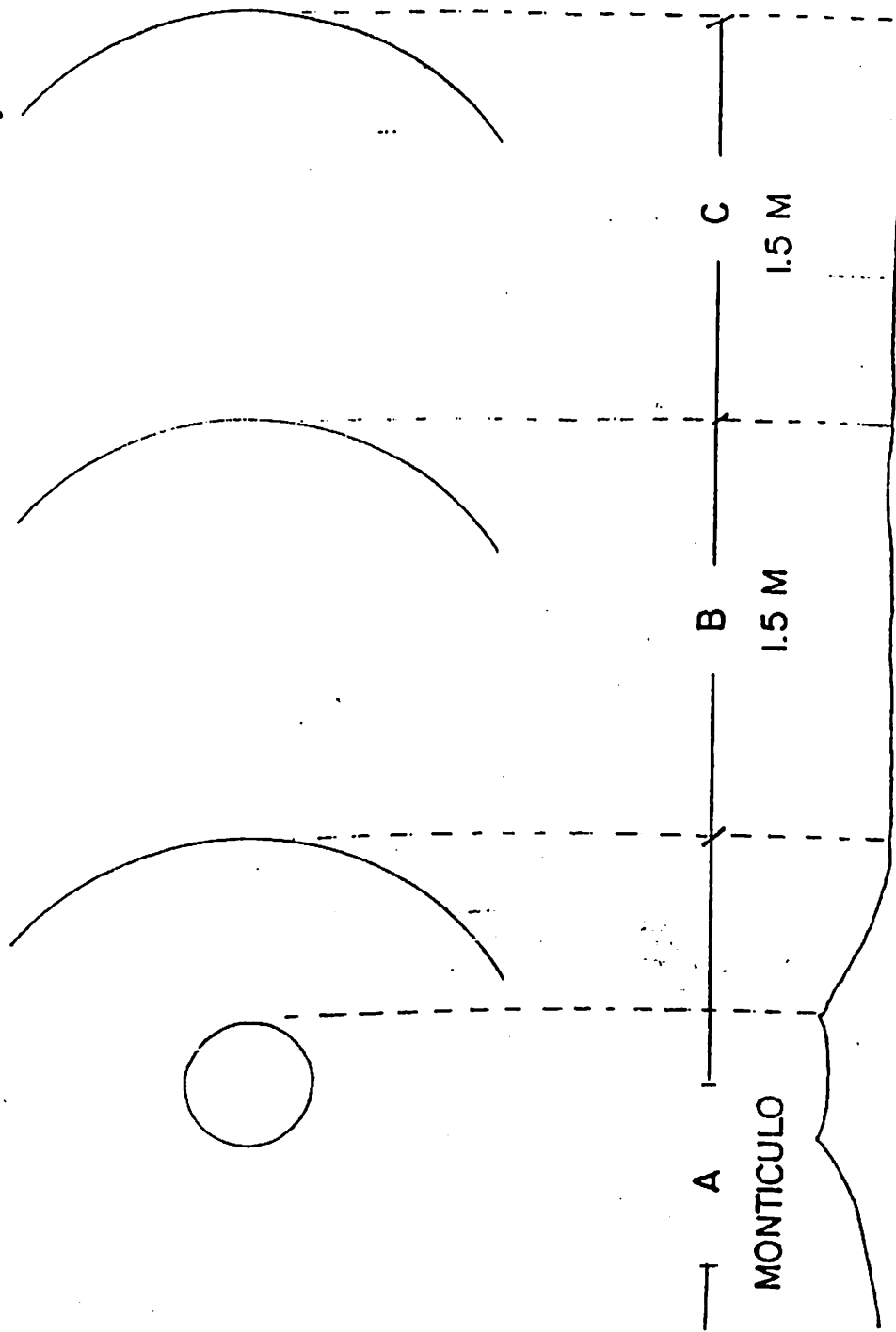


Figura 3.3. Representación diagramática del gradiente de uso de madriguera del perrito de la pradera.

A través de recorridos por el potrero, se detectaron sitios de predominancia en los cuales se establecerían los muestreos para Pastizal mediano abierto en el gradiente de uso de madriguera. Debido a que las especies clave de gramíneas Bouteloua gracilis, Buchloe dactyloides y el arbusto Juniperus monosperma no se presentaron sistemáticamente en el gradiente de uso, se optó por elegir la especie más cercana a la madriguera en su caso respectivo.

Fitomasa del Pastizal Mediano Abierto y Especies Clave de Gramíneas

Se muestrearon dos grupos de 10 parcelas (5x5 cm) (Mueggler, 1976), en cada uno de los cuales se eligió arbitrariamente una parcela como unidad de referencia (Andrew et al., 1979) y las nueve restantes se estimaron. Todas las muestras se cortaron, se pusieron en bolsas y se secaron a peso constante en una secadora de aire forzado (50°C, 48 hr). Posteriormente se pesaron en una balanza analítica al 0.01 g más cercano. Se sumaron todos los valores, tanto los obtenidos de las muestras cortadas, como los estimados, para obtener el factor de corrección (FC) correspondiente (Chambers y Brown, 1983), a través de la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{\text{Pesos cortados}}{\text{Pesos estimados}}$$

Obteniendo, para pastizal mediano abierto, un factor de corrección de 1.03. Para las especies clave de gramíneas, se realizó el mismo procedimiento, obteniendo para el zacate búfalo (Buchloe dactyloides) un FC = 0.97 y para el zacate navajita azul (Bouteloua gracilis) un FC = 1.16. El cual se aplicó posteriormente en los muestreos permanentes, a los valores estimados con respecto a la unidad de referencia.

Fitomasa de Juniperus monosperma

El muestreo preliminar para este arbusto consistió en elegir una rama como unidad de referencia, cuyas hojas y porte (volumen, longitud, grosor de rama, cantidad de hojas) fueran representativas (+ 20 por ciento) del arbusto; a partir de esta rama se estimaron las ramas restantes, para así obtener la estimación total de fitomasa del arbusto (Andrew et al., 1979; Andrew et al., 1981), posteriormente se cortaron las ramas del arbusto, se pusieron en bolsas, se secaron en una secadora de aire forzado (50 °C) por 48 hr y se pesaron. Para cada arbusto se tenía el dato estimado y el real.

Con los valores de materia seca (MS) de los arbustos se realizó una regresión lineal (Chambers y Brown, 1983) observados-estimados, de la cual se obtuvo la ecuación:

$$y = -30.685 + 1.064X ; \text{ donde}$$

x = fitomasa corregida del arbusto

y = fitomasa estimada del arbusto

r = coeficiente de correlación

$n = 10$

coeficiente de correlación $r = 0.9488$

Esta ecuación se utilizó para predecir la fitomasa de los arbustos del muestreo permanente, en el que se usaría la técnica no destructiva, así, los valores obtenidos de las estimaciones, se ajustaron por esta ecuación. La gráfica de la regresión lineal de fitomasa de Juniperus monosperma, se presenta en el Apéndice 1A.

Clasificación de suelo

A través de un estudio agrológico realizado por Valdez (1986) en el área de estudio determinó que el tipo de suelo presente en el área de estudio fue: arcilloso fino, térmico de los Vertic calcexerolls del orden de los Molisoles (SCS-USDA, 1975).

Su textura es muy arcillosa y se agrieta ancha y profundamente, al menos en siete de diez años. Presenta la clase de tamaño de partícula que va de los 35 a 59 por ciento de arcilla en la fracción de tierra fina, y cuya temperatura del suelo va de los 15 a 22 °C (SCS-USDA, 1975). Información más detallada de este tipo de suelo se presenta en el Apéndice I.

Muestreos Permanentes en Vegetación

Fitomasa del Pastizal Mediano Abierto

Los muestreos de fitomasa se realizaron en las tres distancias de madriguera denominados anteriormente (A, B y

C)(Figura 3.3), en los que se delimitaron dos áreas:

(a) Con exclusión, para la cual se colocaron jaulas (45x35x40 cm) con malla de gallinero de 1", fijadas al suelo con clavos de 8", dejando un área de 35x30 cm (Farrow, 1917), de parcela experimental, la cual se delimitó también con clavos de 3 pulgadas, dejando 5 cm de vegetación entre la parcela experimental y la jaula para evitar el efecto de borde; y (b) Sin exclusión con igual procedimiento que el anterior, pero sin jaula. Esto se realizó en cinco madrigueras diferentes para cada una de las distancias, de tal manera de que en ninguna madriguera se asignó más de una distancia del gradiente, las 15 madrigueras se eligieron al azar de madrigueras numeradas previamente. Se estimó visualmente sin cortar la cantidad relativa (o porcentaje) de fitomasa de cada uno de nueve cuadros con respecto a un décimo (Figura 3.4), la fitomasa del cual era removida y secada a fin de cotejar su cantidad (g) de materia seca. Las estimaciones relativas de los primeros nueve cuadros se transforman a cantidades absolutas (g) de materia seca, usando como referencia al décimo cuadro y corrigiendo con el FC obtenido en la fase preliminar; la suma de estos 10 cuadros representa una repetición o madriguera. Las estimaciones se realizaron al inicio de la época de crecimiento (Junio-Julio, 1985) y al final de ésta (Septiembre-October).

La unidad de referencia para cada parcela experimental se cortó (para este caso, se incluyó toda la fitomasa verde en pie, independientemente de si fuera graminea o herbácea) y se puso en bolsas en las que se anotó fecha, número de la madriguera, distancia representada, con o sin exclusión y los valores en porcentaje de las nueve estimaciones, se secaron en una secadora de aire forzado (50°C, 48 hr), posteriormente se pesaron en una balanza analítica al 0.01 gr más cercano y se sacaron los equivalentes en peso de las estimaciones. Una vez obtenidos los valores estimados, se les aplicó el factor de corrección correspondiente ($FC = 1.03$).

Así, se muestrearon:

Tratamientos: Distancias (A,B,C)	3
Con y sin exclusión	2
Repeticiones	<u>5</u>
	30

Análisis de los datos

Los valores sometidos al análisis equivalen a las diferencias de fitomasa obtenidas en el lapso de tiempo del experimento (época de crecimiento). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas ajustado por covarianza con cinco repeticiones. El factor A está representado por las tres distancias de madriguera (A,B y C) y el factor B por: con y sin exclusión. Como covariables se utilizó la fitomasa inicial. En este caso, la repetición equivale a la suma de 10 muestras de fitomasa.

Fitomasa de especies clave de gramíneas

Para este caso se utilizaron sólo cinco madrigueras diferentes a las anteriores en cuyas áreas aledañas se presentaron las especies clave Bouteloua gracilis y Buchloe dactyloides, eligiendo cinco madrigueras para cada especie; en este caso no se establecieron por distancias (A, B y C) antes mencionadas, solo se realizaron los muestreos para con y sin exclusión, al inicio y al final de la época de crecimiento (Junio-Julio; Septiembre-Octubre). El procedimiento para el establecimiento de las jaulas se realizó en la forma descrita en el rubro de fitomasa del pastizal mediano abierto (Figura 3.4).

Así se muestrearon:

Tratamientos: con y sin exclusión	2
Repeticiones	<u>5</u>
	10

Los valores obtenidos $F_c = 1.16$ y 0.97 en el muestreo preliminar se aplicaron al zacate navajita azul (Bouteloua gracilis) y al zacate búfalo (Buchloe dactyloides), respectivamente.

Análisis de los datos

En este caso, también se analizaron los valores obtenidos de la diferencia en fitomasa que se presentó en un intervalo de tiempo (antes y después). El diseño utilizado fue un completamente al azar ajustado por covarianza con cinco repeticiones. El factor A representa a las áreas con y sin exclusión.

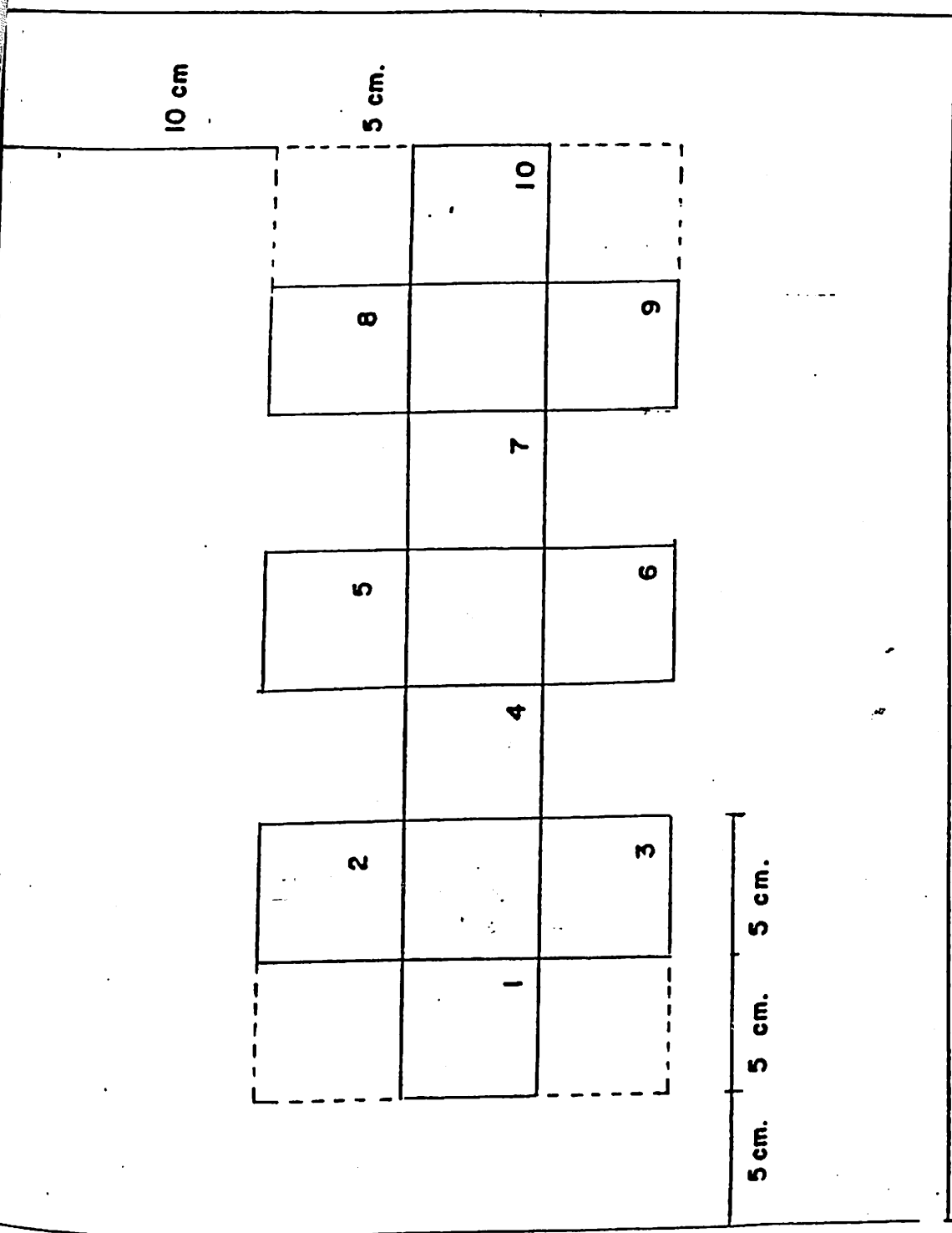


Figura 3.4. Representación de la parcela experimental, compuesta por 10 cuadros de 25 cm²

102

Como covariable se utilizaron los valores de la fitomasa inicial.

La parcela experimental estuvo representada por la sumatoria de las 10 muestras para cada área, con o sin exclusión.

Fitomasa de Juniperus monosperma

Para la obtención de la fitomasa de Juniperus monosperma se utilizó la técnica antes mencionada en el muestreo preliminar de Juniperus monosperma.

El trabajo de campo consistió en elegir 10 arbustos presentes en áreas aledañas a los montículos de madrigueras del perrito de la pradera. Cinco de esos arbustos se excluyeron con malla de gallinero de 1" y varillas de fierro, en este caso no se hicieron jaulas cerradas, sino un anillo que abarcara el arbusto, dejando un margen (10 cm) para el efecto de borde, la altura del anillo sobrepasaba la del arbusto (variable en función al tamaño de los arbustos).

Previo al establecimiento de las exclusiones, se estimó la fitomasa de los arbustos. Esta se realizó eligiendo una rama como referencia (a partir de la cual fuera más eficiente la estimación ocular como se menciona en el muestreo preliminar) y se estimó el resto del arbusto, para posteriormente obtener la fitomasa total por arbusto.

Las ramas, una por arbusto, se colocaron en bolsas y se llevaron al laboratorio donde se secaron en una secadora de aire forzado a 50 °C por 48 hr, posteriormente se pesaron en una balanza analítica al 0.1 g más cercano y se realizaron las operaciones necesarias para obtener la fitomasa total. Por ejemplo, si el arbusto se estimó como 10 veces la rama, el peso de esa rama se multiplicó por 10, obteniendo así el total.

Los valores estimados de fitomasa de cada arbusto fueron ajustados con la ecuación de regresión obtenida previamente (muestreo preliminar) tanto para la fitomasa inicial, como para la final.

Así pues, el muestreo se resumió a:

Tratamiento: con y sin exclusión	2
Repeticiones (arbustos)	<u>5</u>
	10

Análisis de los datos

Los valores obtenidos de la diferencia de fitomasa que existió al inicio y final del trabajo, se analizaron con un diseño completamente al azar, con ajuste por covarianza con cinco repeticiones. El factor A equivale a: con y sin exclusión.

La covariable utilizada fue la fitomasa inicial.

La parcela experimental está representada por cada arbusto.

Es común observar que las ramas del Juniperus son podadas por el perrito de la pradera, por lo que se procedió a recoger el material podado (ramas) de los Juniperus marcados sin exclusión, el cual se puso en bolsas para ser secado posteriormente en una estufa de aire forzado a 50 °C por 48 hr. Los valores obtenidos se iban anotando en el registro de cada arbusto, obteniendo al final una gráfica de descarga acumulativa de ramas de Juniperus monosperma, por épocas (meses), la misma se presenta en el Apéndice 2A.

Cobertura

Se eligieron al azar cinco madrigueras en uso, diferentes a las utilizadas para fitomasa del pastizal mediano abierto, y cinco madrigueras abandonadas (elegidas no aleatoriamente in situ) para realizar las determinaciones de cobertura, para lo cual se utilizó el marco de puntos (Levy y Madden, 1933), aplicándose en las tres distancias de madriguera (A,B y C), realizando cuatro muestreos en cada una de ellas (Figura 3.3), en el mes de Julio de 1985.

Distancias (A,B y C)	3
Tipos de madriguera (uso y abandonada)	2
Repeticiones	5
Muestreos/repetición	<u>4</u>
	120

En los muestreos se tomaron en cuenta los siguientes atributos:

- Características de la cobertura superficial del suelo (suelo, grava, piedra)
- Materia orgánica (de heces fecales de ganado bovino de perrito de la pradera, materia seca desprendida de gramíneas, herbáceas y arbustivas)
- Gramíneas en general
- Herbáceas
- Otros (costras de algas, líquenes, musgos).

Análisis de los datos

Los porcentajes de cobertura se transformaron usando el arco seno (del porcentaje) (Snedecor y Cochran, 1979), para analizarse estadísticamente. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas con cinco repeticiones para cada atributo de la misma. El factor A representa las distancias de madriguera y el factor B en uso o abandonadas.

La unidad experimental está constituida por la sumatoria de los cuatro muestreos de diez puntos cada uno, para cada distancia de cada madriguera.

Muestreos Permanentes de Suelo

Resistencia a la Penetración del Suelo

La resistencia a la penetración del suelo se estimó utilizando el penetrómetro de anillo de prueba (Black et al., 1965; Torres, 1980).

El penetrómetro se aplicó en tres distancias de madriguera (A, B y C), realizándose tres muestreos por distancia (Figura 3.3), esto se realizó en tres madrigueras de cada color de suelo: suelo rojizo*, suelo oscuro** y suelo claro***, en el Apéndice 1 se presentan los colores de suelo obtenidos para cada distancia, basados en las Tablas de Munsell.

Distancias	3
Colores de suelo	3
Parcelas experimentales	3
Muestreos/parcela experimental	<u>3</u>

81

El penetrómetro de anillo de prueba tiene dos indicadores: el contador de revoluciones y el disco indicador (una vuelta completa de la aguja del disco indicador, equivale a un valor del contador de revoluciones). Los indicadores se ordenaron de la siguiente forma: el valor del contador de revoluciones se pone primero y posteriormente el del disco indicador y se dividen entre 10,000, que es el equivalente de cada graduación de la periferia ($1/10,000$).

Para propósito de esta investigación se utilizó un penetrómetro de anillo de prueba (N° 13315), el cual tiene su respectiva carta de calibración, una vez obtenidas las

*, **, *** En lo sucesivo se nombrará suelo rojizo, oscuro y claro, de acuerdo con las Tablas de Munsell (Apéndice 1)

lecturas, se localizaron en el eje de las ordenadas (Y), posteriormente se buscó la intersección con la curva y se localizó este punto en el eje de las abscisas (X), este valor representa la presión actual y se lee en libras.

Distancias	3
Color de suelo	3
Muestreos por madriguera	4
Madrigueras	2
	72

Análisis de los Datos

Los valores de resistencia a la penetración obtenidos, se analizaron con un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3×3 , con tres repeticiones. El factor A corresponde a tres colores de suelo (suelo café claro, rojizo y oscuro), el factor B corresponde a tres distancias de madriguera (A, B, C).

La unidad experimental o repetición equivale al promedio de tres muestreos por parcela, en cada distancia de madriguera de cada color de suelo.

Tasa de Infiltración

Se evaluó la tasa de infiltración con la técnica del microinfiltrómetro (Gutiérrez et al. 1979) en este caso se realizó un ajuste, el cual consistió en utilizar un anillo adicional, quedando así un microinfiltrómetro de doble anillo, para lo cual se utilizaron botes de lámina de 255 ml y

1000 ml de capacidad. Se colocaron cuatro microinfiltrómetros en cada una de las tres distancias de madriguera (A, B, C) (Figura 3.4) en dos madrigueras de cada color de suelo (rojizo, oscuro y claro).

Las aplicaciones de agua se realizaron de la siguiente forma; se añadió una lámina de 50 ml de agua (10 mm) al anillo interior y se aplicó agua al anillo exterior (procurando que quedara al mismo nivel que el anillo interior) y se tomó el tiempo inicial, posteriormente se midió el tiempo en el que el agua desapareció por completo, tiempo al cual se aplicó nuevamente otra lámina de agua de igual magnitud, tomando el tiempo al que desapareció, y así sucesivamente, hasta que el tiempo de desaparición del agua fue casi constante.

A través de estos valores se obtuvieron las ecuaciones de las curvas para cada una de las distancias. La velocidad de infiltración está regida por la ecuación de Kostiakov (Rojas et al. S/F):

$$VI = kt^n$$

donde:

VI = velocidad de infiltración

K = coeficiente de infiltración (cm/hr)

t = tiempo (min)

n = exponente que corresponde a la pendiente de la tangente de la curva VI contra tiempo

La tasa de infiltración para cada lámina (10 mm) de agua que se aplicó, se obtuvo con la siguiente ecuación (Gutiérrez et al. 1979):

$$I = \frac{3600 (1 \text{ cm})}{t(\text{hr})}$$

donde:

I = tasa de infiltración (cm/hr)

t = tiempo necesario para que se infiltren 10 mm --
de agua

Así, los valores obtenidos para cada distancia de cada una de las madrigueras se promediaron; se obtuvo la media y el tiempo acumulado. Estos datos se procesaron (Programa Infiltración - curvas de poder con una calculadora HP-25) para obtener la ecuación de Kostiaikov.

Una vez obtenida la ecuación, los valores iniciales de capacidad de infiltración se ajustaron a través de ésta, obteniendo así, la capacidad de infiltración ajustada. Se graficaron los valores de tasa de infiltración (cm/hr) en el eje de las abscisas (Y) y el tiempo (min) en el eje de las ordenadas (X).

La ecuación se obtuvo con el procedimiento para curvas de poder, el cual consiste en:

1) La ecuación será $y = ax^b$ ($a > 0$)

Los grupos de valores para X = tiempo en minutos o segundos y Y = infiltración acumulada (cm/hr).

2) Los valores se transformaron a logaritmo natural:

$$\ln y = b \ln x + \ln a$$

3) Se soluciona a través de una regresión lineal:

a) Obtención de los coeficientes de regresión

$$b = \frac{\sum (\ln x_i) (\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i) (\sum \ln y_i)}{n}}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n}}$$

$$a = \exp \left[\frac{\sum \ln y_i}{n} - b \frac{\sum \ln x_i}{n} \right]$$

b) Coeficiente de determinación

$$= \frac{\left[\sum (\ln x_i) (\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i) (\sum \ln y_i)}{n} \right]^2}{\left[\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n} \right] \left[\sum (\ln y_i)^2 - \frac{(\sum \ln y_i)^2}{n} \right]}$$

c) Valor estimado de Y para la x dada:

$$\hat{Y} = ax^b$$

Análisis de los Datos

Comparación de Betas o Pendientes

La metodología de análisis utilizada, se describe a continuación:

Se tienen dos muestras independientes que "miden" las mismas variables. Sean A y B las muestras. Supongamos que la muestra A consta de n_A mediciones de Y_i , como respuesta a X_i ;

en este caso, Y_i es la tasa de infiltración (variable dependiente) de la muestra A y X_i es el tiempo (variable independiente) en la muestra A. Supongamos que la muestra B consta de n_B mediciones de W_i , la tasa de infiltración, en la muestra B y Z_i es la variable independiente (tiempo).

A partir de estas dos muestras obtuvimos las ecuaciones de predicción:

$$\hat{X}_i = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_i$$

$$\hat{W}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 Z_i$$

Tenemos ahora para la muestra, además:

A:

B:

H = Suma de cuadrados totales

$$H_A = \sum (x_i)^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n_A}$$

$$H_B = \sum (Z_i)^2 - \frac{(\sum Z_i)^2}{n}$$

$\bar{Y}$ = infiltración

$\bar{W}$ = infiltración

promedio

promedio

en la muestra

en la muestra

SCR^A = Suma de cuadrados
de la regresión
de A

SCR^B = Suma de cuadrados
de la regresión de
B

SCE^A = Suma de cuadrados
del error de A

SCE^B = Suma de cuadrados
del Error de B

y deseamos probar si las ecuaciones de predicción son estadísticamente iguales, obtenemos inicialmente la varianza

ponderada o mancomunada, como en este caso se compararon tres ecuaciones, una por cada distancia de madriguera (A, B y C), el procedimiento es el siguiente:

$$S_p^2 = \frac{SCEA + SCEB + SCEC}{nA + nB + nC - 6}$$

S_p = Varianza ponderada

$$S_{Oij}^2 = S_p^2 (1/n_i + 1/n_j)$$

$$S_{Lij}^2 = S_p^2 (1/H_A + 1/H_B)$$

supongamos que t sería:

$$t^m = \frac{|\bar{y}_i - \bar{y}_j|}{\sqrt{S_{Oij}^2}}$$

$$t^{\hat{\beta}} = \frac{|\beta_i - \beta_j|}{\sqrt{S_{Lij}^2}}$$

Y se busca el valor crítico de t en las tablas de t basadas en la desigualdad de Sidak (Games, 1977).

α = FWI = nivel de significancia

g = comparaciones, en este caso tres

v = grados de libertad en términos del error

$$= nA + nB + nC - 6$$

Posibles conclusiones:

(i) si $|t_0|$ & $|t_1|$ menores que t , las ecuaciones son iguales

- (ii) si $/t_0/$ mayor que $/t_1/$ las ecuaciones tienen la misma pendiente, pero diferentes medias.
- (iii) si $/t_0/$ menor que $/t_1/$ las ecuaciones tienen me dias iguales, pero diferente pendiente.
- (iiii) si $/t_0/$ mayor y $/t_1/$ mayor, las ecuaciones no - tienen nada en común.

En el Apéndice IV se presenta un ejemplo de este procedimiento.

Análisis Agregados

Este procedimiento se realiza para medir el porcentaje de partículas secundarias en el agua y el grado en que las partículas individuales más finas están agregadas en conjuntos más gruesos. En este caso, se utilizó la técnica de cribado en húmedo de Tiulin (1928).

Las muestras de suelo para este análisis fueron obtenidas delimitando un bloque de suelo de 10 cm de diámetro y 15 cm de profundidad, el cual fue extraído de tal forma que no sufriera daño (cuarteaduras o desmonoramiento), para su transporte, se colocó en botes de plástico de un litro de capacidad, tapados.

Se obtuvieron tres muestras en cada una de las tres distancias de madriguera (A, B y C), en tres colores de suelo (rojizo, oscuro y claro).

	N
Distancias	3
Repeticiones	3
Color de suelo	$\frac{3}{27}$

El procedimiento analítico se realizó en base a las metodologías propuestas por Tiulín (1928), Yoder (1936) y Kemper (1965).

En este caso el análisis se realizó en el laboratorio de Física de Suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en un aparato al que se acoplan siete tamices (0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.76, 6.35 y 12.7 mm) perfectamente embonados entre sí y acomodados en orden descendente de la luz de la luz de la malla. Se utilizaron 100 g de cada muestra que se colocaron en el tamiz de mayor luz. La muestra es remojada - entrando el agua por el tamiz de mayor luz y va inundando los seis restantes, al cubrir la muestra, se tira el agua por un desagüe lateral, repitiendo el procedimiento 10 veces para cada muestra.

Posteriormente el suelo que queda en cada tamiz se coloca en papeles previamente tarados y cuando estén completamente secos se pesan nuevamente.

El porcentaje de agregación se obtiene a través de la siguiente ecuación:

(Peso de suelo de los ta-	(Peso de suelo de los ta-	
mices: 12.7, 6.35, 4.76,	mices: 6.35, 4.76, 2.0,	
2.0, 1.0, 0.5 y 0.25)	1.0 y 0.5	x 100
100		

Análisis de los Datos

Los porcentajes de agregación obtenidos se transformaron al arco seno del porcentaje (Snedecor y Cochran, 1979) para poder analizarse posteriormente con un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 3, con tres repeticiones. El factor A está representado por las tres distancias de madriguera (A, B y C) y el factor B representa los colores de suelo (rojizo, oscuro y claro).

La parcela experimental equivale a los valores obtenidos para cada distancia en cada color de suelo.

CAPITULO 4

RESULTADOS

Fitomasa del Pastizal Mediano Abierto

El análisis de covarianza para la diferencia media de fitomasa del pastizal mediano abierto, mostró que no existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre distancias de madriguera (A,B,C), ni entre con y sin exclusión, ni en la interacción de ambas, asimismo no se presentó efecto de la covariable fitomasa inicial. La media general para la diferencia media de fitomasa del pastizal mediano abierto fue de 1721.68 kg/ha MS. En el Apéndice 1A se presenta el análisis de covarianza correspondiente.

Fitomasa de Especies Clave de Gramíneas

Fitomasa de *Bouteloua gracilis*

El análisis de covarianza para *Bouteloua gracilis* mostró que no existe diferencia significativa en la tasa de cambio de fitomasa de esta especie, ajustada por covarianza con la fitomasa inicial, dentro de los tratamientos con y sin exclusión (Figura 4.1) y Apéndice 2A. Sin embargo si existió efecto de la covariable fitomasa inicial, de manera que donde existió mayor cantidad de fitomasa inicial los incrementos de fitomasa fueron menores.

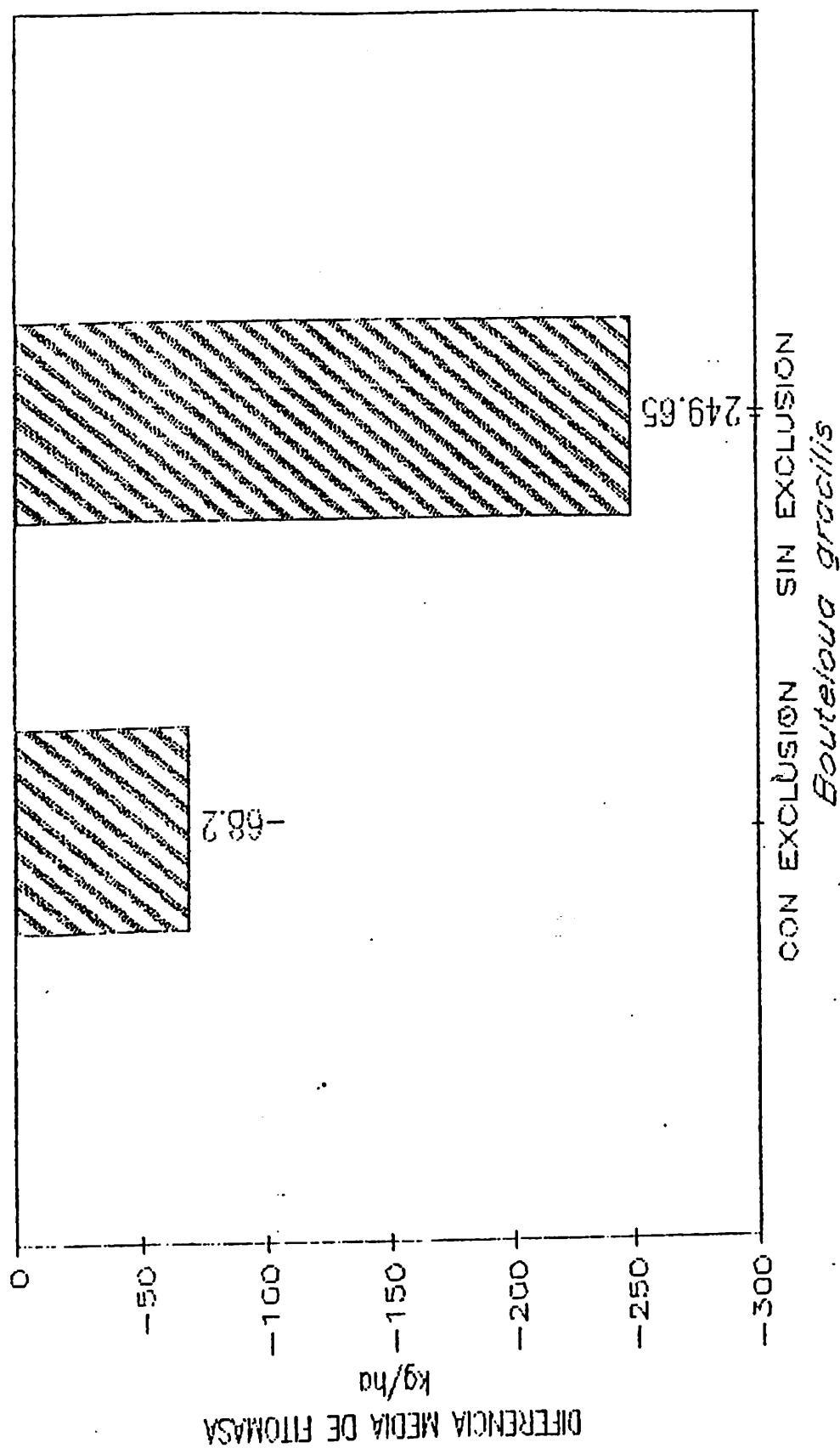


Figura 4.1. Diferencia media de fitomasa ajustada por la covariable fitomasa inicial de *Bouteloua gracilis* (kg/ha) con y sin exclusión en el Rancho Los Angeles, 1985.

Fitomasa de *Buchloe dactyloides*

El análisis de covarianza para *Buchloe dactyloides* nos muestra que no existió diferencia significativa en la tasa de cambio de fitomasa de esta especie, ajustada por covarianza con fitomasa inicial, entre los tratamientos con y sin exclusión, asimismo, no se encontró efecto de la covariable fitomasa inicial (Figura 4.2)(Apéndice 3A).

Fitomasa de *Juniperus monosperma*

El análisis de covarianza de las diferencias entre los tratamientos con y sin exclusión, utilizando la covariable fitomasa inicial, para la tasa de cambio de fitomasa de *Juniperus monosperma* mostró que existe diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.01$), ni tampoco existió efecto de la covariable.

Las medias ajustadas muestran que la exclusión permitió un incremento de fitomasa de aproximadamente ocho veces mayor que en los arbustos sin excluir (Figura 4.3) (Apéndice 4A).

Cobertura

Se contemplaron cinco componentes de la cobertura: características de la cobertura superficial del suelo (suelo desnudo+grava+piedras), materia orgánica, herbáceas, gramíneas y otros (algas, musgo, costra, etc.). De los resultados obtenidos, los componentes herbáceas y otros presentaron valores mínimos de porcentaje, por lo que no se creyó conveniente analizarlos estadísticamente, el comportamiento de los otros componentes se describe a continuación:

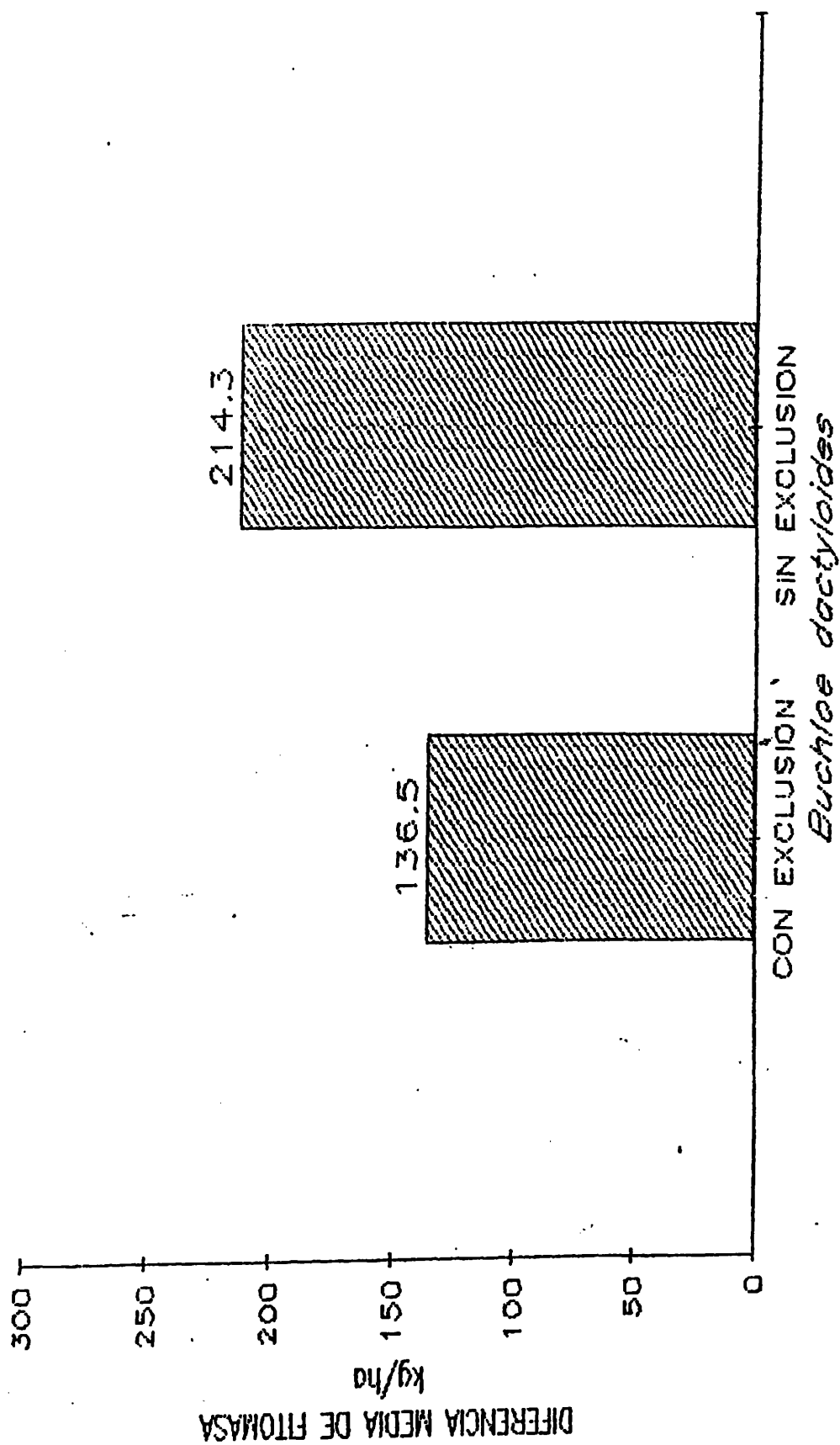


Figura 4.2. Diferencia media de fitomasa ajustada por la covariable fitomasa inicial de Buchloe dactyloides (kg/ha) con y sin exclusión en el Rancho Los Angeles, 1985.

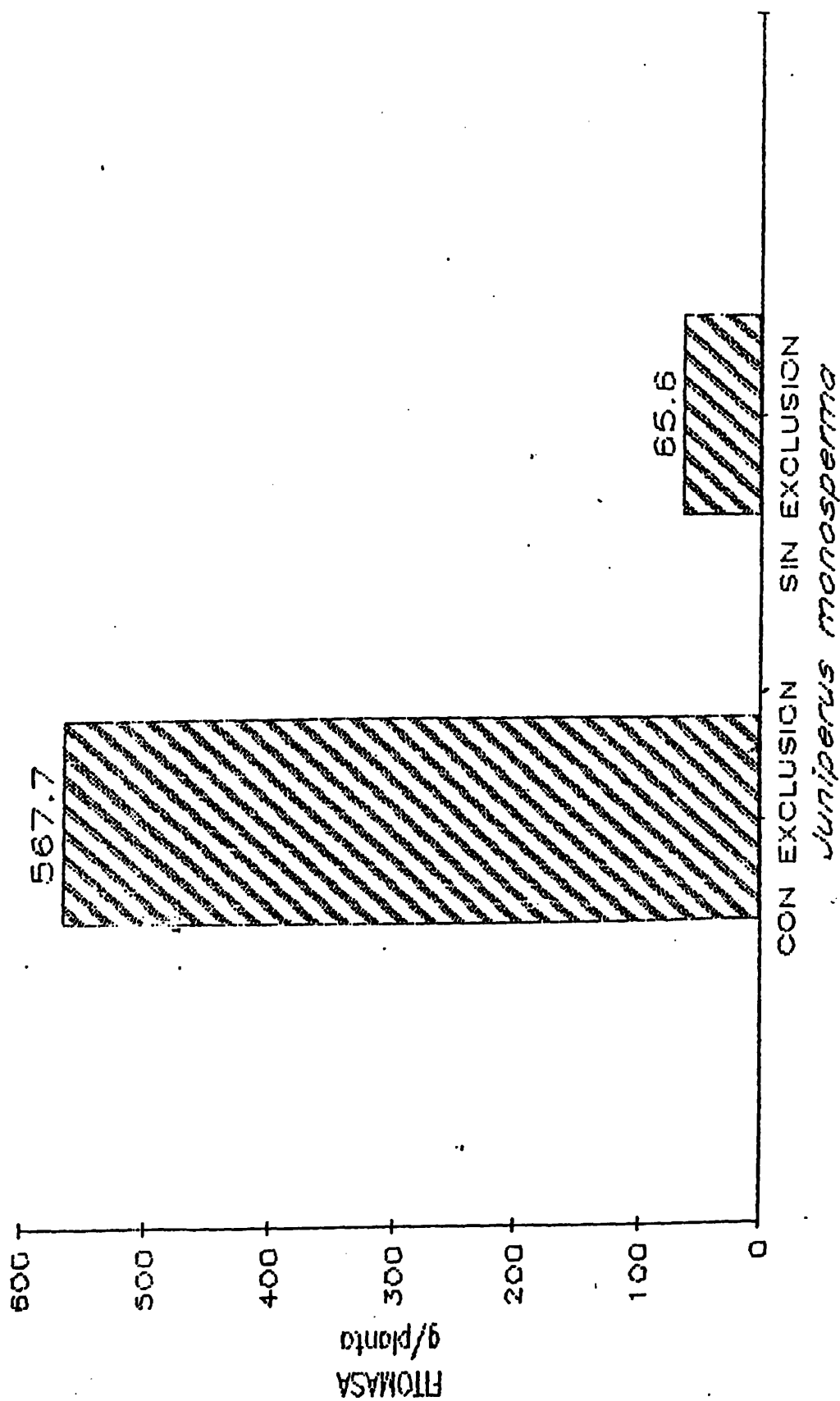


Figura 4.3. Diferencia media de fitomasa (kg/planta) ajustada por covarianza con la fitomasa inicial de Juniperus monosperma, con y sin exclusión, 1985.

Gramíneas

El análisis de varianza realizado para gramíneas, mostró que existe diferencia significativa ($P < 0.01$), tanto para tratamientos, como para interacciones.

En lo que se refiere a interacciones, se encontró que el montículo de madrigueras en uso, presentó valores significativamente menores (Tukey $< 0.01 = 0.38$) que el resto de los tratamientos, los cuales presentaron valores estadísticamente similares (Figura 4.4). En el Apéndice 5A se presenta el análisis de varianza correspondiente.

Características de la Cobertura Superficial del Suelo (suelo desnudo)

El análisis de varianza para la cobertura superficial del suelo (Apéndice 6A) mostró que existe diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.01$), pero no en la interacción, las medias para distancias de madriguera se presentan en el Cuadro 4.1.

Aquí podemos observar que el montículo presenta una proporción de características superficiales de la cobertura del suelo mayor (Tukey $< 0.01 = 0.21$) en aproximadamente 2.45 veces que las otras distancias.

Asimismo, se encontró que las madrigueras en uso, también presentaron diferencias significativas (Tukey $< 0.05 = 0.14$); a este respecto, con las madrigueras abandonadas, que presentaron una proporción de

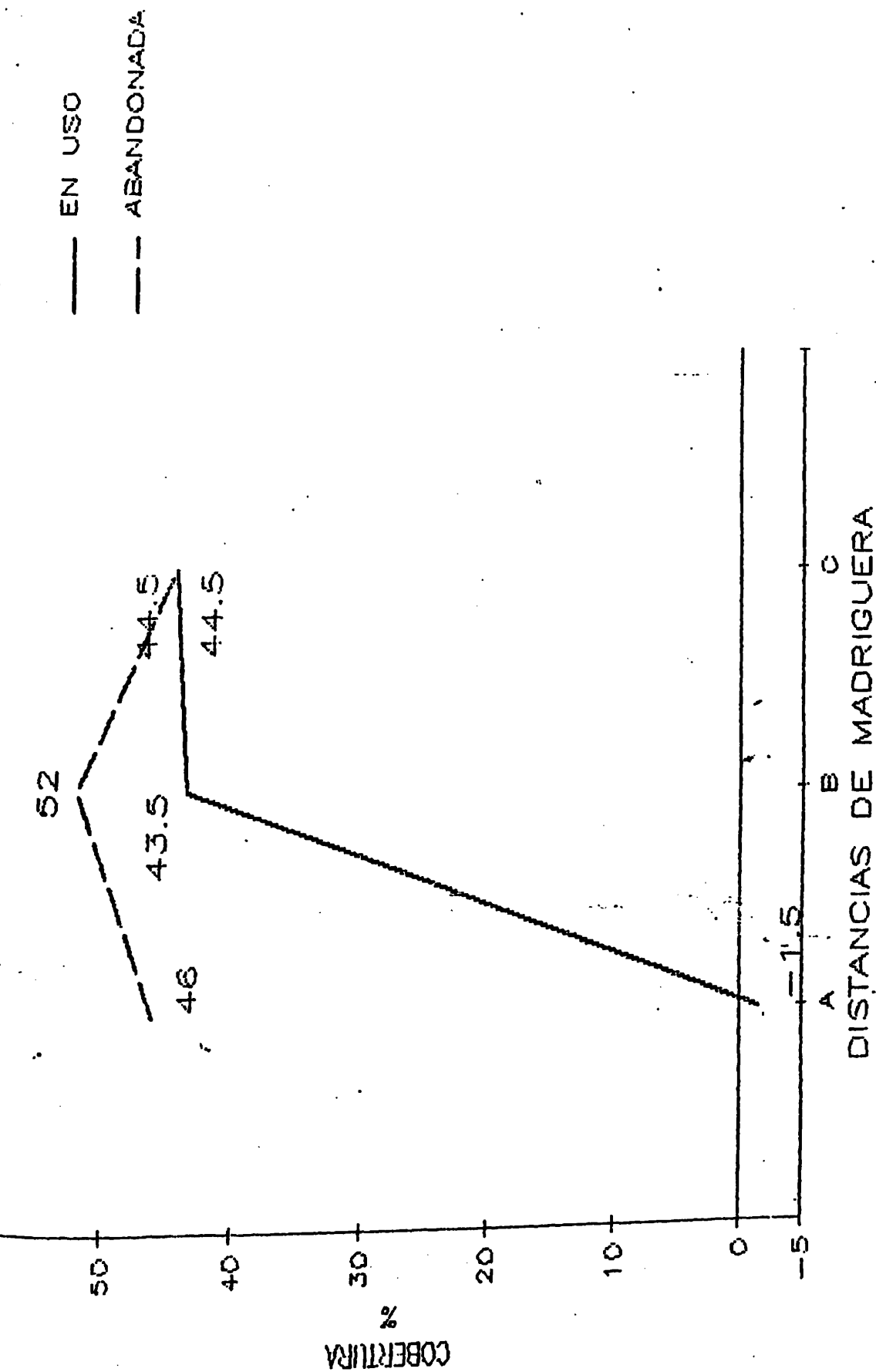


Figura 4.4. Cobertura de gramíneas (%) en tres distancias de madrigueras en uso y abandonadas.

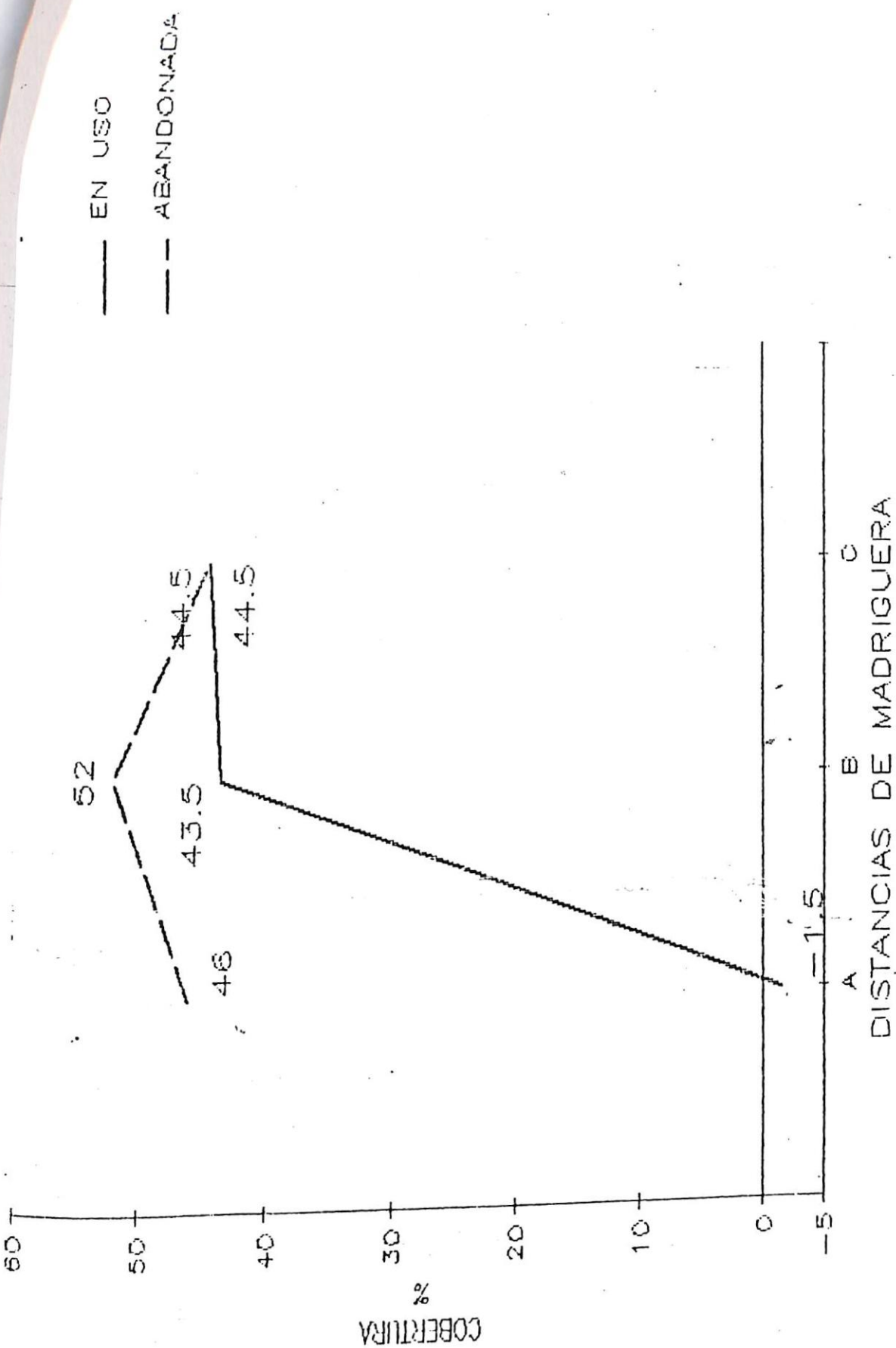


Figura 4.4. Cobertura de gramíneas (%) en tres distancias de madrigueras en uso y abandonadas.

Cuadro 4.1. Características de la cobertura superficial del suelo en tres distancias de madriguera de perrito de la pradera en el Rancho Los Angeles (1985)

Distancias	(%) Medias
A (Montículo)	54.25 b
B	22.25 a
C	22.00 a

asi 1.9 veces menor de características de la cobertura superficial del suelo, que las madrigueras en uso (Cuadro 4.2).

Materia Orgánica

El análisis de varianza (Apéndice 7A) para materia orgánica mostró que no existe diferencia significativa ($P < 0.05$) ni entre tratamientos, ni entre interacciones. La media general de cobertura de materia orgánica fue el 25.67 por ciento.

Resistencia a la Penetración del Suelo

El análisis realizado reportó diferencias significativas en la resistencia a la penetración del suelo, entre colores de suelo ($P < 0.05$) y entre las distancias de madriguera ($P < 0.01$), pero no en la interacción color de suelo - distancia de madriguera (Apéndice 8A).

Cuadro 4.2. Características de la cobertura superficial del -
suelo (suelo desnudo) en madrigueras en uso y -
abandonadas en el Rancho Los Angeles (1985).

Tipo de uso	Medias
En uso	42.83 b
Abandonadas	22.83 a

La Figura 4.5 muestra el comportamiento de las medias para la resistencia a la penetración de los diferentes colores de suelo.

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($P < 0.05 = 14.9358$).

Como se puede observar en la Figura 4.5, el suelo claro presenta una mayor resistencia a la penetración que el suelo obscuro, que estadísticamente es similar al rojizo. La Figura 4.6 muestra el comportamiento de la resistencia a la penetración del suelo en las diferentes distancias de madriguera, en el cual puede observarse que el suelo que se encuentra en el montículo (A) presenta valores de resistencia a la penetración, significativamente menores ($P < 0.01$) que el suelo que se encuentra fuera del montículo. Para la comparación de medias se usó la prueba de Tukey ($P < 0.01 = 18.4535$).

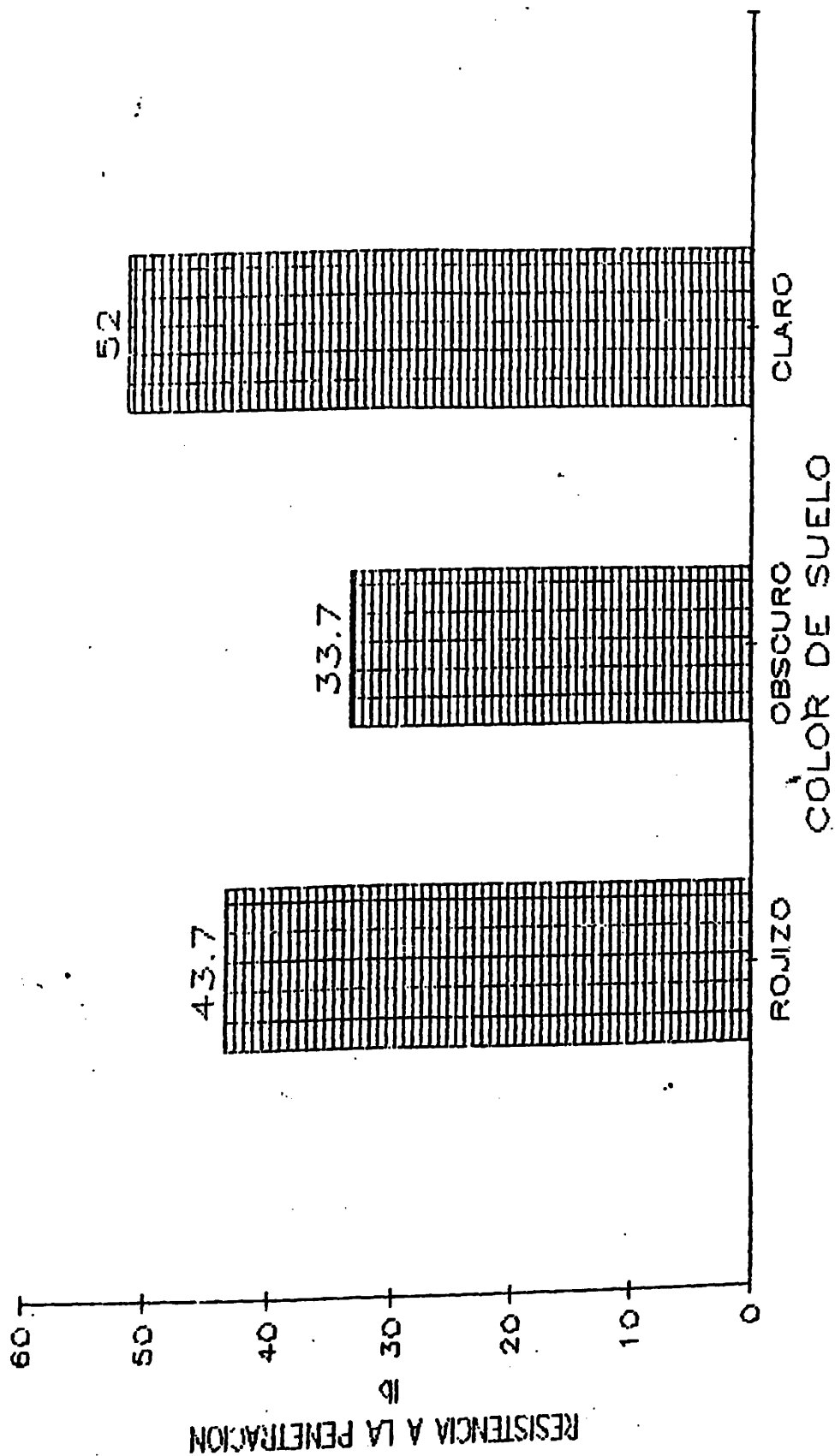


Figura 4.5. Resistencia a la penetración del suelo (lb) en tres colores de suelo de madriguera de perrito de la pradera, en el Rancho Los Angeles, 1985.

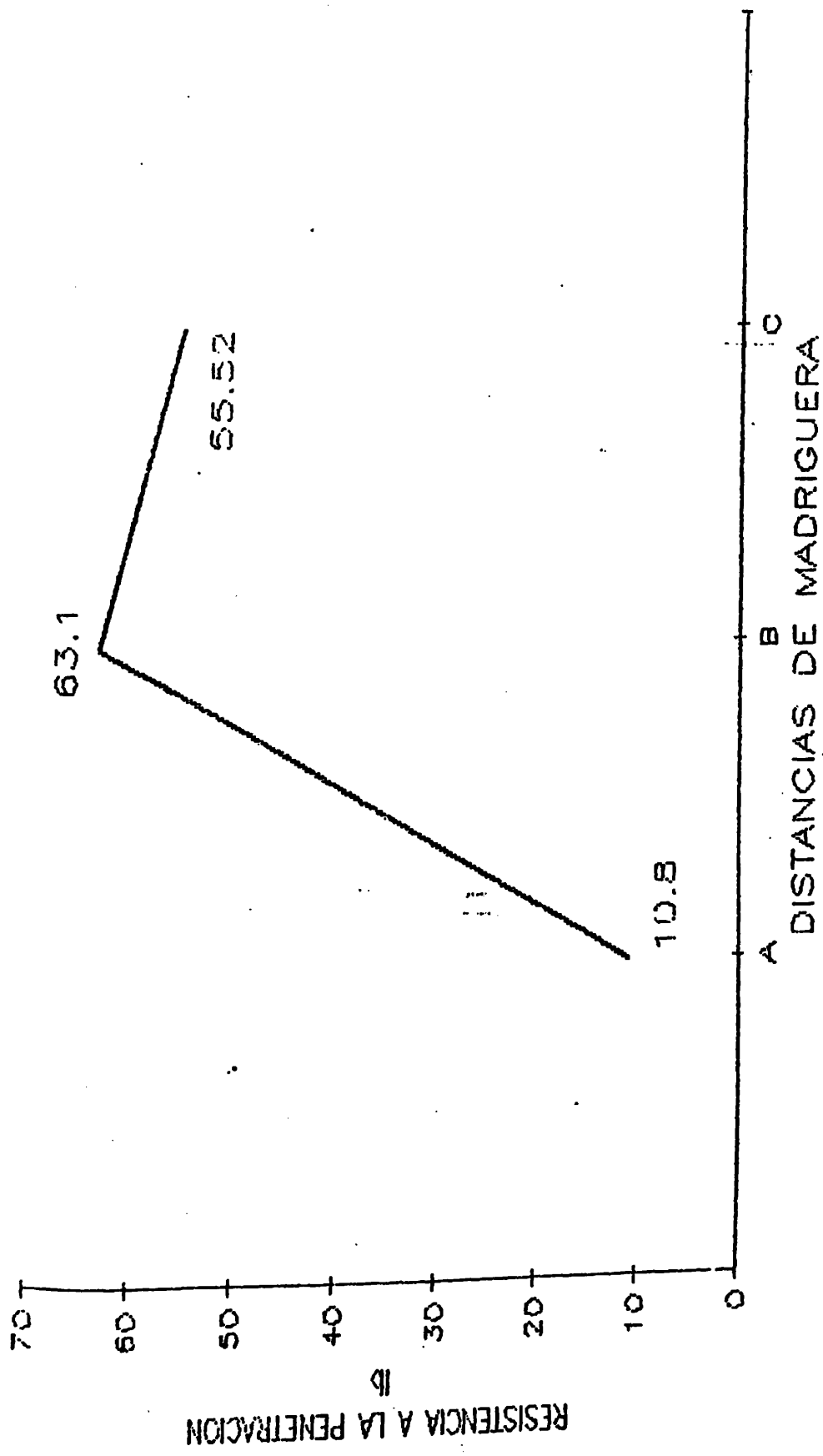


Figura 4.6. Resistencia a la penetración del suelo (lb) en tres distancias de madriguera de perrito de la pradera en el Rancho Los Angeles, 1985.

Tasa de Infiltración

El análisis realizado para observar las diferencias entre las curvas, mostró que existe diferencia significativa ($P < 0.01$) entre las ordenadas al origen o K de la Ecuación $VI = K t^n$ para las tres distancias de madriguera de suelo café rojizo, siendo mayor la del montículo, sin embargo, tienen la misma pendiente.

En lo que se refiere al suelo obscuro, la mayor tasa de infiltración se presentó en el montículo, siendo significativamente mayor que en las distancias B y C.

Solamente el de suelo claro 1, presentó una tasa de infiltración significativamente mayor ($P < 0.05$) en el montículo, que en las distancias restantes, en la muestra 2, no existió diferencia significativa para las distancias.

Las ecuaciones obtenidas con sus respectivos coeficientes de determinación, de presentan en el Cuadro 4.3 y los valores calculados de t para los coeficientes de las ecuaciones se presentan en el Cuadro 4.4. Las curvas correspondientes a distancias de madriguera y color de suelo, se presentan en los Apéndices 3A a 8A.

Estabilidad de Agregados

El análisis de varianza (Apéndice 9A) realizado para estabilidad de agregados (porcentaje de agregación), mostró que no existe diferencia significativa ($P < 0.05$), en la estabilidad de agregados entre las distancias de madriguera, ni entre colores de suelo, ni para

Cuadro 4.3. Ecuaciones alométricas obtenidas para la tasa de infiltración, tanto para distancias de madriguera, como para colores de suelo y sus coeficientes de determinación respectivos

Color de suelo	Distancia	Ecuación	Coefficiente de determinación r^2
Rojizo	A ₁	$Y = 48.2611 x^{-0.371}$	0.879
	A ₂	$Y = 37.8904 x^{-0.3805}$	0.966
	B ₁	$Y = 18.5601 x^{-0.3101}$	0.757
	B ₂	$Y = 21.3791 x^{-0.3559}$	0.884
	C ₁	$Y = 23.6807 x^{-0.3849}$	0.836
	C ₂	$Y = 17.4587 x^{-0.3510}$	0.823
Oscuro	A ₁	$Y = 49.6466 x^{-0.5886}$	0.945
	A ₂	$Y = 25.3843 x^{-0.3398}$	0.868
	B ₁	$Y = 35.4397 x^{-0.5430}$	0.948
	B ₂	$Y = 19.4079 x^{-0.2821}$	0.827
	C ₁	$Y = 35.0496 x^{-0.5754}$	0.936
	C ₂	$Y = 21.6149 x^{-0.3642}$	0.883
Claro	A ₁	$Y = 19.540 x^{-0.4054}$	0.949
	A ₂	$Y = 15.8215 x^{-0.3973}$	0.884
	B ₁	$Y = 19.1268 x^{-0.3715}$	0.837
	B ₂	$Y = 13.3901 x^{-0.2768}$	0.871
	C ₁	$Y = 15.4119 x^{-0.3012}$	0.891
	C ₂	$Y = 8.4979 x^{-0.1463}$	0.886

Cuadro 4.4. Valores calculados de T con datos transformados a logaritmos para las comparaciones de los coeficientes de la ecuación de la recta

Color	Distancias comparadas	t_{ij}^{α}	$t_{ij}^{\hat{\beta}}$
Rojizo ₁	AB	14.04 **	0.39 NS
	AC	11.89 **	0.10 NS
	BC	0.92	0.41 NS
Rojizo ₂	AB	10.64 **	0.19 NS
	AC	15.88 **	0.02 NS
	BC	4.81 **	0.03 NS
Obscuro ₁	AB	2.57 NS	0.31 NS
	AC	2.63 *	0.04 NS
	BC	0.24 NS	0.22 NS
Obscuro ₂	AB	1.05 NS	0.37 NS
	AC	6.13 **	0.18 NS
	BC	4.57 **	0.54 NS
Claro ₁	AB	2.97 *	0.18 NS
	AC	2.35 NS	0.47 NS
	BC	0.72 NS	0.3 NS
Claro ₂	AB	2.58 NS	0.6 NS
	AC	2.01 NS	0.87 NS
	BC	0.81 NS	0.45 NS

NS no significativo

* (P = 0.05)

** (P = 0.01)

Cuadro 4.4. Valores calculados de T con datos transformados a logaritmos para las comparaciones de los coeficientes de la ecuación de la recta

Color	Distancias comparadas	t_{ij}^{α}	$t_{ij}^{\hat{\beta}}$
Rojizo ₁	AB	14.04 **	0.39 NS
	AC	11.89 **	0.10 NS
	BC	0.92	0.41 NS
Rojizo ₂	AB	10.64 **	0.19 NS
	AC	15.88 **	0.02 NS
	BC	4.81 **	0.03 NS
Obscuro ₁	AB	2.57 NS	0.31 NS
	AC	2.63 *	0.04 NS
	BC	0.24 NS	0.22 NS
Obscuro ₂	AB	1.05 NS	0.37 NS
	AC	6.13 **	0.18 NS
	BC	4.57 **	0.54 NS
Claro ₁	AB	2.97 *	0.18 NS
	AC	2.35 NS	0.47 NS
	BC	0.72 NS	0.3 NS
Claro ₂	AB	2.58 NS	0.6 NS
	AC	2.01 NS	0.87 NS
	BC	0.81 NS	0.45 NS

NS no significativo

* (P = 0.05)

** (P = 0.01)

la interacción distancia-color de suelo. La media general para agregación fue 66.26 por ciento.

CAPITULO 5

DISCUSION

Fitomasa del Pastizal Mediano Abierto

Como pudimos observar, no se encontró variación significativa en la diferencia media de fitomasa del pastizal mediano abierto entre las distancias de madriguera, ni entre las áreas excluidas y sin excluir, lo cual puede ser debido a que se presentó una alta variabilidad entre madrigueras y existieron factores que no se tomaron en cuenta en el momento de realizar los muestreos y el análisis estadístico, tales como la utilización invisible dentro de las jaulas, la estrategia de dispersión de propágulos, como en el caso de Aristida curvifolia, en la que se desprende la inflorescencia al madurar, y al momento de realizar las estimaciones de fitomasa, este material se encontraba desprendido, la densidad de perritos por madriguera, ya que de hecho la magnitud del efecto debe estar también relacionada con el número de individuos que intervienen, las estrategias del perrito para eliminar elementos que le son extraños, como en el caso de tratar de tapar las jaulas con tierra, lo que influyó en las lecturas de fitomasa final.

Muchos autores argumentan que el perrito de la pradera es detrimental en la producción y rendimiento del

pastizal, Taylor (1924) que menciona que el perrito de la pradera zuni destruye porcentajes de la magnitud de 69 por ciento de Agropyron smithii, 99 por ciento de Sporobolus cryptandrus o bien el 80 por ciento de la producción anual potencial de forraje en algunas áreas, el 83 por ciento de Bouteloua gracilis en otras y en algunos casos hasta el 100 por ciento. Sin embargo, compara áreas diferentes para el apacentamiento de especies diferentes y concluye de esta forma, no presenta los incrementos o reducciones para cada área, observa las áreas por separado y las compara entre sí. Koford (1958) critica esta postura, ya que solo se realizó una evaluación de 1 m² en cada una de las áreas, con y sin excluir de las localidades y que no necesariamente tenían la misma producción. De hecho, sería incongruente pensar que el perrito acabaría con toda la vegetación, ya que biológicamente debe proveerse de alimento. Medina y De la Cruz (1976) encontraron que la extracción de forraje por el perrito de la pradera mexicana no fue del 35.3 por ciento a través de exclusiones, pero no se hace alusión a si en realidad las áreas excluidas y sin excluir presentan una producción similar y en qué período de tiempo ocurrió ésta extracción. Autores como O'Melia y colaboradores (1982) mencionan que el perrito de la pradera cola negra (C. ludovicianus) favorece la dominancia de zacates cortos, lo que no le hace totalmente detrimental, es más, en áreas cálidas estos zacates son preferidos por el ganado, así, podemos observar que existe una variedad de

resultados en lo que al efecto de este roedor corresponde; Uresk (1985) concluye que se requeriría de una exclusión total de nueve años o más para incrementar la producción de forraje para áreas con pre-envenenamiento de perrito, ya sea apacentadas por perrito, ganado o ambos, en condición pobre, y el control de la especie no incrementa la producción de forraje. Sin embargo, los resultados del presente trabajo, antes mencionados, con aquellos antes mencionados, debido a que en este caso se investiga el área inmediata de influencia. El efecto del perrito de la pradera mexicana en la vegetación ha sido escasamente estudiado, como para tener puntos de comparación, al contrario, se ve la necesidad de realizar mayor cantidad de estudios a corto y largo plazo sobre la influencia real de esta especie en la producción del pastizal, asimismo, es necesario tener información sobre la densidad de madrigueras y de individuos por madriguera para juzgar la magnitud de su efecto.

Dado que uno de los principales problemas que se tuvieron al realizar los análisis estadísticos fue la alta variabilidad entre unidades de muestreo, se recomienda que en investigaciones posteriores se tome en cuenta dentro del análisis o, en su defecto, se vea la posibilidad de contar con unidades de muestreo más homogéneas.

Fitomasa de Especies Clave de Gramíneas

La diferencia media de fitomasa de zacate navajita azul y zacate búfalo, no presentó diferencia estadística entre las áreas excluidas y sin excluir. En el caso del zacate navajita azul, se encontró efecto de la covariable fitomasa inicial, esto es, la cantidad inicial de fitomasa influye en la producción de fitomasa en forma inversa, así, en áreas donde inicialmente existía mayor fitomasa, la producción de ésta hacia el final de la época de crecimiento fue menor que en donde la fitomasa inicial fue menor. Aún y cuando en ninguno de los tratamientos hubo incrementos de fitomasa, no podemos concluir que el perrito sea el único causante de decremento en fitomasa. En el caso del zacate búfalo la producción de fitomasa inicial no influyó en la fitomasa final, y en ambos tratamientos hubo incrementos similares de fitomasa.

No podemos aseverar que el perrito de la pradera sea el causante único de decrementos o incrementos pobres de fitomasa, es necesario considerar el efecto de agentes no controlables como precipitación raquítica, baja humedad ambiental y temperatura. El año de 1985 fue un año seco, es por ello que el desarrollo de las especie de gramíneas fue menor que en otros años, además la época de crecimiento de los zaca-tes se desfasó, ya que en el presente trabajo se tomaron lecturas de producción de zacate navajita azul en el mes de noviembre, fenómeno que normalmente no ocurre

en esta época. Es importante contar con la información de la estación meteorológica correspondiente para que nuestras conclusiones sean lo más certero posibles, ya que sin esta herramienta, solo contamos con nuestro punto de vista, algunas veces subjetivo y recalcamos el efecto de algunos factores más que el de otros.

Durante la realización del trabajo, se observó la ventaja que representa la utilización de técnicas no destructivas, debido a que se pueden seguir las investigaciones a través del tiempo y del espacio, destruyendo una menor cantidad de material, ahorrando más tiempo al realizar las mediciones, y aplicando el correspondiente factor de corrección a nuestras estimaciones, tiene validez científica, por lo que se recomienda utilizarlas en investigaciones en pastizales.

Fitomasa de Juniperus monosperma

En este caso, si se encontró diferencia estadística entre los arbustos excluidos y sin excluir, lo que nos permite tener una mejor visualización del efecto del perrito de la pradera en esta especie. Este arbusto está considerado como ajeno al pastizal mediano abierto y, posiblemente por su porte es por lo que el perrito se ve en la necesidad de podarlo, para mejorar su visibilidad, tanto de los individuos de la colonia, como de sus enemigos naturales. También pudimos observar que la poda es casi constante a través del año y que aún y cuando el Juniperus rebrota constantemente, la poda por

en esta época. Es importante contar con la información de la estación meteorológica correspondiente para que nuestras conclusiones sean lo más certero posibles, ya que sin esta herramienta, solo contamos con nuestro punto de vista, algunas veces subjetivo y recalcamos el efecto de algunos factores más que el de otros.

Durante la realización del trabajo, se observó la ventaja que representa la utilización de técnicas no destructivas, debido a que se pueden seguir las investigaciones a través del tiempo y del espacio, destruyendo una menor cantidad de material, ahorrando más tiempo al realizar las mediciones, y aplicando el correspondiente factor de corrección a nuestras estimaciones, tiene validez científica, por lo que se recomienda utilizarlas en investigaciones en pastizales.

Fitomasa de Juniperus monosperma

En este caso, si se encontró diferencia estadística entre los arbustos excluidos y sin excluir, lo que nos permite tener una mejor visualización del efecto del perrito de la pradera en esta especie. Este arbusto está considerado como ajeno al pastizal mediano abierto y, posiblemente por su porte es por lo que el perrito se ve en la necesidad de podarlo, para mejorar su visibilidad, tanto de los individuos de la colonia, como de sus enemigos naturales. También pudimos observar que la poda es casi constante a través del año y que aún y cuando el Juniperus rebrota constantemente, la poda por

el roedor es mayor que el rebrote, lo cual corrobora lo observado por Osborn (1942) y Koford (1958), aunque ellos encontraron este comportamiento del perrito en otras especies de arbustivas como Artemisia y Quercus, la tendencia es la misma, es decir, al podar el Juniperus, no permite su desarrollo óptimo. Es por ello que se recomienda realizar estudios posteriores que contemplen la dinámica de carga y descarga de fitomasa, tanto de especies deseables como indeseables, para el perrito y para el ganado a través modelaje.

Cobertura

En lo que se refiere a cobertura, es lógico encontrar que las características de la cobertura superficial del suelo ocupan el mayor porcentaje dentro del área del montículo y por ello, la cobertura de vegetación presenta porcentajes significativamente menores, los cual van aumentando a medida que se alejan del montículo, lo cual es debido principalmente a la continua actividad del perrito en el montículo en esta área, esto es, removiendo constantemente el suelo y la vegetación presente en él. Otros autores han estudiado la cobertura de vegetación, pero comparándola entre dos áreas adyacentes: con perrito de la pradera y sin él. En este sentido no podemos comparar los resultados obtenidos en este trabajo con los de Bonham y Lerwick (1976) aunque cabe aclarar que en las áreas de perrito de la pradera mexicano, es también abundante el zacate búfalo, lo cual coincide también

en lo reportado por Koford (1958). En lo que se refiere a madrigueras abandonadas, es lógico encontrar que en ellas la vegetación se ha establecido, más que todo debido a la falta de actividad del perrito por un largo período de tiempo, cabe aclarar que no todas las madrigueras abandonadas presentan esta revegetación, debido a que son reutilizadas al iniciar la temporada de emergencia de las crías, convirtiéndose así en activas. En los montículos de estas madrigueras se encontró una mayor proporción de zacates que en los montículos de las activas, sobre todo zacate pelillo (Muhlenbergia repens), sin embargo, no existe diferencia significativa en la cobertura de las distancias.

De hecho, a través del año, tanto la cobertura como la producción, varían y, valores obtenidos durante primavera y verano son diferentes a los obtenidos en otoño e invierno. Asimismo es recomendable que se le de seguimiento en el tiempo a la cobertura, ya sea en general o por especies de interés particular, para tener idea más fija de su comportamiento.

Propiedades Físicas del Suelo

En lo que se refiere a propiedades físicas del suelo alteradas por la actividad del perrito de la pradera, las investigaciones son nulas, se tiene conocimiento de que mantienen una porción desnuda, que acarrean material superficial y subterráneo (Koford, 1958) pero investigaciones cuantitativas, no hay. En esta investiga-

ción hemos encontrado que la resistencia a la penetración del suelo es significativamente menor en el montículo que en áreas adyacentes, y es variable entre colores de suelo, esto se explica por la constante actividad de remover el suelo superficial y mezclarlo con el ya existente del montículo (interior y superficial) y a la presencia de materia orgánica, tanto de heces del perrito, como de los restos de plantas que poda y consume, es por ello que la tasa de infiltración es mayor. Aunque no todos los tipos de suelo presentan condiciones similares, como se puede observar, el suelo café claro presenta una resistencia a la penetración mayor que los otros tipos de suelo, y es por ello que su tasa de infiltración es menor, aún más, no es significativamente mayor en el montículo que en las otras distancias, sin embargo, la estabilidad de los agregados del suelo no presentó diferencia significativa ni entre distancias de madriguera ni entre colores de suelo. Aunque, aparentemente el suelo del montículo se ve disgregado, a cierta profundidad se torna más compacto, así, al obtener la muestra para análisis, una porción de suelo es fácilmente disgregada, pero otra no; para prácticas agrícolas se recomienda un porcentaje de agregación mayor al 80 por ciento, sin embargo, se desconoce un porcentaje recomendado para pastizales, asimismo es importante mencionar que para el buen establecimiento de la vegetación, se recomienda un buen porcentaje de agregación y una tasa de infiltración alta, lo que nos hace pensar

que la actividad del perrito no es tan detrimental como para erosionar el suelo. Aunado esto a los resultados de cobertura, podríamos relacionarlos de la siguiente forma; a mayor capacidad de infiltración, menor resistencia a la penetración y menor cobertura de vegetación.

Hace falta realizar mayor cantidad de investigaciones que involucren las propiedades físicas y/o químicas del suelo, a través de las estaciones del año y en áreas mayores de influencia del perrito, esto nos permitiría concluir más extensamente sobre el verdadero efecto, ya sea benéfico, detrimental o regulador en los ciclos de los elementos en el pastizal.

Debido a que el pastizal es dinámico, es necesario que se estudien los procesos que ahí ocurren, para ello se requiere de una continuidad de toma de datos a través del tiempo, que nos permita observar las tendencias, tanto de la vegetación como del suelo. Para lo cual, nos podemos ayudar con herramientas estadísticas, tales como el modelaje que involucren el tiempo y el espacio (series de tiempo y patrones de dispersión). Para el análisis de estos procesos, se recomienda ampliamente utilizar las pruebas de comparación de coeficientes de los modelos obtenidos, ya que nos permitirían observar si las tendencias difieren o no, o si en realidad las tendencias son las mismas, pero las magnitudes diferentes.

Este es un estudio preliminar que nos ha esclarecido un poco las relaciones del perrito de la pradera mexicano con la vegetación y suelo de pastizal, sin embargo, se requiere que el estudio de esta especie, ahora patrimonio mundial, profundice más en lo que a su papel en el ecosistema de pastizal se refiere, ya sea en sus relaciones con la vegetación, suelo, fauna (micro, meso y megafauna) y ganado doméstico.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

1.- La fitomasa de pastizal mediano abierto no presentó diferencia significativa ni entre distancias de madriguera, ni entre con y sin exclusión. Sin embargo, la respuesta biológica la idea de que se puede contar con mayor cantidad de fitomasa a medida que existe un aumento en la distancia de madriguera, pero al llegar a cierto punto (B) esta vuelve a disminuir, aunque no en la magnitud del montículo.

2.- No se encontró diferencia significativa en la fitomasa de especies clave de gramíneas entre las áreas excluidas y sin excluir. Sin embargo, en el caso de Bouteloua gracilis, la fitomasa inicial influyó en la final, por lo que el perrito de la pradera no es necesariamente el causante en la disminución de fitomasa.

3.- La fitomasa de Juniperus monosperma fue significativamente mayor dentro de la exclusión, que fuera de ella, por lo que el perrito de la pradera mexicano puede ser un agente controlador de esta especie.

4.- La cobertura de vegetación y suelo fue significativamente diferente entre el montículo y las dos distancias restantes. Las características de la cobertura superficial del suelo presentaron un porcentaje significativamente mayor en el montículo que en las áreas

restantes, inversamente se comportaron las gramíneas en madrigueras en uso.

5.- La resistencia a la penetración del suelo fue significativamente menor en el montículo que en las distancias B y C; asimismo, el suelo café oscuro fue el que presentó menor resistencia a la penetración del suelo.

6.- La capacidad de infiltración fue consistentemente mayor en el montículo que en las distancias restantes, sin embargo, en madrigueras de suelo rojizo, también existió diferencia entre la tasa de infiltración de las distancias B y C, siendo mayor en la segunda, en el suelo oscuro también se presentó este caso, pero a diferencia del anterior, la distancia B presentó mayor tasa de infiltración que la distancia C. En el único caso en el que no existió diferencia entre distancias, fue en una de las madrigueras de suelo claro. Cabe notar que, en todos los casos, la tendencia de las tasas de infiltración es la misma, aunque varíe la magnitud de éstas.

7.- La estabilidad de los agregados del suelo no presentó diferencia significativa entre las distancias de madriguera, ni entre colores de suelo.

CAPITULO 7

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Rancho Demostrativo Los Angeles en el sureste del estado de Coahuila, con el objetivo de evaluar el efecto del perrito de la pradera mexicano en la vegetación y suelo del pastizal mediano abierto.

Se estimó la fitomasa del pastizal mediano abierto con y sin exclusión, y se midieron la cobertura, la resistencia a la penetración del suelo, la tasa de infiltración y la estabilidad de los agregados del suelo en un gradiente de uso de madriguera representado por tres distancias: A: montículo, B: intermedia, que abarcó un radio de 1.5 m a partir del límite exterior de la distancia B. Además se estimó la fitomasa de especies clave de gramíneas: Bouteloua gracilis y Buchloe dactyloides y del arbusto Juniperus monosperma con y sin exclusión con el criterio de la planta más cercana al montículo de madriguera.

Se encontró que la diferencia media de fitomasa del pastizal mediano abierto no varía significativamente ($P < 0.05$) en el gradiente de uso de madriguera, ni entre con y sin exclusión. Las características de la cobertura superficial del suelo fueron significativamente mayo-

res ($P < 0.01$) en el montículo que en las distancias restantes, inversamente se comportaron las gramíneas, el porcentaje de materia orgánica no difirió significativamente ($P < 0.05$) en el gradiente de uso. La resistencia a la penetración del suelo fue significativamente menor ($P < 0.01$) en el montículo que en las otras distancias, lo opuesto se presentó en la tasa de infiltración, la cual fue consistentemente mayor en el montículo; sin embargo, la tendencia fue la misma para las tres distancias. La estabilidad de los agregados del suelo no varió significativamente en el gradiente de uso de madriguera, asimismo, la fitomasa de especies clave de gramínea, no mostró diferencia dentro y fuera de la exclusión ($P < 0.05$). La fitomasa de J. monosperma fue significativamente mayor ($P < 0.01$) dentro de la exclusión.

Se concluye que la actividad del perrito de la pradera mexicana mantiene menor cobertura de gramíneas y baja resistencia a la penetración del suelo en el montículo, pero mantiene buena tasa de infiltración y no influye significativamente en la estabilidad de los agregados del suelo, en la fitomasa del pastizal mediano abierto y especies clave de gramíneas, pero disminuye la fitomasa de Juniperus monosperma.

CAPITULO 8

LITERATURA CITADA

- ✓ Agnew, W., I.W. Uresk, and R.M. Hansen. 1986. Flora and fauna associated with prairie dog colonies and adjacent ungrazed mixed-grass prairie in Western South Dakota. *J. Range Manage.* 39(2):135-139. United States of America.
- Andrew, M.H., I.R. Noble, and R.T. Lange. 1979. A non-destructive method for estimating the weight of forage on shrubs. *Aust. Rangel. J.* 1(3):225-231. Australia
- Andrew, M.H., I.R. Noble, R.T. Lange, and A.W. Johnson. 1981. The measurement of shrub forage weight: three methods compared. *Aust. Rangel. J.* 3(1):74-82. Australia.
- ✓ Baker, R.H. 1956. Mammals of Coahuila, Mex. Univ. Kansas Publ. Museum of Nat. Hist. 9(7):202-203. United States of America.
- Baver, L.D., W.H. Gardner, and W.R. Gardner. 1980. Física de suelos. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. México. 529 p.
- Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger and F. E. Clark. 1965. Methods of soil analysis, Part I. *Am. Soc. of Agronomy.* United States of America. 770 p.
- ✓ Bonham, C.D. and Lerwick. 1976. Vegetation changes induced by prairie dogs on shortgrass range. *J. Range Manage.* 29(3):221-226. United States of America.
- Cable, D.R. 1977. Soil water changes in creosotebush and bursage during a dry period in Southern Arizona. *Ariz. Acad. of Sci.* 12(1):15-20. United States of America.
- ✓ Cavazos C., O. 1984. Control químico de Flourensia cernua D.C. en el pastizal mediano abierto. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila. México. 121 p.

- ✓ Chambers, J.C., and R.W. Brown. 1983. Methods for vegetation sampling and analysis on revegetated mined lands. Gen. Tech. Rep. INT-151. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. United States of America. 57 p.
- ✓ Collins, A.R., J.P. Workman, and D.W. Uresk. 1984. An economic analysis of black-tailed prairie dog (Cynomys ludovicianus) control. J. Range Manage. 37 (4):358-361. United States of America.
- Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero COTECO-CA. 1979. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana Edo. de Coahuila. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. SARH. México. 255 p.
- ✓ Convention on International Trade in Endangered Species CITES. 1986. Endangered and threatened wildlife and plants. 50 Code of Federal Regulations. 50 CFR 17.11. Endangered and Threatened wildlife. FWS/LE ENF 4-REG-17 (Rev. 12/31/85). United States of America. 60 p.
- Dalquest, W.W. 1953. Mammals of the Mexican State of San Luis Potosi. Louisiana State Univ. Press. p. 89-91. United States of America.
- De la Cruz C., J.A., J. de la Fuente Z., J. Medina T. y R. Vázquez A. 1973. Rancho Los Angeles. SAG-Gob. del Edo. de Coah. ESAAN-UAC. Coahuila, México. 20 p.
- Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL). 1970a. Monterrey. Carta climática. 14R-VII. Escala 1:500,000. Color: varios. Dirección de Estudios del Territorio Nacional. México. 1 h.
- Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL). 1970B. Agua Nueva. G13C43, Huachichil. G15C44, Gómez Farías. G13C53 y Hedionda. G13C54. Cartas: Geológica, Edafológica, Topográfica, Climática y de Uso del Suelo. Escala 1:25,000. Color: varios. Dirección de Estudios del Territorio Nacional. México. 16 h.

- Dirección de Estudios del Territorio Nacional. 1973. Cartas: Agua Nueva G14C43; Huachichil G14C44; Gómez Farías, G14C53 y Hediondilla G14C54. Cartas: Geológica, Topográfica, Edafológica y de Uso del Suelo. Escala 1:25,000. Color: varios. Dirección de Estudios del Territorio Nacional. México. 16 h.
- Dunne, T., and L.B. Leopold. 1978. Water in environmental planning. W.H. Freeman and Co. United States of America. 818 p.
- Ellison, L. 1946. The pocket gopher in relation to soil erosion on mountain range. Ecology 27:101-114. United States of America.
- Eckert, R.E., Jr., M.K. Wood, W.H. Blackburn, F.F. Peterson, J.L. Stephens and M.S. Meurisse. 1978. Effects of surface-soil morphology on improvement and management of some arid and semiarid rangelands. Proc. of First Int. Rangeland Congress. p. 299-302. United States of America.
- ✓ Fagerstone, K.A., H.P. Titjen and O. Williams. 1981. Seasonal variation in the diet of black-tailed prairie dogs. J. Mamm. 62(4):820-824. United States of America.
- Farrow, E.P. 1916. On the ecology of the vegetation of breckland. J. of Ecology. 4(2):57-64. United States of America.
- ✓ Farrow, E.P. 1917. On the ecology of vegetation of breckland. General effects of rabbits on vegetation. J. Ecol. 5(1):1-18. United States of America.
- ✓ Fitch, H.S. 1948. Ecology of the California ground squirrel on grazing lands. Amer. Midland Nat. 39:513-596. United States of America.
- ✓ Fogden, M.P.L. 1977. El impacto de roedores y lagomorfos en los agostaderos del Norte de México. Serie Técnico-Científica INIP-SARH (Zona Norte). México. Vol. II(2) 51 p.
- ✓ Fogden P., M. Fogden y J.M. Peña N. 1978. Control, manejo y aprovechamiento de la fauna silvestre de los pastizales. Perrito de la Pradera. Bol. Pastizales. RELC-INIP-SARH. Vol. IX-1:2-4. México.
- Games, P.A. 1977. An improved table for simultaneous control on g contrasts. J. of Amer. Stat. Assoc. 72 (359):531-534. United States of America.

- García, E. 1964. Modificaciones del sistema de clasificación climática de Köppen. Ed. Larrios. México.
- Gifford, G.F., R.H. Faust and G.B. Coltharp. 1977. Measuring soil compaction on rangeland. J. Range Manage. 30 (6):457-460. United States of America.
- Gutiérrez C., J.; F.M. Smith y J. Medina T. 1979. Caracterización hidrológica de la Cuenca de San Tiburcio, Zacatecas. UAAAN. Monografía Técnico Científica. 5(4):250-281. México.
- ✓ Hansen, R.M. and B.R. Cavender. 1973. Food intake and digestion by blacktail prairie dogs under laboratory conditions. Acta Theriologica. 18:191-200. United States of America.
- ✓ _____ and I.K. Gold. 1977. Blacktail prairie dogs, desert cotton tails and cattle trophic relations on short grass range. J. Range Manage. 30(3):210-214. United States of America.
- Hillel, D. 1971. Soil and water. Physical principles and processes. Academic Press. N.Y. United States of America. 275 p.
- ✓ Hollister, N.A. 1976. Systematic account of the prairie dogs. USDA. Bureau of Biological Survey. North - American Found. N°. 40:1 - 36. United States of America.
- ✓ Kelso, L.H. 1939. Food habits of prairie dogs. U.S. Dept. Agric. Circ. 529. Washington. United States of America. 15 p.
- ✓ Kelson, K.R. and E.R. Hall. 1959. The mammals of North America. The Ronald Press Co. N.Y. United States of America. 1083 p.
- Kemper, W.D. 1965. Aggregate stability. Methods of soil analysis I. Agronomy Monograph. N° 9. Academic Press. p. 511-519. United States of America.
- ✓ King, J.A. 1959. La conducta social de los perrillos de las praderas. Conducta Animal. Scientific American. Blume. p. 371 - 380. Madrid, España.

- ✓ Klatt, L.E. and D. Hein. 1978. Vegetative differences among active and abandoned towns of black-tailed prairie dogs (C. ludovicianus). J. Range Manage. 31(4):315-317. United States of America.
- ✓ Koford, C.B. 1958. Prairie dogs, white faces and blue gramma. Wildlife Monographs. No. 3. United States of America. 78 p.
- Levy, E.B. and Madden, E.A. 1933. The point method of pasture analysis. New Zeal Jour. Agr. 46:267-279. New Zealand.
- Linsley, R.K., M.A. Kohler and J.L.H. Paulhus. 1975. Hydrology for engineers. 2nd. Ed. McGraw-Hill. United States of America. 482 p.
- ✓ Medina T., J.G. y J.A. De la Cruz C. 1976. Ecología y control del perrito de la pradera mexicana (Cynomys mexicanus Merriam). Monografía Técnico-Científica 2(5):365-418. UAAAN. Saltillo, Coah., México.
- ✓ Merriam, C.H. 1892. Classification of the mexican prairie dogs of the Great Plains. In USDA Yearbook of Agriculture. p. 257-270. United States of America.
- ✓ Merriam, C.H. 1902. The prairie dogs of the Great Plains. U.S. Dept. Agric. Yearbook. 1901:257-270. United States of America.
- ✓ Mueggler, W.F. 1976. Number of plots required for measuring productivity on Mountain grasslands in Montana. USDA Forest Service. Research Note INT-207. United States of America.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods to measure vegetation. Willey Int. Ed. N.Y. United States of America.
- Neter, J. and W.W. Wasserman. 1974. Applied linear statistical model. Richard D. Irwin, Inc. United States of America. 842 p.
- ✓ Norris, J.J. 1950. Effect of rodents, rabbits and cattle in two vegetation types in semidesert rangeland. New Mexico Agric. Exp. Sta. Bull. 353. United States of America. 23 p.

- ✓ O'Melia, M.E., F.L. Knopf and J.C. Lewis. 1982. Some consequences of competition between prairie dogs and beef cattle. *J. Range Manage.* 35(5):580-585. United States of America.
- ✓ Osbron, B. 1942. Prairie dogs in shinnery (oak-Scrub) Savannah. *Ecology*. 23(1):110-115. United States of America.
- ✓ Pizzimenti, J.J. and L.R. Mc Clenagan. 1974. Reproduction, growth and development and behavior in mexican prairie dog *C. mexicanus* Merriam. *Am. Midl. Nat.* 92 (1): 130. United States of America.
- Qashu, H.K. 1970. Abiotic-biotic interaction in desert ecosystems infiltration and runoff. National Research Council Division of Biology and Agriculture IBP Office, J.H. 234. Washington, D.C. United States of America.
- Rodríguez F., F. 1979. Eurasia y Norteamérica (Región Holártica). *Enciclopedia Salvat de la Fauna*. Salvat. 5:179-199. España.
- Rojas P., L., R. Jasso I. y L.E. Ramírez. Sin fecha. Teoría y aplicación del uso y conservación del agua. UAAAN. 90 p. México.
- Satterlund, D.R. 1972. Wildland watershed management. The Ronald Press Co. N.Y. United States of America. 370 p.
- ✓ Serrato S., R., J.G. Medina T. y R. Vásquez A. 1983. Respuesta del pastizal mediano abierto a diferentes sistemas de pastoreo. UAAAN. Monog. Técnico-Científica. 9(1):32-43. México.
- ✓ Sierra, T.J. 1980. Identificación de las gramíneas del Rancho Demostrativo "Los Angeles", Saltillo, Coahuila, por sus características vegetativas. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 118 p.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1979. Métodos estadísticos. CECSA. México. 703 p.
- Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture. 1975. Soil taxonomy. Agriculture Handbook No. 436. United States of America. 754 p.

- ✓ Stromberg, M.R. 1978. Subsurface burrow connections and entrance spatial pattern of prairie dogs. The Southwestern Naturalist 23(2):173-180. United States of America.
- ✓ Summers, C.A. and R.L. Linder. 1978. Food habits of the black-tailed prairie dog in Western South Dakota. J. Range Manage. 31(2):134-136. United States of America.
- ✓ Taylor, W.P. 1924. Damage to range grasses by the zunni prairie dog. USDA. Department Bull. No. 1227. Washington, D.C. United States of America. 15 p.
- ✓ Taylor, W.P., C.T. Vorhies and P.B. Lister. 1935. The relation of jackrabbits to grazing in Southern Arizona. J. Forestry 33:490-498. United States of America.
- Tiedemann, A.R. and J.D. Klemmedson. 1973. Efecto del mezquite sobre las propiedades físicas y químicas del Suelo. Selecciones del Journal of Range Manage. 2 (1):2832. México.
- Tiulin, H.F. 1928. Questions on soil structure II. Aggregate analysis as a method for determining soil structure. Perm. Agric. Exp. Sta. Div. Agr. Chem. Rep. 2 p. 77-122. United States of America.
- Torres R., E. 1980. Manual de conservación de suelos agrícolas. UAAAN. México. 203 p.
- ✓ Uresk, D.W. 1985. Effects of controlling black-tailed prairie dogs on plant production. J. Range Manage. 38 (5):466-468. United States of America.
- Valdez O., L.F. 1986. Levantamiento semidetallado de suelos en el Rancho "Los Angeles". Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 113 p.
- Vásquez A., R. 1973. Plan inicial de manejo de agostaderos en el Rancho Demostrativo Los Angeles. Tesis Licenciatura. Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro. UAC. México. 93 p.
- ✓ Whittaker, R.H. 1961. Estimation of net primary production of forest and shrub communities. Ecology 42:177-180. United States of America.
- Wilcock, D.N. and C.I. Essery. 1984. Infiltration measurements in a small lowland catchment. J. Hydrology 74:191-204. Netherlands.

Yoder, R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis of soils and study of the physical nature of erosion losses. Amer. Soc. Agron. Jour. 28:337-351. United States of America.

A P E N D I C E

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Descripcion general del suelo de la Unidad Uno del
Predio

Suelos profundos de origen aluvial, con un horizonte superficial rico en materia orgánica, de colores oscuros, textura arcillosa, el contenido de arcilla aumenta con la profundidad, presenta un régimen de humedad arídico, poseen un horizonte cálcico a menos de 1.5 m de profundidad, tiene colores rojizos y estructura muy poco desarrollada. Los colores varían en profundidad de oscuros a rojizos, la estructura varía en profundidad de buena a pobremente desarrollada con la profundidad. El régimen de temperatura del suelo es térmico.

Presenta una capa superficial de color oscuro rico en materia orgánica que corresponde al horizonte A, tiene una estructura granular bien desarrollada y textura arcillosa; una capa de color café rojizo muy pobre en materia orgánica, de estructura en bloques medios angulares moderadamente desarrollada y de textura arcillosa; una capa rica en carbonatos de calcio de colores rojizos, muy pobre en materia orgánica, de textura arcillosa y estructura granular y bloques subangulares pobremente desarrollada y muy deleznable por los altos contenidos en CaCO_3 .

DESCRIPCION DEL SITIO

SERIE.....	Perrito de la pradera		
FECHA DE ADSCRIPCION.....	Octubre 20 de 1985		
DESCRIBIO.....	Ing. Luis A. Natividad B. Ing. Fernando Valdés		
LOCALIZACION.....	Potrero 17 del Rancho Los Angeles		
MUNICIPIO.....	Saltillo		
POSICION FISIOGRAFICA.....	Valle aluvial		
ALTITUD.....	2150 msnm		
RELIEVE.....	Plano con pendiente del 1%		
	Superior	Moderado	
DRENAJE NATURAL	Regular	Inferior	Deficiente
	Regimen de Humedad:		
	Aridico		
CLIMA EDAFICO.....	Regimen de Temperatura:		
	Térmico		
VEGETACION NATURAL.....	Pastizal, Mediano, Abierto		
USO ACTUAL.....	Ganadería		
EROSION.....	Láminas		
MATERIAL PARENTAL.....	Sedimentos Aluviales del Cuaternario		
FORMACION ESPECIALES.....	Grietas, Incipiente relieve		
	GILGAI		

DESCRIPCION DEL PERFIL

Ap Color: Café oscuro (10 YR 2/2) en
0 - 18 cm húmedo y (10 YR 3/3) en seco.
Textura: Arcillosa (60.4% A)
Estructura: Bloques subangulares medios mo-
deradamente desarrollados.
Permeabilidad: Moderada.
Consistencia: Dura en seco y friable en
húmedo.
Porosidad: Poros regulares, medios interpe-
dales e intrapedales.
Presencia de raíces: raíces finas y
medias abundantes.
Reacción al H_2O_2 : Fuerte
Reacción al HCl: Nula
pH: 7.7
Fauna: Roedores

DESCRIPCION DEL PERFIL REPRESENTATIVO

Localización y Descripción:

Fecha de descripción 20 de Octubre de 1985. Suelos de origen aluvial, el pozo representativo se encuentra ubicado en el Potrero 17, tiene un relieve plano y una pendiente de 1 por ciento, con una altura de 2150 msnm. Tiene un régimen de humedad arídico, tiene un drenaje superficial moderado y drenaje interno deficiente, profundidad mayor de 2 m, tiene una erosión laminar muy ligera. Uso actual es de Pastoreo.

Se encuentran los siguientes horizontes:

Ap - 0 - 18 cm; café oscuro: color Munsell 10 YR 2/2 en húmedo y 10 YR 3/3 en seco; textura arcillosa (46.4 por ciento Ar); estructura granular media bien desarrollada; permeabilidad moderada; consistencia en seco dura y friable en húmedo; poros regulares medios interpedales y entre los pedos; raíces finas medias; reacción al H_2O_2 fuerte (4.37 por ciento de MO); reacción al HCl nula (9.27 por ciento de $CaCO_3$); pH de 7.7; fauna de roedores, transición a la siguiente capa irregular definida.

At₁ - 18 - 56 cm; café oscuro; color Munsell 10 YR 2/2 en húmedo y 10 YR 6/4 en seco; textura arcillosa (60.4 por ciento); estructura en bloques subangulares medios moderadamente desarrollados; permeabilidad moderada; consistencia dura en seco y friable en húmedo; poros medios abundantes interpedales y entre los pedos;

raíces pocas finas; reacción al H_2O_2 moderada (2.68 por ciento de MO); reacción al HCl débil (11.13 por ciento de $CaCO_3$); pH de 7.7; fauna de perrito de la pradera; transición a la siguiente capa gradual corta.

Bs - 56 - 120 cm; color café rojizo; colores Munsell 5 YR 3/4 en húmedo y 5 YR 4/6 en seco; textura arcillosa (64.4 por ciento de Ar); estructura en bloques medios angulares pobremente desarrollados; permeabilidad lenta; consistencia en seco muy dura y friable en húmedo; poros finos interpedales; raíces muy finas pocas; reacción al H_2O_2 nula (0.24 por ciento de MO); reacción al HCl fuerte (13.07 por ciento $CaCO_3$); pH de 7.7; fauna de perrito de la pradera que causa mucha pedoturbación; se presentan grietas de la base del subhorizonte hasta el límite superior transición a la siguiente capa gradual corta.

Bca - 120 - 180 cm; rojizo; colores Munsell 2.5 YR 3/6 en húmedo y 2.5 YR 4/6 en seco; textura arcillosa (66.4 por ciento de Ar); estructura muy suelta debido al alto contenido de $CaCO_3$; permeabilidad rápida; consistencia blanda en seco y muy friable en húmedo; poros abundantes medios; sin raíces; reacción al H_2O_2 nula (0.25 por ciento de MO); reacción al HCl fuerte (45.45 por ciento de $CaCO_3$); pH de 7.7; fauna de perrito de la pradera que causa mucha remoción de material (pedoturbación).

Color de suelo obtenido para las distancias de madriguera (A, B y C)
según Munsell

		S u e l o s						Claro	
		Rojizo		Obscuro				1	2
		1	2	1	2	1	2	1	2
A	5YR 4/6		5YR 4/6	7.5YR 4/4	7.5YR 4/2	5YR 5/2	5YR 6/3		
	Rojo amarillento		Rojo amarillento	Café obscuro	Café obscuro	Gris rojizo	Café rojizo claro		
B	5YR 4/3		5YR 3/4	7.5YR 4/4	7.5YR 4/2	5YR 4/2	5YR 4/2		
	Café rojizo		Café rojizo obscuro	Café obscuro	Café obscuro	Gris rojizo obscuro	Gris rojizo obscuro		
C	5YR 4/3		5YR 3/4	7.5YR 4/2	7.5YR 4/2	5YR 4/2	5YR 4/2		
	Café rojizo		Café rojizo obscuro	Café obscuro	Café obscuro	Gris rojizo obscuro	Gris rojizo obscuro		

Cuadro 1A. Análisis de covarianza para la diferencia media de fitomasa del pastizal mediano abierto (kg/ha) en tres distancias de madriguera (Factor A) con y sin exclusión (Factor B) ajustado por regresión con la fitomasa inicial (Cov 2)

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc
A	2	2.866795×10^8	1.43339×10^8	1.9688569 NS
Error (a)	12	8.73644×10^8	72803667	
B	1	4018148	4018148	0.1236474 NS
AB	2	4.693926×10^7	23249630	0.7154432 NS
Error B	11	3.57465×10^8	32496818	
Total	29	1.626497×9^9		

NS diferencia no significativa

Cuadro 2A. Análisis de covarianza para la diferencia media de fitomasa acumulada de Bouteloua gracilis (kg/ha) con y sin exclusión (Factor A) ajustado por regresión con la fitomasa inicial (Cov. 2).

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Fc ≥ F
Cov (2)	1	3656423	3656423	31.82	0.00 **
A (1)	1	80696.7	80696.7	0.70	0.51 NS
Error	7	804391.6	114913.1		
Total	9	4541511	504612.3		

** diferencia significativa ($P \leq 0.01$)

NS diferencia no significativa

Cuadro 3A. Análisis de covarianza para la diferencia media de fitomasa acumulada Buchloe dactyloides (kg/ha), con y sin exclusión (Factor A), ajustado por regresión con la fitomasa inicial (Cov 2)

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Fc≥F
Cov (2)	1	775547.7	775547.7	2.44	0.16 NS
A (1)	1	15097.62	15097.62	0.05	0.80 NS
Error	7	2223793	317684.8		
Total	9	3014439	334937.6		

NS diferencia no significativa

Cuadro 4A. Análisis de covarianza para la diferencia media de fitomasa de *Juniperus monosperma* (g/planta) con y sin exclusión (Factor A), ajustado por regresión con la fitomasa inicial (Cov 2).

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Fc ≥ F
Cov (2)	1	23077.57	23077.57	0.80	0.52 NS
A (1)	1	405457	405457	14.04	0.01 **
Error	7	202198.8	28885.55		
Ajuste total	9	630733.4	70081.48		

** diferencias significativas ($P \leq 0.01$)

NS diferencias no significativas

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la cobertura de gramíneas en tres distancias de madrigueras (Factor A) en uso y abandonadas (Factor B)

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc
A	2	0.709739	0.3548695	18.825135 **
Error (a)	12	0.22621	0.0188508	
B	1	0.4541467	0.4541467	22.80766 **
AB	2	0.6204402	0.3102201	15.579535 **
Error (b)	12	0.2389443	0.019912	
Total	29	2.2494802		

** diferencia significativa (P ≤ 0.01)

Cuadro 6A. Análisis de varianza para las características de la cobertura superficial del suelo en tres distancias de madrigueras (Factor A) en uso y abandonadas (Factor B)

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc
A	2	0.880276	0.440138	24.609983 **
Error (a)	12	0.2146143	0.0178845	
B	1	0.3561829	0.3561829	11.375614 **
AB	2	0.2021354	0.1010677	3.2278562 NS
Error (b)	12	0.3757331	0.031311	
Total	29	2.0289417		

** diferencia significativa (P ≤ 0.01)

NS diferencia no significativa

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la cobertura de materia orgánica en tres distancias de madrigueras (Factor A) en uso y abandonadas (Factor B)

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc
A	2	7.036318×10^{-2}	0.0351816	2.1240403 NS
Error (a)	12	0.1987642	0.0165636	
B	1	6.837791×10^{-3}	6.837791×10^{-3}	0.4925549 NS
AB	2	9.778617×10^{-3}	4.88931×10^{-3}	0.3521976 NS
Error B	12	0.1665875	0.0138822	
Total	29	0.4523312		

NS diferencia no significativa

Cuadro 8A. Análisis de varianza para la resistencia a la penetración del suelo en tres distancias de madriguera (Factor B) para tres colores de suelo (Factor A)

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	C.M.	FC	F _{C ≥ F}
A (1)	2	4514.541	2257.27	4.33	0.016 *
B (2)	2	43143.000	21571.75	41.39	0.00 **
AB	4	2521.271	630.3170	1.21	0.314
Error	72	37528.45	521.2284		

** altamente significativo ($P \leq 0.01$)

* significativo ($P \leq 0.05$)

Cuadro 9A. Análisis de varianza para agregación del suelo en tres distancias de madriguera (Factor A) para los tres colores de suelo (Factor B)

Fuentes de variación	g.l.	S.C.	Fc	Fc	Fc ≥ F
A (1)	2	0.1451475	7.257374E-02	2.92	0.078 NS
B (2)	2	0.234923E-02	4.117462E-02	1.66	0.217 NS
AB	4	0.1687524	4.218809E-02	1.7	0.193 NS
Error	18	0.4467624	2.482013E-02		

NS: diferencias no significativa

Cuadro 10A. Ejemplificación del procedimiento de análisis de datos para pruebas de igualdad de los coeficientes (ln) de las ecuaciones obtenidas para la tasa de infiltración de tres distancias de madriguera de suelo rojizo (1985).

D i s t a n c i a s		
A	B	C
HA = 6.4588436	HB = 1.9112461	HC = 2.329712
$\bar{Y} = 2.548044$	$\bar{Y} = 1.677973$	$\bar{Y} = 1.747636$
nA = 27	nB = 14	nC = 11
SCR = 5.676149	SCR = 1.446672	SCR = 1.94776
SCE = 0.7827027	SCE = 0.4645752	SCE = 0.381952
b = -0.3700519	b = -0.3100988	b = -0.3848472

$$\begin{aligned}
 Sp^2 &= \frac{SCE_A + SCE_B + SCE_C}{nA + nB + nC - 6} \\
 &= \frac{0.7827027 + 0.4645752 + 0.381952}{27 + 14 + 11 + 6} \\
 &= \frac{1.6292299}{46} \\
 &= 0.035418
 \end{aligned}$$

Comparación de las distancias AB

$$\begin{aligned}
 S_{Oij}^2 &= Sp^2 (1/nA + 1/nB) \\
 &= 0.035418 (1/27 + 1/14) \\
 &= 0.035418 (0.037037 + 0.0714285) \\
 &= 0.035418 (0.1084655) \\
 &= 0.00384163 \quad \sqrt{S_O^2} = 0.0619808
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{Iij}^2 &= Sp^2 (1/HA + 1/HB) \\
 &= 0.035418 (1/6.4588436 + 1/1.9112461) \\
 &= 0.035418 (0.1548264 + 0.5232188) \\
 &= 0.035418 (0.6780453) \\
 &= 0.024015 \quad \sqrt{S_I^2} = 0.1549677
 \end{aligned}$$

$$t_{ij}^m = \frac{|\bar{y}_i - \bar{y}_j|}{\sqrt{s_{0ij}^2}}$$

$$= \frac{|2.548044 - 1.677973|}{0.0619808}$$

$$= \frac{|0.870071|}{0.0619808}$$

$$= 14.03775$$

$$t_{lij}^{\hat{\beta}} = \frac{|\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_j|}{\sqrt{s_{lij}^2}}$$

$$= \frac{|0.3700519 - (-0.31009188)|}{0.1549677}$$

$$= \frac{|-0.0599531|}{0.1549677}$$

$$= 0.3868748$$

α = FWI = nivel de significancia (0.01 ó 0.05)

g = comparaciones = 3: A, B y C

v = grados de libertad = $n_A + n_B + n_C - 6 = 46$

$$\sigma = \frac{(120/46 - 120/40)}{(120/60 - 120/40)}$$

$$\sigma = \frac{(2.6086957 - 3)}{(2 - 3)}$$

$$\sigma = -0.3913043/-1$$

$$\sigma = 0.03913043$$

$$t_{46} = t_0 (1 - \sigma) + t_1 (\sigma)$$

$$= 3.121 (0.39130) + 3.056 (0.6086957)$$

$$= 1.2212607 + 1.860174$$

$$= 3.0814348$$

$$14.03775 > t_{46g1} > 0.3868748$$

∴ Las ecuaciones tienen la misma tendencia, pero la tasa de infiltración en el montículo, es significativamente mayor ($P \leq 0.01$), que en la distancia B.

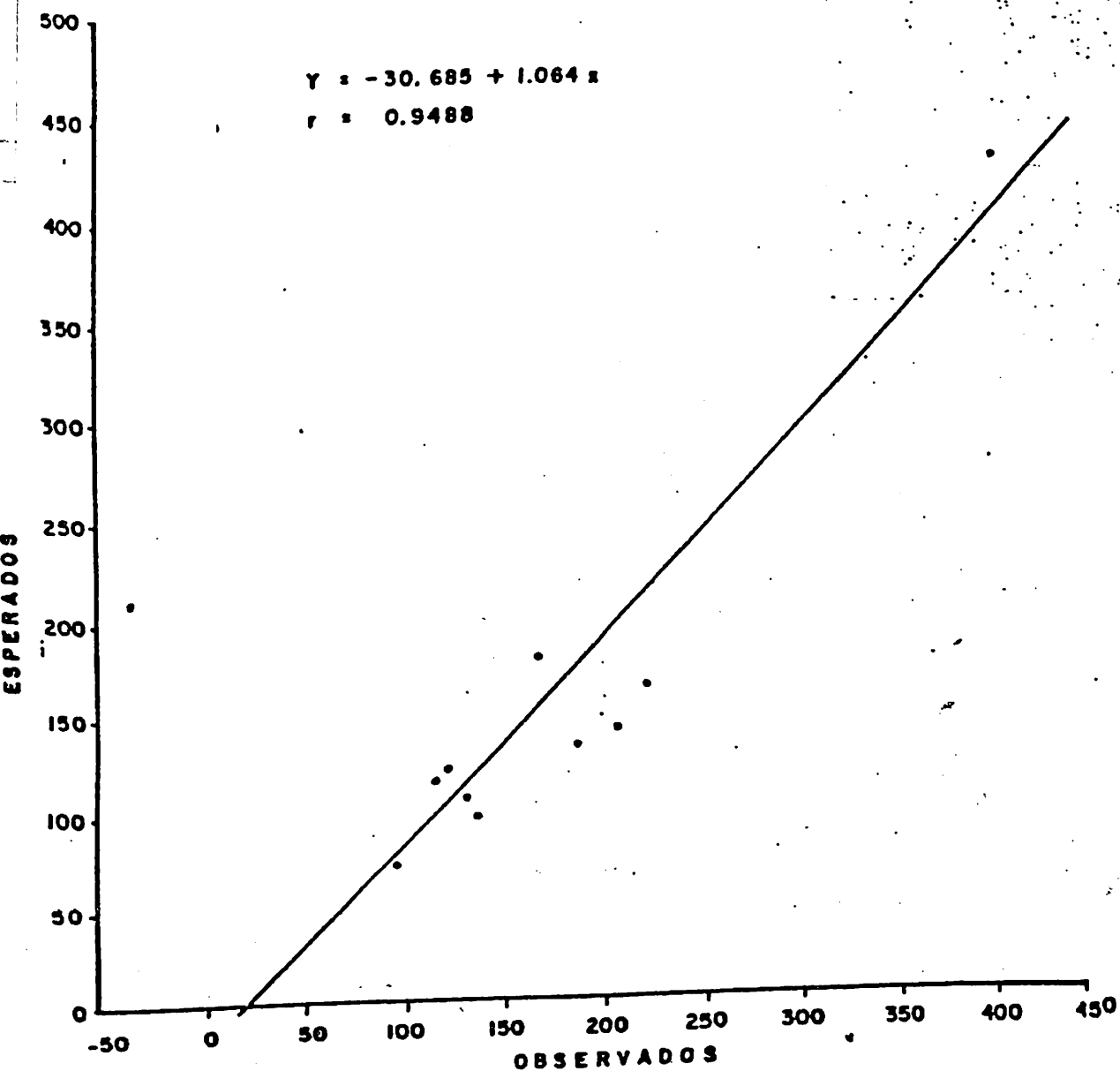


Figura 1A. Regresión lineal de la fitomasa observada y estimada de Juniperus monosperma

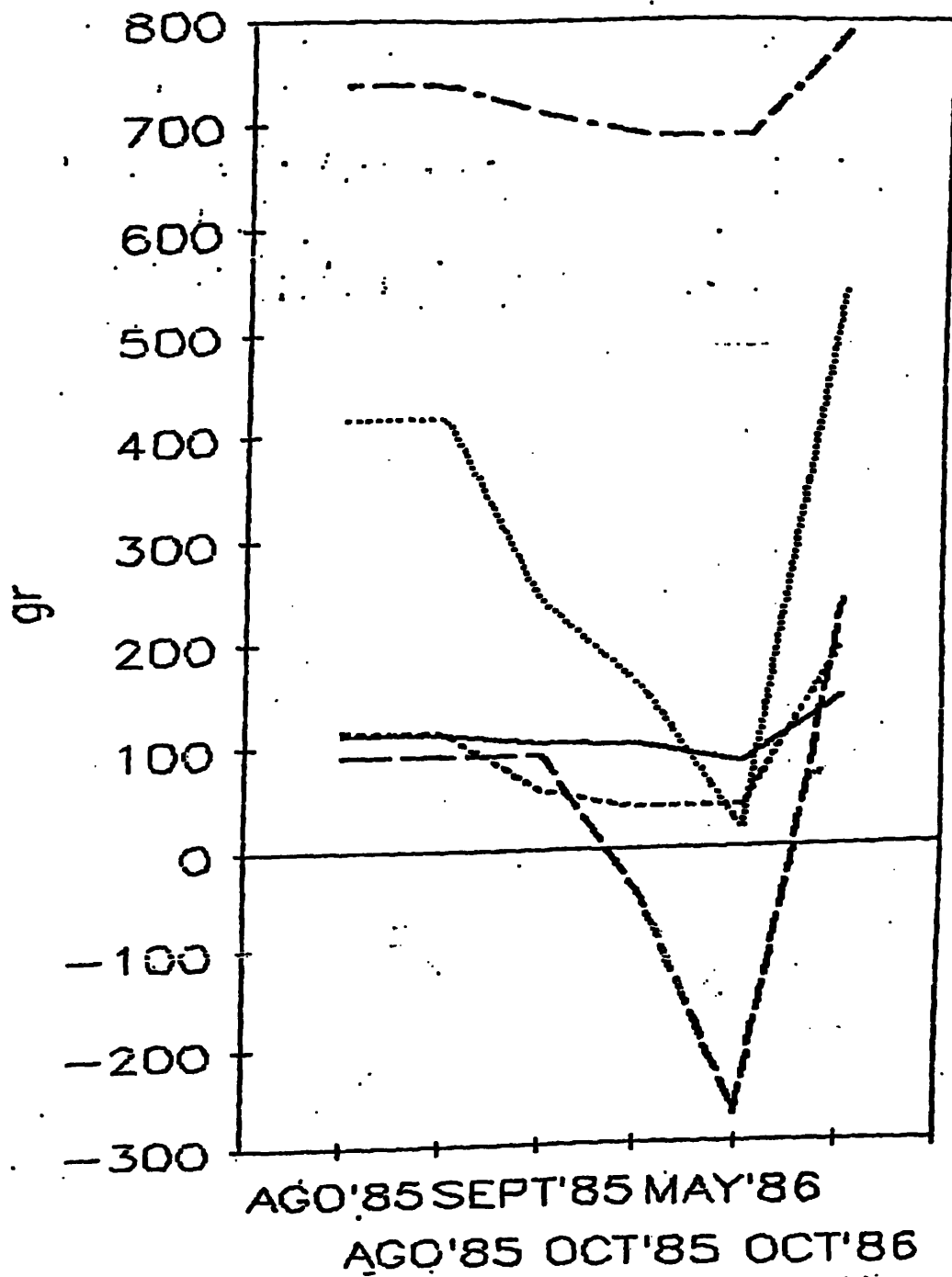


Figura 2A. Fitomasa de Juniperus inosperma (cinco plantas) sin exclusión (1985-1986)

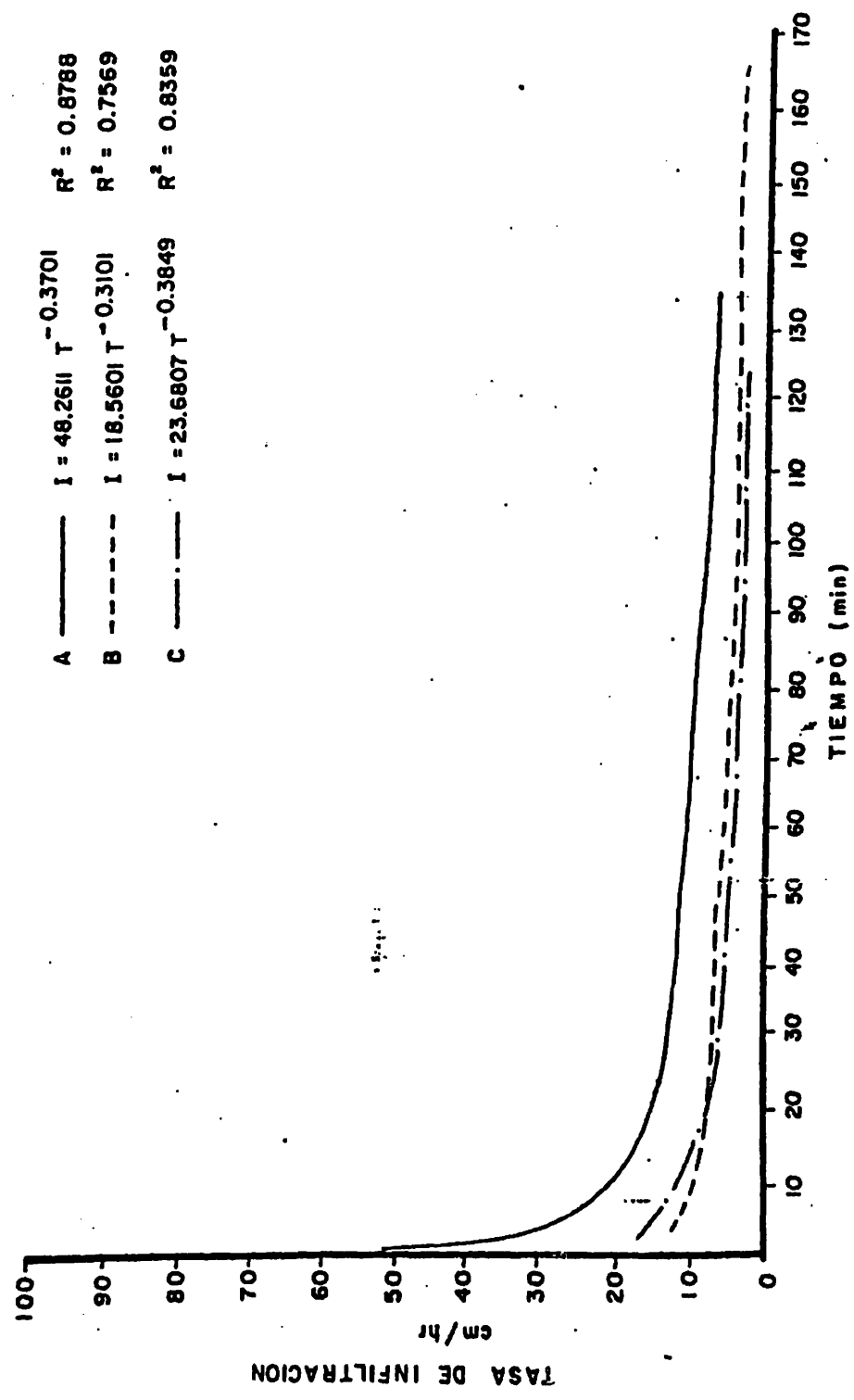


Figura 3A. Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo rojizo (1985)

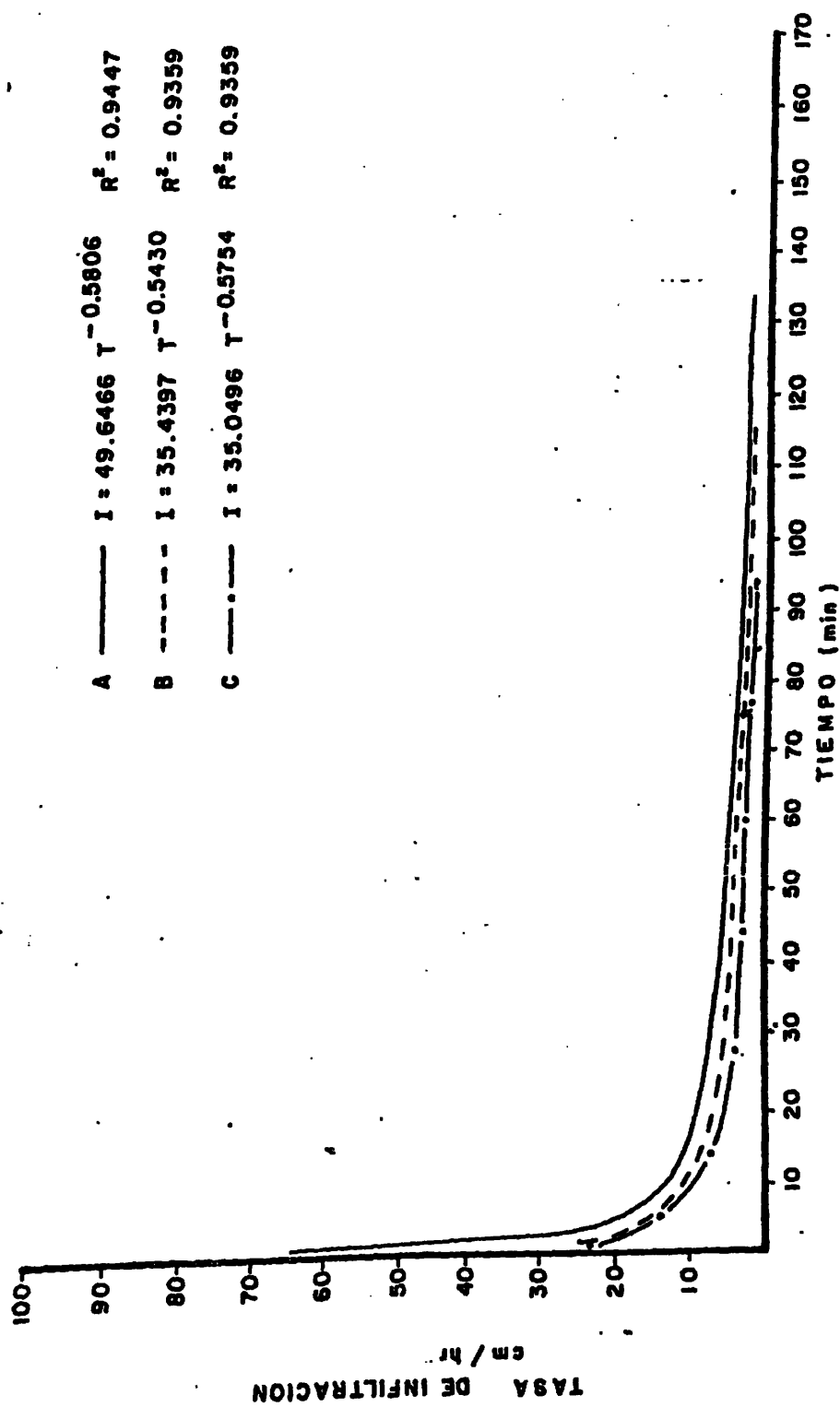


Figura 4A. Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera en suelo obscuro (1985).

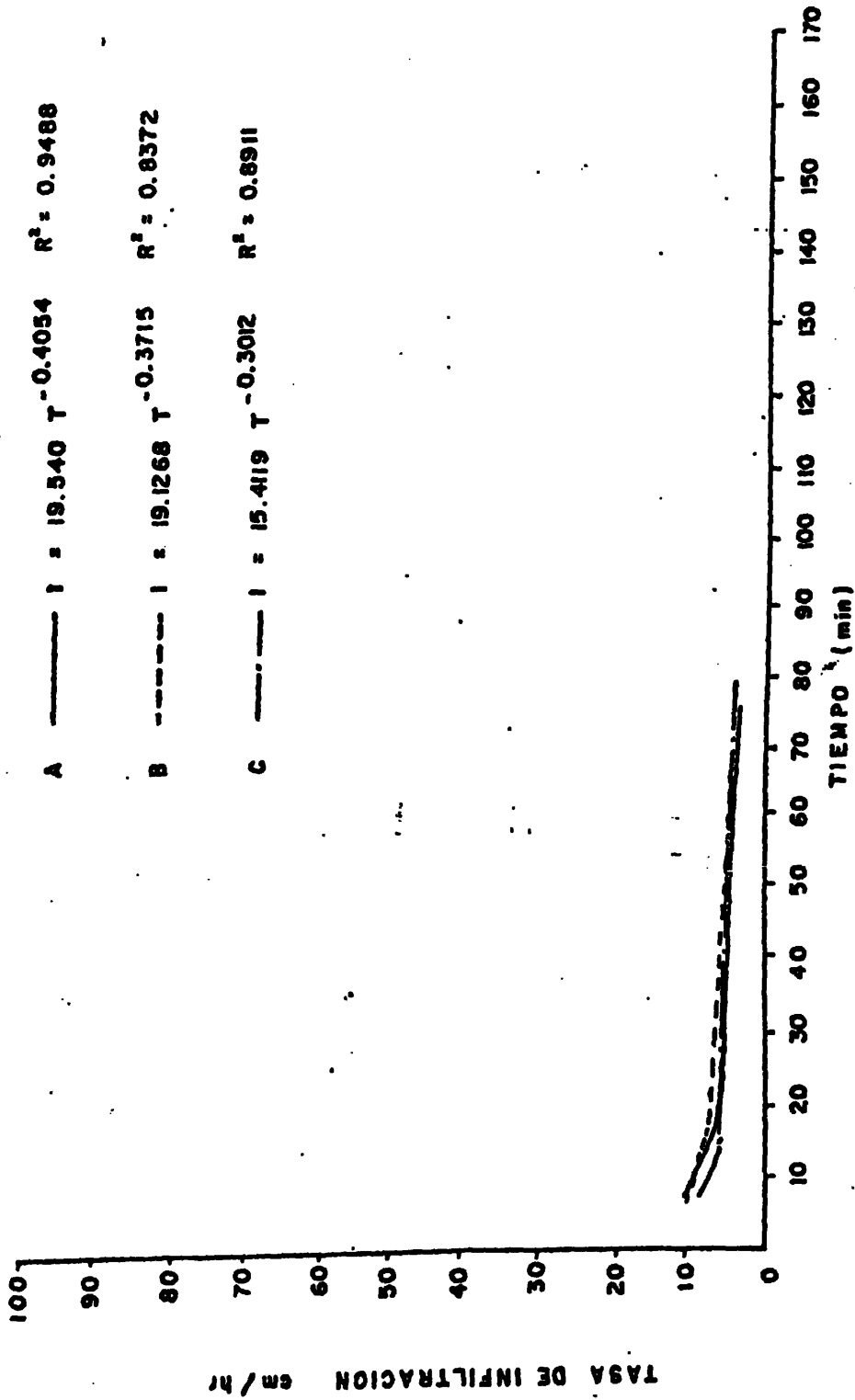


Figura 5A. Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo claro (1985).

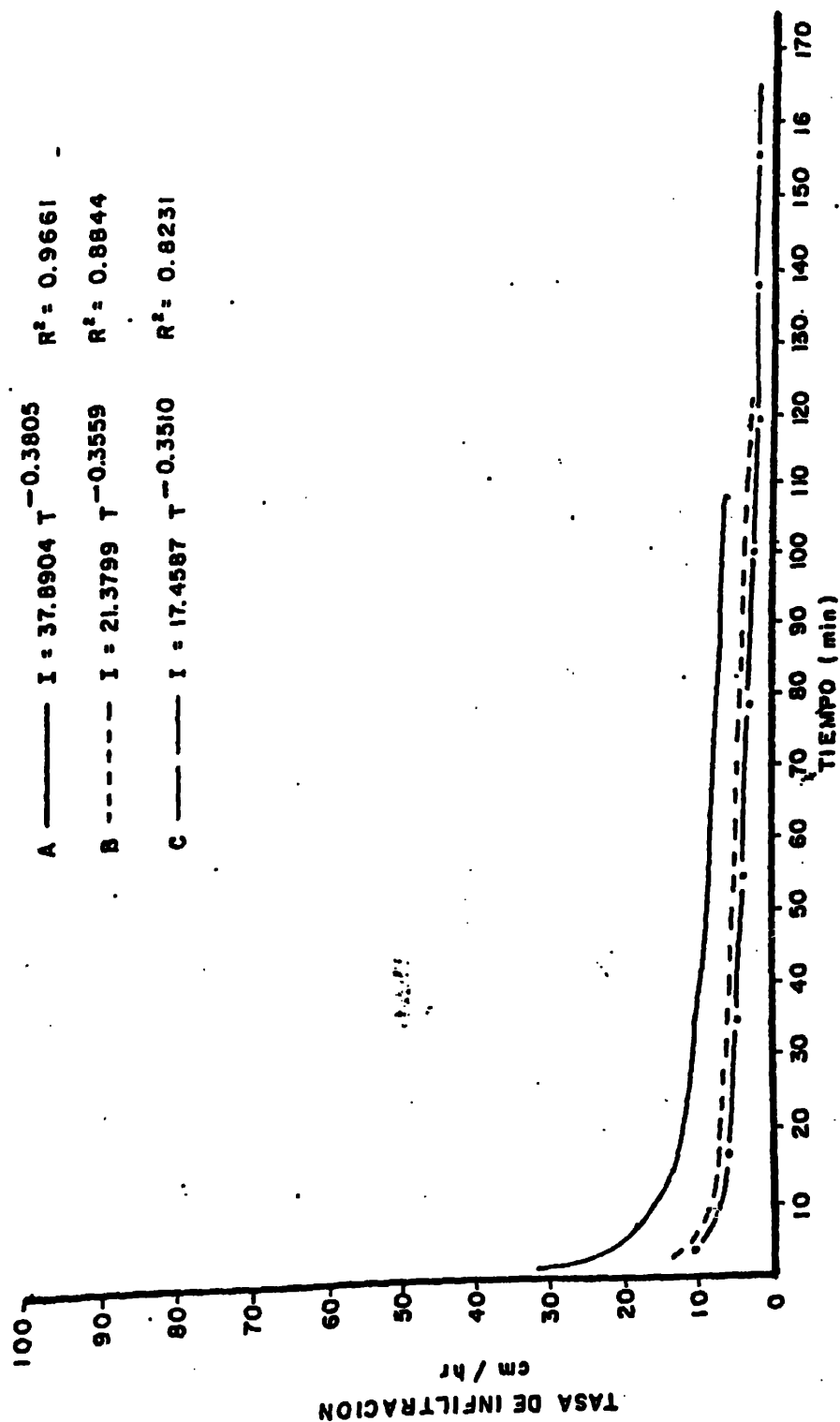


Figura 6A. Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo rojizo (1986).

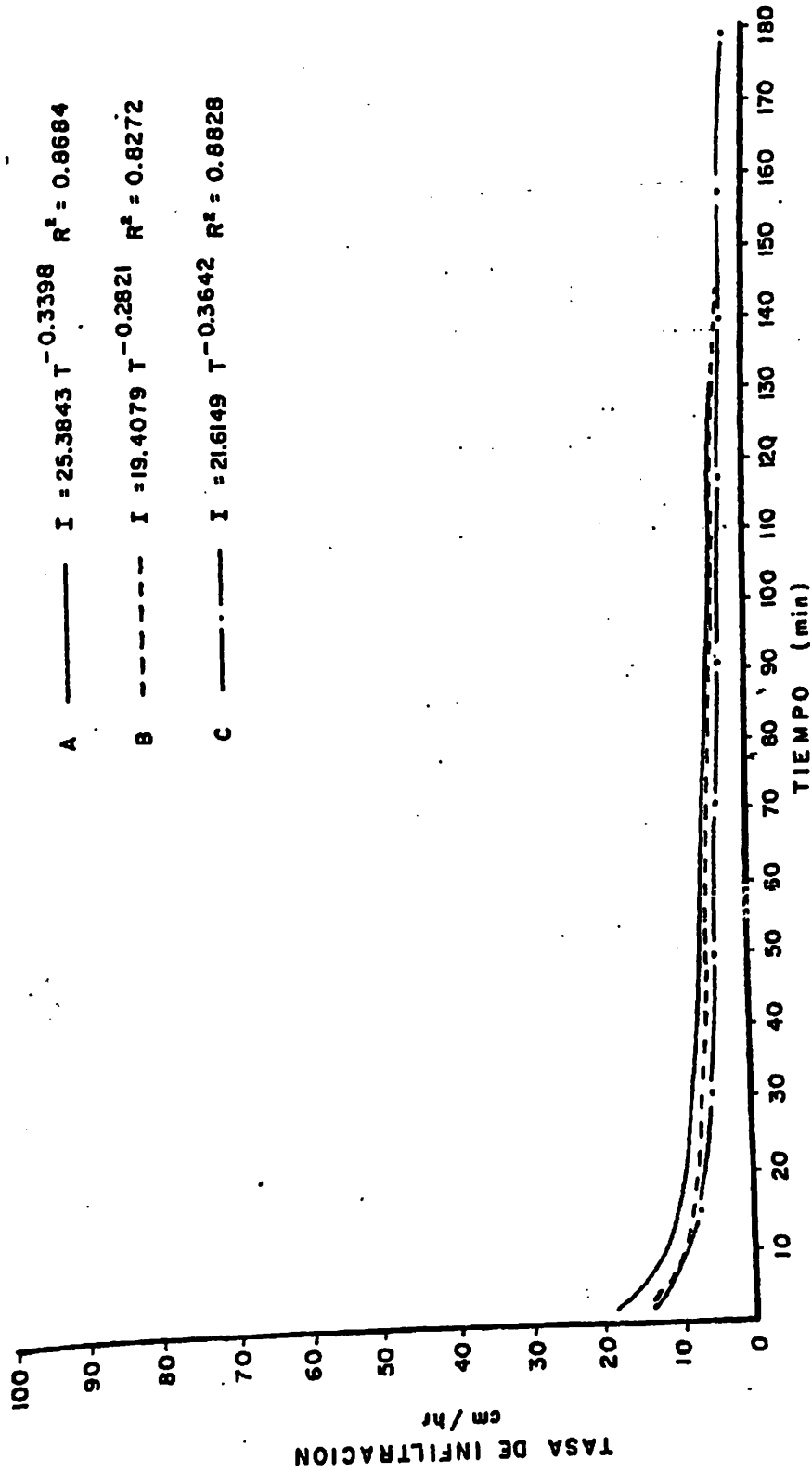


Figura 7A. Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo observado (1986).

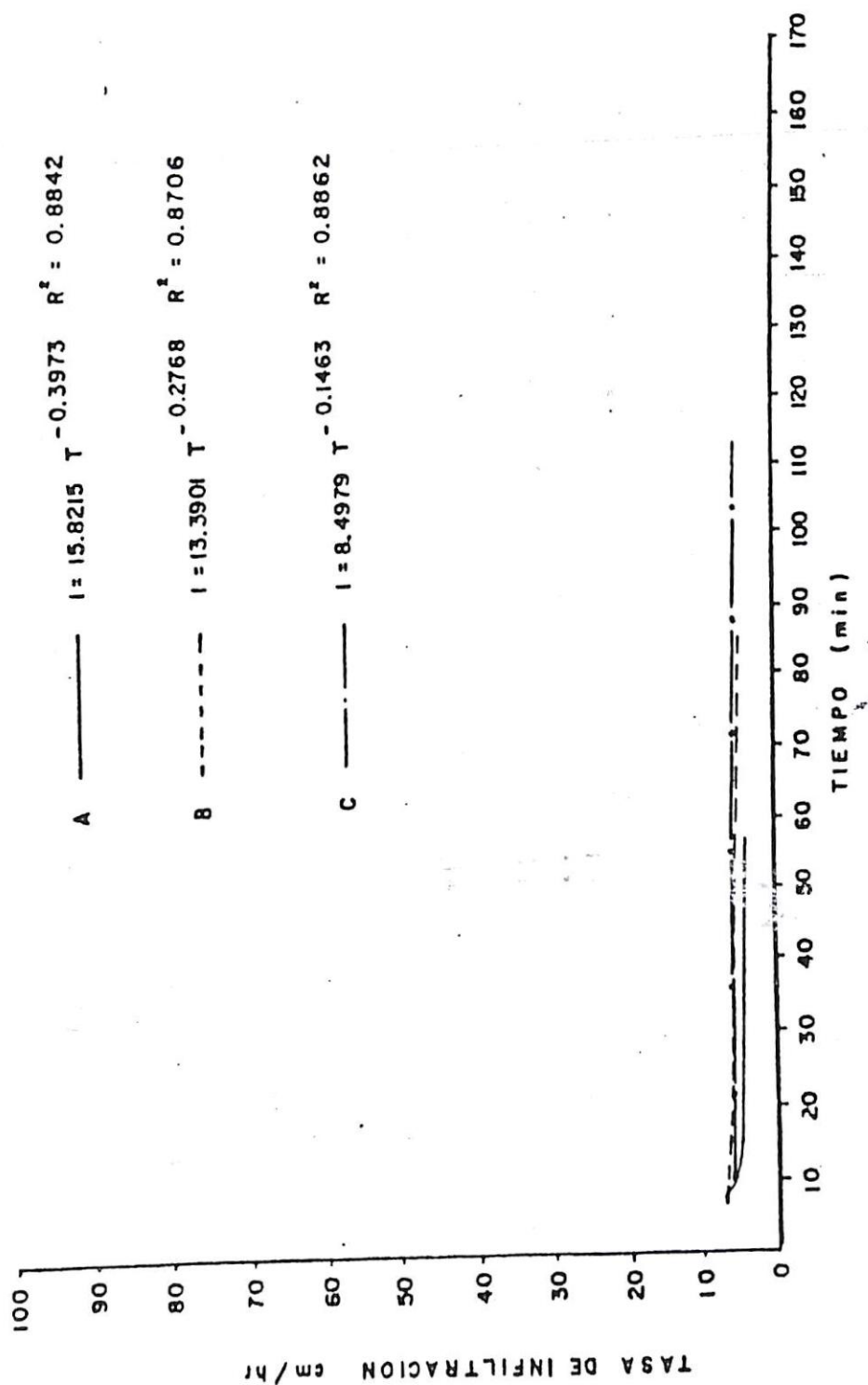


Figura 8A. Tasa de infiltración (cm/h) en tres distancias de madriguera de suelo claro (1986).

7274

U A A N

D E D I C A T O R I A

CON MUCHO AMOR Y ETERNA GRATITUD A MIS PADRES:

ROSA HARO DE MEJIA

ANTONIO MEJIA INIGUEZ

A MIS HERMANOS:

BERTHA

HORACIO

ANTONIO

IGNACIO

CON TODO MI AMOR Y CARINO A MI ESPOSA:

R. MAGALY SERNA DE MEJIA

A MIS SUEGROS:

AMALIA FERNANDEZ DE SERNA

HECTOR J. SERNA RODRIGUEZ

A MIS FAMILIARES: CON ESTIMACION

A MIS MAESTROS Y CONDISCIPULOS: CON AGRADECIMIENTO

A MIS ALUMNOS

COMPENDIO

Concentración de Minerales en la Región Ganadera
Oriente del Estado de Coahuila.

POR

JOSE MEJIA HARO

MAESTRIA

NUTRICION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ENERO DE 1992

Dr. David Rodríguez M. - Asesor -

Palabras clave: Minerales, Agua, Suelo, Forraje, Bovino,
Caprino.

El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar la existencia de deficiencia y/o toxicidad de minerales, en la región Oriente del Estado de Coahuila en el período de sequía de 1989, mediante el análisis mineral del agua, suelo, forraje y suero sanguíneo de bovinos y caprinos.

Se muestrearon 28 localidades de acuerdo a los tipos de vegetación existentes en la región, se tomaron muestras que posteriormente fueron analizadas por espectrofotometría de absorción atómica de acuerdo a las técnicas de Perkin-Elmer Corp. (1976), excepto para la determinación de fósforo, para la cual se siguió la técnica colorimétrica de Fiske y Subbarow (1925). Los minerales determinados fueron: fósforo, calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro, cobre, cinc, manganeso y cobalto.

Se encontró alta variabilidad en la composición mineral del agua de bebida en todas las localidades muestreadas. En los suelos se encontraron niveles deficientes de cobre y cobalto, ligeramente altos niveles de magnesio y altos niveles de calcio, potasio y cinc.

En los forrajes de los diferentes tipos de vegetación muestreados para bovinos y caprinos se encontró deficiencia de fósforo, niveles marginalmente deficientes de cobre y manganeso y altos niveles de calcio, potasio, sodio, hierro y cobalto.

En el suero sanguíneo se encontraron niveles deficientes a marginales de hierro, deficientes a normales de fósforo, magnesio y cobre, de normales a altos de calcio y potasio y altos los niveles de sodio y cinc.

ABSTRACT

Concentration of Minerals in the East Cattle Region of the State of Coahuila

BY

JOSE MEJIA HARO

MASTER OF SCIENCE DEGREE

ANIMAL NUTRITION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JANUARY OF 1992

Dr. David Rodriguez M. - Advisor -

Key Words: Minerals, Water, Soil, Forage, Bovine, Goat.

The present study was conducted during the drought season of 1989 to evaluate the existence of mineral deficiencies and/or toxicities in the East Region of the State of Coahuila. Results of water, soil, forage and blood serum of goat and bovine cattle were used as the basis of afore cited evaluation.

Considering a above cited region existing vegetation types 28 localities were sampled. Collected samples were analysed using the atomic absorption spectrophotometry method, following the Perkin-Elmer Corp. (1976) technics, for all minerals evaluated, phosphorus excluded. To determine phosphorus the Fiske and Subbarow (1925) colorimetric technic was used. Analysed minerals included phosphorus, calcium, magnesium, potassium, sodium, iron, copper, zinc, manganese and cobalt.

This study has documented the fact that drinkable water mineral composition is highly variable. Deficient levels of copper and cobalt, slightly above normal levels of magnesium, and high levels of calcium, potassium and zinc were found in soils.

Pertaining forages of different vegetation types sampled on goat and bovine cattle the following results were obtained: phosphorus deficiency; copper and manganese slight deficiency; and high (above normal) calcium, potassium, sodium, iron and cobalt contents.

As per blood serum results can be summarized as follows: deficient to marginal levels of iron; and deficient to normal levels of phosphorus, magnesium and copper. Calcium and potassium levels ranged from normal to high; and sodium and zinc levels were reported as high.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	xi
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.	3
MINERALES ESENCIALES EN EL ANIMAL.	3
INVESTIGACION SOBRE NUTRICION MINERAL DE -	
RUMIANTES EN MEXICO.	4
FUENTES DE MINERALES PARA EL GANADO EN -	
PASTOREO.	5
FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONTENIDO MINE-	
RAL DE LAS PLANTAS.	5
SUELO.	6
CLIMA.	7
ESPECIE VEGETAL.	7
FENOLOGIA.	8
MANEJO DEL PASTIZAL.	8
FACTORES QUE INFLUYEN EN EL REQUERIMIENTO -	
MINERAL DEL GANADO.	9
IMPORTANCIA DE LOS MINERALES EN LA NUTRICION	
ANIMAL.	10
CALCIO Y FOSFORO.	10
MAGNESIO.	12
POTASIO.	15
SODIO Y CLORO.	16
HIERRO.	18
COBRE.	20
MOLIBDENO.	21
CINC.	22
MANGANESO.	24
COBALTO.	24
SELENIO.	25

III. MATERIALES Y METODOS.	27
DESCRIPCION DEL AREA.	27
LOCALIZACION GEOGRAFICA.	27
CARACTERIZACION CLIMATICA.	30
ESPECIES FORRAJERAS DISPONIBLES EN EL	
AREA DE ESTUDIO.	31
PRACTICAS DE MANEJO DEL GANADO.	31
MUESTREO DE CAMPO.	32
AGUA.	35
SUELO.	35
FORRAJE.	36
SUERO SANGUINEO.	36
PELO.	37
ANALISIS DE LABORATORIO.	38
AGUA.	38
SUELO.	38
FORRAJE.	39
SUERO SANGUINEO.	40
PELO.	40
ANALISIS ESTADISTICO.	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.	42
BOVINOS.	43
MINERALES EN AGUA.	43
MINERALES EN SUELO.	44
MINERALES EN FORRAJES.	49
MINERALES EN SUERO SANGUINEO.	60
CAPRINOS.	68
MINERALES EN AGUA.	68
MINERALES EN SUELO.	69
MINERALES EN FORRAJES.	74
MINERALES EN SUERO SANGUINEO.	82
V. CONCLUSIONES.	90
VI. RESUMEN.	93
VII. LITERATURA CITADA.	96
APENDICE.	104

INDICE DE CUADROS

PAGINA

CUADRO No.

CUADRO 3.1.	LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LOS MUNICIPIOS EN ESTUDIO.	28
CUADRO 3.2.	TEMPERATURA, PRECIPITACION Y TIPO DE CLIMA DE LOS MUNICIPIOS EN ESTUDIO. . .	30
CUADRO 3.3.	TIPO DE VEGETACION Y ESPECIE ANIMAL EXPLOTADA EN LAS LOCALIDADES MUESTREADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO.	34
CUADRO 4.1.	CONCENTRACIONES PROMEDIO (ppm) DE MINE- RALES EN EL AGUA DISPONIBLE PARA BOVI - NOS EN LOS TIPOS DE VEGETACION MUES - TREADOS.	43
CUADRO 4.2.	CONCENTRACIONES PROMEDIO DE MINERALES EN SUELOS DE PASTIZALES PARA BOVINOS EN LOS TIPOS DE VEGETACION MUESTREADOS. . .	46

CUADRO 4.3.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON - CENTRACIONES DE MINERALES EN EL FORRAJE PARA BOVINOS EN LOS TIPOS DE VEGETACION MUESTREADOS.	54
CUADRO 4.4.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON - CENTRACIONES DE MINERALES EN SUERO SAN- GUINEO DE BOVINOS EN LOS TIPOS DE VEGE- TACION MUESTREADOS.	62
CUADRO 4.5.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON - CENTRACIONES DE MINERALES EN EL FORRAJE Y SUERO SANGUINEO DE BOVINOS DE ACUERDO AL TIPO DE PROPIEDAD.	67
CUADRO 4.6.	CONCENTRACIONES PROMEDIO (ppm) DE MINE- RALES EN EL AGUA DISPONIBLE PARA CAPRI- NOS EN LOS TIPOS DE VEGETACION MUES - TREADOS.	69
CUADRO 4.7.	CONCENTRACIONES PROMEDIO (ppm) DE MINE- RALES EN SUELOS DE PASTIZALES PARA CA - PRINOS EN LOS TIPOS DE VEGETACION MUES- TREADOS.	71

CUADRO 4.8.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON - CENTRACIONES DE MINERALES EN EL FORRAJE PARA CAPRINOS EN LOS TIPOS DE VEGETA - CION MUESTREADOS.	78
CUADRO 4.9.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON - CENTRACIONES DE MINERALES EN SUERO SAN- GUINEO DE CAPRINOS EN LOS TIPOS DE VE - GETACION MUESTREADOS.	85
CUADRO 4.10.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON - CENTRACIONES DE MINERALES EN EL FORRAJE Y SUERO SANGUINEO DE CAPRINOS DE ACUER- DO AL TIPO DE PROPIEDAD.	89
FIGURA 3.1.	MAPA DEL ESTADO DE COAHUILA INDICANDO LOS MUNICIPIOS Y LA UBICACION DE LAS LOCALIDADES MUESTREADAS.	29

APENDICE

CUADRO A.1.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON- CENTRACIONES DE MINERALES EN EL AGUA DISPONIBLE PARA BOVINOS.	105
-------------	--	-----

CUADRO A.2.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON- CENTRACIONES DE MINERALES EN SUELOS DE PASTIZALES PARA BOVINOS.	106
CUADRO A.3.	RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA EN FORRAJES DE BOVINOS.	107
CUADRO A.4.	RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA EN SUERO SANGUINEO DE BOVINOS.	108
CUADRO A.5.	CORRELACIONES GENERALES QUE PRESENTA - RON UNA $P < 0.05$ ENTRE LAS VARIABLES ES- TUDIADAS EN BOVINOS (VALOR SUPERIOR ES CORRELACION Y EL VALOR INFERIOR ES LA PROBABILIDAD).	109
CUADRO A.6.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON- CENTRACIONES DE MINERALES EN EL AGUA DISPONIBLE PARA CAPRINOS.	111
CUADRO A.7.	LIMITES DE CONFIANZA (95%) EN LAS CON- CENTRACIONES DE MINERALES EN SUELO DE PASTIZALES PARA CAPRINOS.	112
CUADRO A.8.	RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA EN FORRAJES DE CAPRINOS.	113

CUADRO A.9.	RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA EN SUERO SANGUINEO DE CAPRINOS.	114
CUADRO A.10.	CORRELACIONES GENERALES QUE PRESENTARON UNA $P < 0.05$ ENTRE LAS VARIABLES ESTUDIA- DAS EN CAPRINOS (VALOR SUPERIOR ES CORRELACION Y EL VALOR INFERIOR ES LA PROBABILIDAD).	115

INTRODUCCION

Los sistemas de producción bovina y caprina que prevalecen en las zonas áridas de México se basan casi exclusivamente en la utilización de forrajes nativos, los cuales en la mayoría de los meses del año no proporcionan al animal los nutrientes que éste necesita para su mantenimiento, producción y reproducción.

En los últimos años se ha intensificado la investigación sobre niveles de minerales en los animales domésticos, tal es el caso de McDowell et al.(1977) quienes reportaron deficiencias minerales en los forrajes analizados de América Latina. No obstante, este tipo de información es muy pobre en nuestro país, además, aún se desconocen algunos aspectos del metabolismo y los requerimientos óptimos de algunos de los minerales esenciales en la dieta de los rumiantes.

En el Estado de Coahuila una de las actividades preponderantes es la explotación de la ganadería caprina y bovina; dentro del área del presente estudio se encuentran 328,515 y 280,493 cabezas de caprinos y bovinos respectivamente (SARH, 1985), constituyendo éstos un

renglón muy importante en el sostenimiento de la población de esta región. El problema de minerales ha sido observado en el ganado de esta región, ya que manifiestan apetito depravado, tanto como problemas en el crecimiento y en la reproducción.

El objetivo general del presente estudio fue cuantificar la deficiencia y/o exceso de minerales en la región Oriente del Estado de Coahuila, mediante la determinación de la concentración de los mismos en el agua, suelo, forraje y en suero sanguíneo y pelo en bovinos y caprinos.

Los objetivos específicos fueron:

- 1). Determinar la concentración mineral en el agua, suelo, forraje y en suero sanguíneo y pelo en ganado bovino y caprino.
- 2). Comparar los resultados obtenidos con los niveles teóricos considerados como normales por la literatura.

II. REVISION DE LITERATURA

Minerales Esenciales en el Animal

Entre los nutrientes, los minerales esenciales representan tan sólo un pequeño porcentaje de la materia seca que ingiere el animal, pero su importancia en los procesos bioquímicos y fisiológicos los hacen componentes clave de la dieta balanceada.

En el organismo animal se han detectado más de 60 minerales, sin embargo, para su nutrición sólo 15 de ellos son considerados esenciales: calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, cloro, azufre, hierro, cobre, manganeso, cinc, molibdeno, iodo, selenio y cobalto. A los siete primeros se les ha clasificado como macroelementos debido a la mayor cantidad que contienen y que necesitan los animales para su crecimiento y desarrollo, al resto se les denomina microelementos debido a las menores cantidades que requieren las diversas especies animales (Georgievskii et al., 1982 y Underwood, 1969). Sin embargo, Underwood (1981) aumentó la lista de microelementos, agregando siete elementos más: cromo, estaño, vanadio, flúor, silicio, níquel y arsénico.

Investigación sobre Nutrición Mineral de Rumiantes en México

Muy poco se conoce sobre el estado mineral de los rumiantes en México, sobre todo bajo condiciones de pastoreo en pastizales naturales. La ganadería bovina y caprina nacional se explota principalmente bajo condiciones de pastoreo extensivo en las zonas áridas y semiáridas. Bajo estas condiciones se dificulta la investigación del estado mineral de los animales, existiendo limitantes como son: 1) la variabilidad en el origen y composición de los suelos, que a su vez, determina la presencia y disponibilidad de los minerales para las plantas y , el contenido de minerales en la tierra que los animales ingieren intencionalmente o en la tierra adherida a los forrajes; 2) la amplia variabilidad de especies vegetativas que tienen diferente disponibilidad y calidad nutricional a través del año y entre años; 3) la variabilidad en la precipitación pluvial y 4) el diferente manejo de los hatos, razas y especies de los animales y hábitos de consumo de alimento. Asociado a las limitantes anteriores, es necesario considerar la falta de personal y laboratorios especializados, así como de apoyos económicos. Por tales razones, las investigaciones realizadas hasta la fecha en México en nutrición mineral en rumiantes son escasas y aisladas.

Actualmente no se cuenta con un mapa del país en el cual se especifiquen las zonas deficientes o con problemas de toxicidad de minerales. Algunas investigaciones sobre nutrición mineral en rumiantes en pastoreo realizadas en México son: Carrete et al.(1990); Esmelin (1989); Ferreiro (1986); Gartenberg (1985); Mejía (1984); Mejía y Espinoza (1987); Mejía (1977); Mejía (1986); Mejía (1987); Obeso (1977); Pérez et al.(1985); Romero (1989); Siller (1977); Sumuano (1988); Villalobos y Terminel (1986) y Villarreal (1977).

Fuentes de Minerales para el Ganado en Pastoreo

Las fuentes de minerales más comunes para el ganado en pastoreo son los forrajes y los compuestos inorgánicos de origen geológico o industrial que se usan como suplementos (Underwood, 1969); posteriormente Shirley y Montesinos (1978) señalaron que el agua y el suelo también son fuentes importantes de minerales para el animal.

Factores que Influyen en el Contenido

Mineral de las Plantas

La composición mineral de las plantas está afectada por un gran número de factores interdependientes, dentro de los cuales destacan la especie de la planta; el tipo de

suelo sobre el cual se desarrolla; el clima; el estado fenológico de la planta y el manejo del pastizal (McDowell, 1977).

Suelo

La absorción de minerales por parte de las plantas puede verse afectada por varias características del suelo, como son: el pH (grado de acidez), la textura, el contenido de humedad, la capacidad de drenaje y su composición mineral. Así tenemos que la absorción de los elementos minerales es proporcional a su concentración en la solución del suelo. El pH del suelo determina la disponibilidad de los minerales para la planta, ya que influye en la solubilidad de los compuestos a los que están ligados los minerales (Underwood, 1969 y Volkweiss y Rodríguez, 1978).

Según Underwood (1969) los suelos alcalinos disminuyen la disponibilidad de cobre, hierro, cinc, cobalto y manganeso; pero la disponibilidad de molibdeno se vé aumentada, mientras que en terrenos ácidos se producen plantas ricas en cobalto y manganeso, pero deficientes en calcio y molibdeno.

Con respecto a la textura del suelo, Georgievskii et al. (1982) señalan que en suelos arenosos se vé disminuía la disponibilidad de cobalto, cobre y iodo.

Clima

Entre los factores climáticos que influyen en el contenido mineral de los forrajes se encuentran la precipitación, la temperatura y la luz (Gomide y Zometa, 1978). McDowell (1977) menciona que la solubilidad de los minerales en el suelo se disminuye en regiones con precipitaciones abundantes y altas temperaturas como en el caso de los trópicos húmedos y semitrópicos.

Underwood (1969) reportó que un clima cálido y seco acelera la maduración de las plantas y dificulta la producción de rebrotes, que son ricos en minerales. Sin embargo, Georgievskii et al. (1982) mencionan que el contenido de calcio en las plantas se incrementa en tiempos secos y disminuye bajo condiciones de humedad alta.

Especie Vegetal

La composición mineral de una planta es muy variable de acuerdo a su especie, esto es debido a su propia genética que las hace más aptas para absorber y/o acumular determinados minerales; así, Underwood (1981) reportó que las leguminosas son más ricas en calcio y potasio que las gramíneas, siendo éstas más ricas en manganeso y molibdeno.

Fenología

Conforme la planta va madurando disminuye su contenido de fósforo y potasio, debido a la caída de las hojas y a la disminución en la absorción radicular; además algunos minerales como el fósforo, potasio y nitrógeno tienen gran facilidad de traslocarse de las partes maduras a las partes tiernas y nuevas; mientras que el calcio, magnesio, cinc y hierro son más estáticos (Gomide y Zometa, 1978).

Rojas *et al.* (1987) al estudiar la variación en la concentración mineral de dos pastos tropicales (*Paspalum notatum* y *Digitaria spp*) cosechados y henificados a 2, 4, 6 y 8 semanas post-madurez concluyen que en ambos pastos sólo las concentraciones de potasio y cobre fueron afectadas por la edad de cosecha; la concentración de potasio presentó una respuesta lineal negativa conforme la madurez avanzaba; mientras que la concentración de cobre manifestó una tendencia cuadrática, disminuyendo a medida que los forrajes maduraban desde la segunda hasta la sexta semana.

Manejo del Pastizal

El pastoreo del ganado influye directamente sobre la cantidad y calidad de los forrajes producidos, por lo que es necesario conocer las especies que componen la vegetación, las características químicas de las mismas y el

consumo de materia seca de los animales en pastoreo; siendo además necesario conocer el grado de disponibilidad y de consumo de cada especie, ya que la mayoría de los animales seleccionan las plantas que consumen y varía su preferencia con la estación del año y la composición de la vegetación.

La intensidad del pastoreo influenciará directamente sobre la especie forrajera predominante y cambiará la relación tallo-hoja, siendo las hojas la parte de las plantas más ricas en minerales (McDowell et al., 1984 y McDowell, 1977). Lo mismo afirma Davies (1962) al mencionar que la intensidad del pastoreo y su utilización determinan la futura calidad del pasto, así como su productividad y persistencia.

Factores que Influyen en el Requerimiento Mineral del Ganado

De acuerdo a McDowell et al. (1985) son varios los factores que influyen en el requerimiento mineral del ganado: clase y nivel de producción, edad, nivel y forma química del elemento, interrelaciones con otros nutrientes, consumo mineral, raza y adaptación del ganado; siendo el de mayor importancia el nivel de producción, sobre todo tomando en cuenta las actuales inovaciones en las prácticas de explotación del ganado, que han incrementado

la producción de leche y la tasa de crecimiento, requiriéndose mayor atención en la nutrición mineral. La forma química de los elementos hace variar grandemente la cantidad del elemento a suplementar y su disponibilidad biológica, y a su vez varía con la especie animal, por ejemplo el selenio elemental es muy disponible en aves pero es poco disponible en ovinos y bovinos. También se ha observado que al introducir ganado a una área, manifiestan signos de deficiencia mineral; los cuales no se observan en las razas criollas de esa región.

Importancia de los Minerales en la Nutrición Animal

Calcio y Fósforo

Estos dos elementos en el animal se encuentran íntimamente relacionados en la formación y mantenimiento de los huesos y dientes. El calcio desempeña un importante papel en la contracción muscular, regulación cardíaca, transmisión nerviosa, coagulación sanguínea, producción de leche, cofactor de varios sistemas enzimáticos (Ammerman y Goodrich, 1983). Thompson y Campabadal (1978) mencionan que cerca del 99 por ciento del calcio se encuentra en los huesos y el resto en los tejidos blandos.

De acuerdo con Georgievskii et al. (1982) del total de fósforo corporal un 80 por ciento se encuentra en los

huesos y el 20 por ciento restante se encuentra en los tejidos blandos. Thompson y Compabadal (1978) mencionan que el fósforo se encuentra involucrado en casi todas las reacciones del metabolismo animal, siendo este elemento el nutriente más versátil. Es esencial para la síntesis del trifosfato de adenosina (ATP) y transferencia de energía.

El requerimiento de calcio y fósforo en los animales domésticos es dependiente de la relación (Ca:P) que exista en la dieta, ya que debido a ésta, el exceso de uno puede provocar la deficiencia del otro. La literatura coincide en la relación Ca:P de 1:1 a 2:1, sin embargo en algunas ocasiones relaciones más amplias no han tenido efectos negativos sobre la producción animal.

Fick et al. (1978) y McDowell et al. (1983) mencionan que la deficiencia mineral más frecuente en las explotaciones extensivas de rumiantes es la de fósforo. Sin embargo la deficiencia de calcio es poco común, excepto en vacas altas productoras de leche o en el ganado pastando suelos ácidos o pastizales escasos en leguminosas.

McDowell et al. (1977) y McDowell et al. (1978) reportaron 15 países de América Latina con deficiencia de calcio y 37 de fósforo, incluyendo en ambos casos los pastizales de México.

En nuestro país la deficiencia de fósforo en rumiantes en pastoreo ha sido reportada en varios Estados: Coahuila (Mejía, 1984; Gartenberg, 1985; Mejía, 1986 y Carrete et al. 1990); Chihuahua (González, 1966; Chávez, 1980 y Ferreiro, 1986); Durango y Sonora (De Alba, 1971); Nuevo León (Mejía, 1977; Obeso, 1977 y Gartenberg, 1985); Zacatecas (Gartenberg, 1985; Pérez et al., 1985; Mejía y Espinoza, 1987; Mejía, 1987 y Romero, 1989).

La práctica de suplementación de fósforo bajo condiciones de deficiencia genera grandes beneficios en el ganado en pastoreo. En Zacatecas, Esmelin (1989) al suplementar a libre acceso cabras en pastoreo con tres tipos de mezclas minerales: sal común, sal común más roca fosfórica y sal común más fosfato monosódico obtuvo diferencias altamente significativas en los porcentajes de gestación (70, 100 y 80 por ciento respectivamente) y pariciones (70, 95 y 80 por ciento respectivamente).

Magnesio

Macromineral que está estrechamente relacionado con las funciones del calcio y fósforo. Localizándose aproximadamente el 60 por ciento del magnesio corporal en los huesos y dientes, siendo esencial para el correcto funcionamiento de los huesos y tejidos blandos. Participa en muchas reacciones enzimáticas y en la actividad

neuromuscular normal. En las plantas se encuentra formando parte de la clorofila, siendo esencial para la fotosíntesis (Viana y Zometa, 1978 y Ammerman y Goodrich, 1983).

El requerimiento de magnesio de los caprinos es de 0.20 por ciento (Gall, 1981) y de los bovinos de 0.10 a 0.25 por ciento (NRC, 1984) en base a materia seca de la dieta.

Según McDowell et al. (1983) y Chicco et al. (1973) la deficiencia de magnesio se ha reportado sobre todo en aquel ganado que pastorea zacate de rápido crecimiento y en terneros alimentados únicamente con leche, también observaron que este problema es más frecuente en el ganado adulto, porque en ellos disminuye la capacidad de movilizar el magnesio de los huesos al plasma.

Los casos de hipomagnesemia en rumiantes bajo condiciones áridas y semiáridas se presentan principalmente en los lactantes durante sus primeras semanas de vida, esta deficiencia es causada por los bajos niveles de magnesio en la leche materna.

De acuerdo a Miller (1979) los signos de una deficiencia de magnesio incluyen contracciones musculares, vértigo, ataxia, nistagmo, debilidad muscular,

excitabilidad, calcificación de tejidos blandos, hiperemia, convulsiones, taquicardia, fibrilación, coma y muerte.

La deficiencia de magnesio ha sido reportada en varias partes del mundo. McDowell et al. (1977) reportaron que de un total de 290 forrajes analizados en Latinoamérica, un 35 por ciento resultó ser deficiente en magnesio (<0.20 por ciento).

La deficiencia de magnesio en el animal puede ser por la deficiencia en el pasto, pero también otros nutrientes como el calcio, potasio y nitrógeno pueden interferir en la disponibilidad de éste en el pasto y de la misma manera, en su absorción por el animal. Greene et al. (1983) quienes ofrecieron a ovinos raciones con dos niveles de magnesio (0.1 y 0.2 por ciento) y cuatro niveles de potasio (0.6, 1.2, 2.4 y 4.8 por ciento) observaron que incrementando los niveles de potasio en la dieta, incrementaba linealmente la excreción fecal de magnesio disminuyendo su absorción.

Igualmente se han reportado concentraciones de magnesio que varían de normales a altas. Obeso (1977) en Nuevo León reportó concentraciones de 0.37 y 0.75 por ciento de magnesio en zacates y arbustos respectivamente. Chester et al. (1989) ofrecieron a ovinos raciones con 0.2,

0.6, 1.2 y 2.4 por ciento de magnesio observando que la digestibilidad de la materia seca, fibra ácido detergente y proteína cruda y la absorción y retención de fósforo disminuyó linealmente con el incremento del nivel de este elemento.

Potasio

Georgievskii et al. (1982) y Thompson y Villalba (1978) mencionan que este elemento es el tercero en abundancia en la composición corporal del animal, representa del 0.18 al 0.27 por ciento del cuerpo tal cual, 0.55 a 0.80 por ciento en base seca y 5 a 7 por ciento en cenizas. El potasio es el principal catión intracelular, ya que un 90 por ciento del total de este elemento se localiza en el protoplasma celular. Interviene en el mantenimiento del equilibrio ácido-básico, regulación de la presión osmótica y en el balance hídrico del cuerpo, también actúa en el metabolismo de los carbohidratos activando a la adenosín trifosfatasa, además de ser un importante cofactor de algunos sistemas enzimáticos.

La deficiencia de potasio bajo condiciones de pastoreo en pastizal nativo es poco frecuente; sin embargo, ha sido reportada en varios países latinoamericanos con climas tropicales y sequía prolongada (McDowell, 1976).

Los requerimientos de potasio para bovinos y caprinos son de 0.60 y 0.80 por ciento en base a la materia seca de la dieta (McDowell, 1976 y NRC, 1981 respectivamente).

Grings y Males (1987) evaluaron el efecto de incrementar el potasio en la dieta sobre la biodisponibilidad del resto de los macrominerales en ovinos consumiendo una dieta a base de paja de trigo; los niveles de potasio probados fueron 1, 2 y 3 por ciento de la materia seca, observando que al incrementar el potasio, la absorción de este elemento incrementó ($P < 0.01$) sin alterarse su retención en el organismo, sin embargo, la absorción de magnesio disminuyó ($P < 0.06$), por otro lado la absorción y retención del calcio y fósforo presentaron respuesta cuadrática ($P < 0.01$) al incremento de potasio en la dieta.

Sodio y Cloro

Estos dos elementos junto con el potasio mantienen el equilibrio ácido-básico, presión osmótica y el balance de los fluidos corporales (Loosli y Zometa, 1978). Además, de acuerdo con Ammerman y Goodrich (1983) el sodio también interviene en la transmisión nerviosa, transporte activo de aminoácidos, activación de las proteínas transportadoras de glucosa y ayuda en la absorción y transporte del calcio;

por otro lado, también mencionan que el cloro es necesario en la síntesis de ácido clorhídrico gástrico y en la activación de la amilasa intestinal.

Los animales tienen requerimientos similares de sodio y cloro, pero la mayoría de los piensos naturales son más pobres en sodio que en cloro, por lo que es más probable que ocurra una deficiencia de sodio que de cloro. Esta deficiencia es más frecuente durante la lactancia, en animales de rápido crecimiento y en aquellos alimentos a base de cereales, en el trópico y en zonas cálidas donde se pierde gran cantidad de sodio en el sudor y en animales pastando zacates altamente fertilizados con potasio (Underwood, 1981).

De acuerdo a Gall (1981) y la NRC (1984), el requerimiento de sodio en la dieta para caprinos y bovinos es de 0.20 y 0.10 por ciento respectivamente. Underwood (1969) menciona que el requerimiento para un bovino productor de leche (9 kg/día) varía de 0.16 a 0.22 por ciento de sodio, de no ser así se observará apetencia desmedida por la sal y habrá alteraciones en el apetito, aspecto general, problemas en el crecimiento y en la producción.

En México la deficiencia de sodio en rumiantes en pastoreo ha sido reportada por Villarreal (1977) en Nuevo León quien encontró promedios de sodio en forrajes de 0.4 por ciento, por Mejía (1984) y Mejía (1986) quienes al analizar forrajes en Coahuila reportaron respectivamente que el 90 y 100 por ciento resultaron ser deficientes y por Mejía (1987) en Zacatecas reportó que casi todos los forrajes eran deficientes en sodio. Sin embargo, Siller (1977) en Muzquiz, Coahuila; reportó niveles normales de sodio en los forrajes. De esta manera Coopock et al. (1988) mencionan que la concentración de sodio y cloro presentes en algunos forrajes y en el agua de bebida pueden reducir o hasta eliminar la necesidad de suplementación de sal a las dietas del ganado. Lo anterior concuerda con Morris (1980) quien reporta niveles de sodio de hasta el 8 por ciento de la materia seca para las plantas del género *Atriplex*.

Hierro

Este pertenece al grupo de los microminerales, es un componente estructural de diversas enzimas hemoprotéicas (citocromos) y de las enzimas flavoprotéicas que intervienen en los procesos oxidativos de todas las células, además interviene en la transformación tisular del oxígeno, así como en su transporte, ya que forma parte de la hemoglobina (Underwood, 1969).

Según McDowell et al. (1984) el requerimiento de hierro en los rumiantes no está bien establecido, sin embargo, para los rumiantes adultos se estima de 20 a 50 ppm, mientras que el requerimiento para terneros es de 100 ppm de la materia seca consumida.

La deficiencia de hierro es poco frecuente en el ganado adulto, ya que la mayoría de las plantas cubren los requerimientos de los animales, Church (1988) afirma que las leguminosas son generalmente muy ricas en hierro (200-400 ppm). Sin embargo se puede presentar deficiencia de hierro en circunstancias que determinan una pérdida intensa de sangre como infestaciones parasitarias u otro tipo de enfermedades.

De acuerdo a la literatura, por lo general los forrajes contienen más hierro que el requerimiento necesario del ganado en pastoreo, esto lo confirman Villarreal (1977), Mejía (1977), Obeso (1977) y Mejía (1984) quienes en la región Noreste de México encontraron promedios superiores al requerimiento, pero sin alcanzar el nivel tóxico de 500 y 1000 ppm para ovinos y bovinos respectivamente, así considerados por Ammerman y Goodrich (1983).

Georgievskii et al. (1982) mencionan que el cobre es esencial tanto para las plantas como para los animales; en las plantas participa en el proceso de la fotosíntesis, en el animal es esencial en la formación de sangre, cataliza la incorporación de hierro a la partícula heme de la hemoglobina e interviene en la maduración de los eritrocitos, participa en el proceso de osteogénesis, en la pigmentación y queratinización del pelo, es componente o activador de numerosos sistemas enzimáticos, además de ser indispensable para el buen funcionamiento de la flora ruminal. Church (1988) agrega que el cobre interviene en una gran variedad de funciones bioquímicas como son la síntesis de prostaglandinas y formación de elastina aortica.

Según McDowell et al. (1984) el cobre esta interrelacionado con otros nutrientes dietéticos, que incluyen molibdeno, azufre, cinc, hierro, proteínas y otros elementos traza. La deficiencia de cobre en rumiantes aparece principalmente bajo condiciones de pastoreo y generalmente es una deficiencia "condicionada" debido a que los forrajes contienen altas concentraciones de molibdeno (>3 ppm) y bajas de cobre (<5 ppm). McDowell et al. (1986) sugieren que en regiones donde predominan los forrajes altos en molibdeno se debe incrementar de 3 a 5 veces el

contenido de cobre de los suplementos minerales para contrarrestar la toxicidad por molibdeno. De acuerdo a Church (1988), los forrajes que contienen menos de 3 ppm de cobre son generalmente deficientes; entre 3 y 6 ppm son marginales y con más de 6 ppm es difícil que se presente deficiencia de cobre.

Estudios realizados por Mills (1987) afirman que bajo condiciones de severa deficiencia de cobre, el total de cobre en hígado disminuye hasta en un 50 por ciento en tan solo 25 a 30 días. Al respecto, Cameron et al. (1989) sostienen que una dosis oral única de 25 a 50 gramos de óxido cúprico al inicio del pastoreo es suficiente para mantener o incrementar las reservas hepáticas de cobre en vacas y becerros en pastoreo.

En México se han reportado niveles deficientes de cobre en los forrajes (<10 ppm) por Villarreal (1977), Mejía (1984), Gartenberg (1985), Mejía (1986), Mejía (1987). Sin embargo, Mejía (1977) y Siller (1977) en el noreste de México encontraron niveles altos de cobre en los forrajes (20.87, 190 y 52 ppm respectivamente).

Molibdeno

Este elemento se encuentra muy relacionado con el cobre, además es esencial para la síntesis y actividad de

contenido de cobre de los suplementos minerales para contrarrestar la toxicidad por molibdeno. De acuerdo a Church (1988), los forrajes que contienen menos de 3 ppm de cobre son generalmente deficientes; entre 3 y 6 ppm son marginales y con más de 6 ppm es difícil que se presente deficiencia de cobre.

Estudios realizados por Mills (1987) afirman que bajo condiciones de severa deficiencia de cobre, el total de cobre en hígado disminuye hasta en un 50 por ciento en tan solo 25 a 30 días. Al respecto, Cameron et al. (1989) sostienen que una dosis oral única de 25 a 50 gramos de óxido cúprico al inicio del pastoreo es suficiente para mantener o incrementar las reservas hepáticas de cobre en vacas y becerros en pastoreo.

En México se han reportado niveles deficientes de cobre en los forrajes (<10 ppm) por Villarreal (1977), Mejía (1984), Gartenberg (1985), Mejía (1986), Mejía (1987). Sin embargo, Mejía (1977) y Siller (1977) en el noreste de México encontraron niveles altos de cobre en los forrajes (20.87, 190 y 52 ppm respectivamente).

Molibdeno

Este elemento se encuentra muy relacionado con el cobre, además es esencial para la síntesis y actividad de

las enzimas xantina-oxidasa, aldehído-oxidasa y sulfito-oxidasa (Underwood, 1977).

El molibdeno también tiene efecto directo sobre la función reproductiva por su interacción con algunos receptores de hormonas esteroides (Hurley y Doane, 1989).

El requerimiento de molibdeno del ganado en pastoreo es de 0.01 ppm o menos y no se ha reportado ninguna deficiencia de éste por sí misma en rumiantes en pastoreo, pero altas concentraciones de cobre pueden interferir con el metabolismo del molibdeno (Church, 1988). Es de todos conocido que el exceso de molibdeno en forrajes provoca una sintomatología clínica en el ganado bovino que es difícil de distinguir de la deficiencia aguda de cobre en la apariencia general (McDowell et al., 1984).

Cinc

Georgievskii et al. (1982) señalan que el cinc es esencial para las plantas y los animales. En las plantas interviene en la síntesis de clorofila y del triptófano. En el animal juega un papel muy importante en el crecimiento, reproducción, formación de huesos y sangre, en el metabolismo de los ácidos nucleicos, proteínas y carbohidratos, además actúa como activador de sistemas enzimáticos, de manera directa en metaloenzimas que

contienen cinc y en enzimas que lo requieren como cofactor; de esta manera se ha descubierto que el cinc participa en el metabolismo de más de 200 enzimas. Asimismo, Hurley y Doane (1989) mencionan que el cinc interviene en la reproducción al ser un componente o activador de enzimas involucradas en la esteroidogénesis.

El requerimiento mínimo para el ganado caprino es de 10 ppm, en los bovinos productores de carne es de 10-30 ppm y para vacas lecheras de 40 ppm de cinc (Haenlein, 1980). Sin embargo, Gall (1981) menciona como requerimiento mínimo para el caprino 75 ppm.

McDowell et al. (1984) reportaron que niveles de cinc arriba de 500 ppm en la dieta puede causar efectos tóxicos en el ganado en pastoreo; complementando lo anterior, Church (1988) menciona que el exceso de cinc interfiere con la absorción y metabolismo del cobre.

En Coahuila, Mejía (1986) y en Zacatecas, Mejía (1987) reportaron promedios de cinc inferiores a 50 ppm en forrajes. Sin embargo, Mejía (1984) reportó niveles que variaron de 275 a 319 ppm en forrajes de los municipios de Ocampo, Sierra Mojada y Cuatrociénegas, del Estado de Coahuila.

Es necesario en el animal para una formación ósea normal, adecuada pigmentación del pelo, para la reproducción en ambos sexos y para el buen funcionamiento del sistema nervioso central, también es un cofactor para varias enzimas involucradas en el metabolismo de carbohidratos y en la síntesis de mucopolisacáridos (McDowell et al., 1984).

El requerimiento para caprinos es de 50 ppm (Gall, 1981) y para bovinos 40 ppm (NRC, 1984). El nivel máximo tolerable de manganeso para bovinos es de 1000 ppm (NRC, 1984); por lo que es muy difícil que se presente toxicidad por manganeso.

Underwood (1981) afirma que la deficiencia de manganeso es más frecuente en las aves, pero no es ajena para los rumiantes. Por otro lado, Bath et al. (1982) mencionan que con excepción de las raciones predominantemente de maíz, quizá no se necesita una suplementación de manganeso para el ganado lechero.

Cobalto

Elemento esencial para que los microorganismos del rumen sintetizen la vitamina B₁₂, la cual es necesaria para el funcionamiento de varios sistemas enzimáticos y la

utilización de la energía, siendo necesaria para convertir el propionato a succinato, es una coenzima en las transmetilaciones (Georgievskii et al., 1982).

El requerimiento de cobalto para rumiantes en pastoreo es de 0.1 ppm del consumo de materia seca, estos animales pueden tolerar hasta 150 ppm en la dieta, por lo que es muy difícil de presentarse su intoxicación (McDowell et al., 1984).

De acuerdo con Bath et al. (1982) en todo el mundo se presentan zonas con deficiencias de cobalto, los animales con deficiencia de este elemento son retraídos, pierden apetito y peso, se vuelven débiles, anémicos y finalmente mueren. McDowell (1976) reportó que de 140 forrajes analizados en Latinoamérica, el 43 por ciento fueron deficientes (<0.1 ppm).

Selenio

Este elemento se conocía por sus características tóxicas, sin embargo, fue hasta 1957 cuando se le consideró un elemento esencial ya que se demostró que es un componente de un factor que previene la diatésis exsudativa en pollos y la distrofia muscular nutricional en corderos y terneros. Un adecuado margen de seguridad para evitar la deficiencia es de 0.2 ppm (McDowell et al., 1984).

Por otro lado, altas incidencias de retención placentaria en bovinos se han reducido por la administración de niveles adecuados de selenio en la dieta (McDowell et al., 1984).

En Zacatecas, Gartenberg (1985) encontró altas concentraciones de selenio (8 ppm) en las muestras de pelo de los animales muestreados.

III. MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area

Localización Geográfica

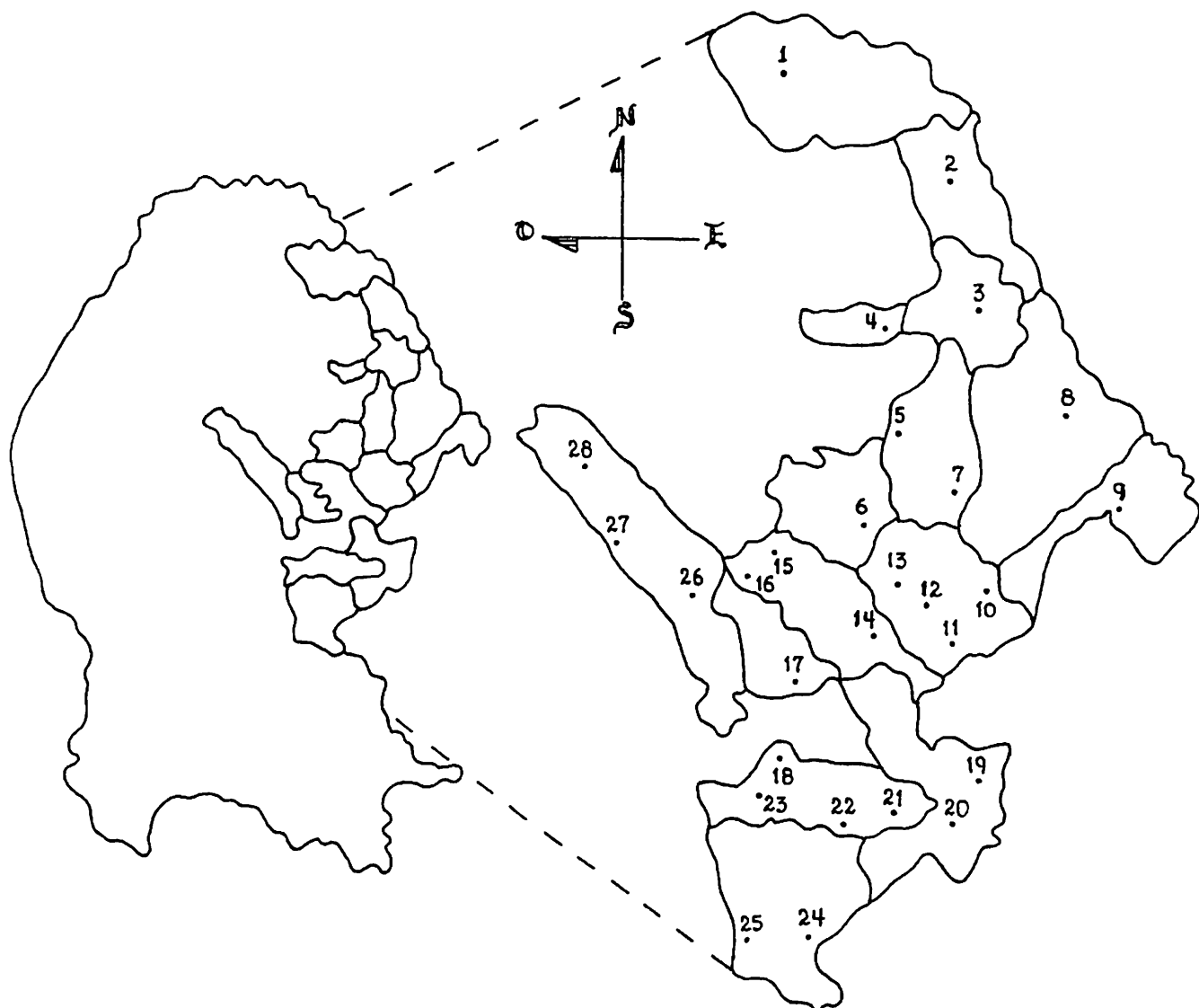
La presente investigación se realizó en 28 localidades ganaderas comprendidas en los municipios de Candela, Castaños, Escobedo, Guerrero, Hidalgo, Jiménez, Juárez, Monclova, Morelos, Nava, Piedras Negras, Progreso, Sabinas, San Buenaventura y Villa Unión del Estado de Coahuila. La localización geográfica y altitud de cada municipio se muestran en el Cuadro 3.1. Los municipios y la ubicación de las localidades muestreadas se indican en la Figura 3.1.

CUADRO 3.1. Localización geográfica y altitud sobre el nivel del mar de los municipios en estudio.

MUNICIPIO	LONGITUD OESTE	LATITUD NORTE	ALTITUD (msnm)
Candela	100° 40`	26° 50`	420
Castaños	101° 26`	26° 47`	750
Escobedo	101° 24`	27° 14`	450
Guerrero	100° 22`	28° 18`	220
Hidalgo	99° 52`	27° 47`	152
Jiménez	100° 40`	29° 04`	290
Juárez	100° 44`	27° 36`	264
Monclova	101° 25`	26° 35`	645
Morelos	100° 53`	28° 24`	320
Nava	100° 46`	27° 56`	320
Piedras Negras	100° 31`	28° 42`	220
Progreso	100° 59`	27° 26`	205
Sabinas	101° 07`	27° 51`	335
San Buenaventura	101° 33`	27° 04`	495
Villa Unión	100° 43`	28° 13`	300

García (1973) y SARH (1981)

(msnm) Metros sobre el nivel del mar.



- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1.El Carmen, Jiménez | 15.Jaboncillos, Progreso |
| 2.Piedras negras, P.Negras. | 16.El Alamo Gordo, Progreso |
| 3.Los Pinabetes, Nava | 17.El Tulillo, Escobedo |
| 4.Morelos, Mor. | 18.Leonila, Monclova |
| 5.Las Blancas, Villa Unión | 19.Valladares, Candela |
| 6.El Mezquite, Sabinas | 20.San Pedro, Candela |
| 7.La Mona, Villa Unión | 21.El Huizachal, Monclova |
| 8.Buenavista, Guerrero | 22.El Oro, Monclova |
| 9.Hidalgo, Hgo. | 23.Monclova, Monclova |
| 10.San Antonio, Juárez | 24.Acambaro, Castaños |
| 11.Santa Rita, Juárez | 25.El Zago, Castaños |
| 12.Juárez, Juárez | 26.La Saucedá, S.Buenaventura |
| 13.Santa Laura, Juárez | 27.El Capulín, S.Buenaventura |
| 14.San Esteban, Progreso | 28.La Azufrosa, S.Buenaventura |

FIGURA 3.1. Mapa del Estado de Coahuila indicando los municipios y la ubicación de las localidades muestreadas.

Caracterización Climática

Los tipos de clima, temperatura y precipitación de los municipios contemplados en la presente investigación se describen en el siguiente Cuadro.

CUADRO 3.2. Temperatura, precipitación y tipo de clima de los municipios en estudio.

MUNICIPIO	TEMP.MEDIA ANUAL (°c)	PRECIPIT. ANUAL (mm)	TIPO DE CLIMA
Candela	21.6	401.0	BSO(h')hw ⁿ (e')
Castaños	20.0	401.4	BSOhx'(w)(e')w ⁿ
Escobedo	22.3	402.0	BSOhw(x')(e')
Guerrero	22.0	525.0	BSO(h')hw ⁿ (x')(e')
Hidalgo	22.1	489.9	BSO(h')hx'(w)(e')w ⁿ
Jiménez	21.5	501.0	BSlhx'(w)(e')w ⁿ
Juárez	22.9	391.9	BSO(h')hx'(w)(e')w ⁿ
Monclova	21.6	355.9	BSOhx'(w)(e')w ⁿ
Morelos	20.9	498.0	BSOhw ⁿ (x')(e')
Nava	21.0	500.0	BSOhw ⁿ (x')(e')
Piedras Negras	22.2	519.2	BSl(h')hx'(w)(e')w ⁿ
Progreso	21.8	388.2	BSOhx'(w)(e')w ⁿ
Sabinas	21.5	435.7	BSOhw(e')w ⁿ
San Buenaventura	21.8	324.8	BSOhw(x')(e')w ⁿ
Villa Unión	23.6	419.0	BSO(h')hx'(e')

García (1987) y SARH (1981)

Especies Forrajeras Disponibles en el Area de Estudio

En el período de sequía es manifiesta la pobreza de forrajes, encontrándose preferentemente disponibles los siguientes: Engordacabras (*Dalea bicolor*), Chapote (*Dyospiros texana*), Oreja de Ratón (*Tiquilia canescens*), Chaparro Amargo (*Castela texana*), Cenizo (*Leucophyllum frutescens*), Guayacán (*Porlieria angustifolia*), Costilla de Vaca (*Atriplex canescens*), Guajillo (*Acacia barlandieri*), Saladillo (*Atriplex acanthocarpa*), Gatuño (*Acacia roemeriana*) y Granjeno (*Celtis pallida*).

Entre las especies más importantes de zacates disponibles están: Navajita China (*Bouteloua ramosa*), Navajita Roja (*Bouteloua trifida*), Tres Barbas (*Aristida curvifolia*), Punta púrpura (*Tridens flavus*), Rizado (*Panicum hallii*), Buffel (*Cenchrus ciliaris*), Johnson (*Sorghum halepense*) y Zacatón Alcalino (*Sporobolus airoides*).

Prácticas de Manejo del Ganado

El manejo del ganado es diferente entre pequeños propietarios y ejidatarios. Los primeros se caracterizan por tener ganado bovino y por realizar vacunaciones contra carbón sintomático, edema maligno y septicemia hemorrágica, desparasitaciones internas y externas, suplementación con

sal común (NaCl) y pocas veces con sales minerales (algunos de ellos, con sales norteamericanas); cruzamientos de su ganado con sementales mejorados, empadres controlados y venta de becerros al destete para exportación; además poseen corrales de manejo equipados con manga, chute, prensa y baño de inmersión.

Por otro lado, los ejidatarios poseen principalmente ganado caprino y solo unos cuantos tienen ganado bovino; generalmente no desparasitan, pero si bañan y vacunan, ofrecen al ganado sal común y ocasionalmente sales minerales, cuentan con corrales de manejo, pero son muy rústicos; su principal objetivo es la venta de leche de cabra y venta del cabrito. El pastoreo generalmente es continuo con sobrecarga de animales, saladeros mal distribuidos y aguajes en número reducido.

Muestreo de Campo

Con el fin de conocer el estado mineral de los caprinos y bovinos en la zona, se procedió a realizar el muestreo de campo en la época de sequía, efectuandose del 22 de febrero al 16 de junio de 1989. Se tomaron muestras de agua, suelo, forraje, suero sanguíneo y pelo según técnicas recomendadas por Fick et al. (1979) y Chapman y Pratt (1981). El muestreo en huesos no fue posible realizar ya que es difícil que el ganadero permita la toma de

biopsias óseas de su ganado y en este caso tampoco fue posible conseguir huesos de los animales muertos con anterioridad.

Las localidades muestreadas fueron seleccionadas tomando como punto de referencia los tipos de vegetación en la región, el número de puntos muestrales recolectados se hizo en base a la superficie y distribución de los diferentes tipos de vegetación, siendo un total de 28 localidades (Cuadro 3.3.).

CUADRO 3.3. Tipo de vegetación y especie animal explotada en las localidades muestreadas en el presente estudio.

LOCALIDAD	ESPECIE ANIMAL	TIPO DE VEGETACION
El Carmen, Jiménez (*)	C	1
Piedras Negras, P. Negras (*)	C	1
Los Pinabetes, Nava (*)	C	1
Las Blancas, V.Unión (**)	C	1
La Mona, V.Unión (**)	B	1
Buenavista, Guerrero (**)	B	1
Hidalgo, Hgo. (*)	B	1
Jaboncillos, Progreso (**)	B	1
Valladares, Candela (*)	C	1
Morelos, Mor. (*)	C	2
Juárez, Juárez (*)	C	2
San Esteban, Progreso (**)	B	2
El Mezquite, Sabinas (**)	C	3
El Zago, Castaños (*)	C	4
Leonila, Monclova (*)	C	5
Monclova, Mon. (*)	C	5
Acambaro, Castaños (*)	C	5
La Saucedá, S.Buenavent. (**)	C	5
San Antonio, Juárez (**)	B	6
El Tulillo, Escobedo (**)	B	6
Santa Rita, Juárez (*)	C	7
Santa Laura, Juárez (**)	B	7
El Alamo Gordo, Progreso (**)	B	8
El Oro, Monclova (*)	B	8
El Capulín, S.Buenavent. (**)	B	8
La Azufrosa, S.Buenavent. (**)	B	8
San Pedro, Candela (*)	C	9
El Huizachal, Monclova (*)	C	9

CGSNEGI (1982)

(*) Ejido	1. Matorral Mediano Espinoso
(**) Pequeña Propiedad	2. Matorral Alto Espinoso
C Caprina	3. Matorral Crasicaule
B Bovina	4. Pastizal Mediano Abierto
	5. Matorral Inerme Parvifolio
	6. Agrupaciones de Halófitos
	7. Pastizal Halófito Abierto
	8. Matorral Crasirosulifolio Espinoso
	9. Matorral Mediano Subinerme.

Agua

Se tomaron muestras de agua de los pozos profundos, norias, manantiales y papalotes utilizando recipientes de plástico de 1000 ml de capacidad, previo enjuagado con el agua a muestrear de acuerdo a la técnica de Chapman y Pratt (1981). Posteriormente las muestras fueron almacenadas, protegiéndose de la luz hasta que se realizó su análisis en el laboratorio.

Suelo

El suelo se muestreo tomando seis muestras por localidad en sitios bien distribuidos dentro de las áreas de pastoreo del ganado. Utilizando una pala especial para la toma de muestras de suelo, se hizo una excavación en forma de cubo de 20 X 20 X 20 cm de profundidad, se tomó una muestra aproximadamente de 1000 g por sitio haciendo un corte en uno de los lados, la muestra se depositó en bolsas de polietileno debidamente identificadas. Ya en el laboratorio, las muestras se secaron a temperatura ambiente extendiéndolas sobre un papel, una vez secas, se hicieron pasar por un tamiz con malla de acero inoxidable y filtros de dos milímetros de diámetro, siendo posteriormente homogenizadas, pesadas (300 g) cada una de las unidades muestrales e integradas en una sola muestra por localidad, la cual fue almacenada en una bolsa de polietileno previamente identificada para su posterior análisis.

Forraje

Para el muestreo del forraje se utilizó la técnica de pastoreo simulado. Esta técnica consiste en seguir a los animales durante el pastoreo y tomar una muestra representativa del forraje que van consumiendo, también se consultó al pastor o vaquero; se utilizaron tijeras de acero inoxidable para realizar el corte a la altura pastoreada por el animal. En algunos casos la defoliación se hizo manualmente tomando las partes preferidas por el animal. La cantidad colectada por muestra (especie vegetativa) fue aproximadamente 500 g depositandose en bolsas de manta debidamente identificadas.

Posteriormente, en el laboratorio las muestras fueron secadas a 60 °C durante el tiempo necesario para perder la humedad (24-72 horas), se molieron en un molino willey con criba de acero inoxidable de un milímetro de diámetro. Las muestras se depositaron en bolsas de polietileno bien identificadas, homogenizandose con movimientos rotatorios y se almacenaron hasta su análisis.

Suero Sanguíneo

En cada localidad se tomaron 8 muestras de sangre de hembras adultas, las cuales tenían como mínimo un año de pastar en la localidad. Las muestras se obtuvieron por punción en la vena yugular utilizando agujas hipodérmicas

No 14 y 16 colectándose en tubos de ensayo (20 ml). Después de tomar la muestra, los tubos identificados se colocaron en posición inclinada reposando durante aproximadamente dos horas, para permitir la coagulación normal y separación del suero, estas muestras fueron centrifugadas a 3000 rpm durante 30 minutos utilizando una centrífuga portátil accionada por una planta eléctrica, obteniendo así el suero sanguíneo, el cual se transfirió a tubos de ensayo con tapón de rosca, colocándose éstos inmediatamente en una hielera durante la estancia en el campo. Ya en el laboratorio, las muestras de suero fueron mantenidas en congelación hasta su análisis.

Pelo

Las muestras fueron tomadas de los mismos animales que se utilizaron en el muestreo de sangre, colectándose aproximadamente cinco gramos por animal, sobre todo de las regiones del dorso, cuello, orejas y cola, utilizando tijeras de acero inoxidable. Posteriormente las muestras fueron lavadas con agua destilada y shampoo libre de iones, en seguida fueron secadas en la estufa en bolsas de papel a 50 °C durante 12 horas y fueron almacenadas en bolsas de polietileno debidamente identificadas.

Análisis de Laboratorio

Agua

En las muestras de agua se determinó la concentración de calcio, magnesio y sodio por espectrofotometría de absorción atómica mediante la técnica de Perkin-Elmer Corp. (1976). Se hicieron las diluciones necesarias con agua deionizada; sin embargo algunos elementos, como el hierro y cobre, no fueron detectados.

Suelo

Se pesaron 20 g de suelo seco en matraces de vidrio de 125 ml, se le agregó 40 ml de solución extractora (50 ml de HCl 1N + 25 ml de H_2SO_4 1N aforado a 1000 ml con agua destilada), posteriormente se colocaron los matraces en agitación durante 45 minutos, luego se filtró en matraces de 100 ml usando papel filtro Whatman No 42, aforándose el matraz con la solución extractora, obteniéndose la solución "madre", de la cual se leyeron directamente las concentraciones extractables de cobre, cinc y cobalto. En seguida se hicieron las diluciones necesarias con solución de lantano al uno por ciento para la determinación de calcio, magnesio, potasio y sodio. Todos estos elementos fueron determinados según técnicas de Perkin-Elmer Corp. (1976). El fósforo se determinó clorimétricamente por el método de Olsen et al. (1954).

Forraje

Se pesaron cinco gramos de muestra en crisoles de porcelana, seguidamente se colocaron en la estufa a 100 °C durante 12 horas para obtener el porcentaje de materia seca total. Luego se pasaron a la mufla a 500 °C durante 12 horas, calculando así el porcentaje de cenizas.

Las cenizas se disolvieron con 5 ml de HCl al 20 por ciento en vasos de precipitado de 100 ml, calentándose hasta antes de la ebullición en placas de calentamiento eléctrico, luego se filtró en matraces volumétricos de 50 ml usando papel filtro Whatman No 41, lavando el vaso y papel filtro con agua destilada caliente hasta la aforación del matraz, obteniéndose así la solución "madre", en la cual se determinaron directamente las concentraciones de cobre, cobalto y manganeso y se hicieron las diluciones necesarias con agua destilada para las determinaciones de hierro, cinc y sodio y diluciones con solución de lantano al uno por ciento para las lecturas de calcio, magnesio y potasio. Todos estos minerales se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, según técnicas de Perkin-Elmer Corp. (1976). Haciendo uso de la técnica de Fiske y Subbarow (1925) se determinó el contenido de fósforo.

Suero Sanguíneo

Para la determinación de los macroelementos (calcio, magnesio, potasio y sodio) se tomó un ml de suero virtiendose a un matraz volumétrico de 50 ml y aforándose con lantano al 0.1 por ciento, procediendo a realizar las lecturas en el aparato de absorción atómica. Para los microelementos (hierro, cobre y cinc) se tomaron dos ml de suero en un tubo de ensayo, adicionando dos ml de ácido tricloroacético al 20 por ciento, se homogenizó y se centrifugaron a 3000 rpm durante 15 minutos, obteniendose el sobrenadante, el cual se utilizó para leer los diferentes minerales siguiendo las técnicas de Perkin-Elmer Corp. (1976). El fósforo se determinó por colorimetría, mediante la técnica de Fiske y Subbarow (1925).

Pelo

Desafortunadamente el análisis de las muestras de pelo se tuvo que posponer por la falta de dominio en la técnica de determinación de tan bajas concentraciones de cinc y selenio que contienen estas muestras.

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados con el Sistema de Análisis Estadístico (SAS, 1985) por separado para bovinos y caprinos. En cada especie se aplicó un modelo estadístico lineal que incluyó los factores fijos tipo de vegetación,

tipo de propiedad y rancho anidado en tipo de vegetación. Así mismo se estimaron las correlaciones entre las variables a partir de los promedios por rancho.

Se calcularon los intervalos de confianza del 95 por ciento para las medias de acuerdo al tipo de vegetación y el tipo de propiedad en cada especie para los estimados en forraje y en suero sanguíneo, así como los intervalos de confianza del 95 por ciento para los promedios generales de los valores encontrados en suelo y agua. Para la estimación de los intervalos se utilizó el método descrito por Gill (1978).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados y la discusión de los mismos se presentarán divididos en la sección de bovinos y la sección de caprinos, ya que el muestreo de cada una de las variables (suelo, agua, planta y animal) se realizó por separado, debido a que existen ciertas diferencias en la explotación de ambas especies.

El muestreo y análisis de la información obtenida se proceso de acuerdo a los tipos de vegetación existentes en la región, ya que es más importante caracterizar o mapear el estado mineral de la zona tomada en cuenta su vegetación, que sus límites municipales, ya que éstos poca influencia tienen en el estado nutricional del ganado.

BANCO DE TESIS

7-14908

Bovinos

Minerales en agua

El contenido de minerales en el agua de bebida (Cuadros 4.1. y A.1.) fue muy variable, aún cuando no se detectaron diferencias significativas ($P < .05$) entre los tipos de vegetación y tipos de propiedad muestreados.

Calcio

Como se observa, el contenido de calcio en el agua de bebida de los bovinos varió de normal a alto comparado con el nivel promedio reportado (57.1 ppm) en aguas de Estados Unidos de Norteamérica (Romero, 1989).

CUADRO 4.1. Concentraciones promedio (ppm) de minerales en el agua disponible para bovinos en los tipos de vegetación muestreados.

Mineral	Ca	Mg	Na
Matorral Mediano Espinoso	57.7	14.7	75.6
Matorral Alto Espinoso	124.5	96.0	151.5
Agrupaciones de Halófitos	259.1	31.5	126.2
Pastizal Halófito Abierto	102.0	7.0	14.9
Matorral Crasirosulifolio Espinoso	131.7	67.7	33.9

Magnesio

En las muestras de agua analizadas, la concentración de magnesio fue también muy variable (7.0 a 96.0 ppm); similares concentraciones reportó Mejía (1984) para las aguas de Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, Coahuila.

Sodio

El contenido de sodio en las aguas disponibles en los tipos de vegetación muestreados fluctuó entre 14.9 a 151.1 ppm, niveles que estan dentro del rango reportado para las aguas de Estados Unidos de Norteamérica (Romero, 1989).

Las muestras de agua analizadas presentaron concentraciones insignificantes (no detectables en el espectrofotómetro de absorción atómica) del resto de los elementos minerales esenciales.

Minerales en Suelo

En el Cuadro 4.2 se presentan los resultados del contenido de minerales en el suelo en cada tipo de vegetación y en el Cuadro A.2. del apéndice, sus límites de confianza del 95 por ciento en forma general para bovinos.

Fósforo

En los suelos muestreados la concentración de fósforo fue normal (26.5, 30.0, 34.0, 27.0 y 27.7 ppm) para el Matorral mediano espinoso, Matorral alto espinoso, Agrupaciones de halófitos, Pastizal halófito abierto y Matorral crasirosulifolio espinoso, respectivamente, en relación al nivel normal (21-35 ppm) (Romero ,1989). Estos resultados difieren a los encontrados anteriormente en la región Norte del país, que han sido generalmente deficientes (menos de 21 ppm).

Calcio

Los resultados de calcio, como se esperaba, fueron altos (5,472 a 6.048 ppm), coincidiendo con otros estudios realizados en el Estado de Coahuila (Mejía, 1984; Mejía, 1986 y Carrete et al., 1990).

CUADRO 4.2. Concentraciones promedio de minerales en suelos de pastizales para bovinos en los tipos de vegetación muestreados.

Mineral	P	Ca	Mg	K	Na
Nivel Normal(ppm)	21-35	900-1600	26-125	105-150	-
Mat. Med. Esp.	26.5	5688	112.5	312.0	40.1
Criterio*	N	A	N	A	
Mat. Alt. Esp.	30.0	5472	690.0	302.4	585.6
Criterio*	N	A	A	A	
Agrup. Halóf.	34.0	5760	150.0	309.6	255.0
Criterio*	N	A	A	A	
Past. Halóf. A.	27.0	6048	60.0	220.8	40.5
Criterio*	N	A	N	A	
Mat. Crasiro. Esp.	27.7	5544	135.0	295.2	48.2
Criterio*	N	A	N	A	

* D deficiente, N normal, A alto

CUADRO 4.2. continuación.

Mineral	Cu	Zn	Co
Nivel Normal(ppm)	0.6	1.5	0.3
Mat. Med. Esp.	0.10	5.25	0.17
Criterio*	D	A	D
Mat. Alt. Esp.	0.05	6.90	0.10
Criterio*	D	A	D
Agrup. Halóf.	0.07	7.35	0.12
Criterio*	D	A	D
Past. Halóf. A.	0.05	3.30	0.15
Criterio*	D	A	D
Mat. Crasiro. Esp.	0.12	9.37	0.15
Criterio*	D	A	D

* D deficiente, N normal, A alto.

Las concentraciones de magnesio varían de normales a altas (112.5, 690.0, 150.0, 60.0 y 135.0 para el Matorral mediano espinoso, Matorral alto espinoso, Agrupaciones de halófitos, Pastizal halófito abierto y Matorral crasirosulifolio espinoso respectivamente), Romero (1989) reporta como rango normal 26 a 125 ppm de magnesio para los suelos del Norte del país; estos resultados concuerdan con los reportados por Mejía (1986) de 170, 130 y 64 ppm para los municipios de Muzquiz, Zaragoza y Acuña del Estado de Coahuila.

Potasio

Al igual que el calcio, los resultados encontrados de potasio fueron altos (Matorral mediano espinoso, 312.0; Matorral alto espinoso, 302.4; Agrupaciones de halófitos, 309.6; Pastizal halófito abierto, 220.8 y Matorral crasirosulifolio espinoso, 295.2 ppm) con respecto al valor (105-150 ppm) considerado normal por Romero (1989); resultados similares reportan Mejía, 1984 y Carrete et al., 1990 en el Estado de Coahuila.

Sodio

Las concentraciones de sodio en los suelos muestreados del Matorral mediano espinoso, Matorral alto espinoso, Agrupaciones de halófitos, Pastizal halófito

abierto y Matorral crasirosulifolio espinoso fueron 40.1, 585.6, 225.0, 40.5 y 48.2 ppm, respectivamente. Similares resultados han reportado otros investigadores en la región Centro-Norte del país (Mejía, 1984; Mejía, 1986; Romero, 1989 y Carrete et al., 1990).

Cobre

El contenido de cobre en suelos fue deficiente para todos los tipos de vegetación, ya que ninguno de ellos superó la concentración de 0.12 ppm, de acuerdo a los valores reportados por Romero (1989) quien considera suelos deficientes, aquellos con niveles inferiores a 0.6 ppm de cobre. Igualmente, Mejía (1984) y Mejía (1986) reportaron concentraciones deficientes de este elemento en los suelos de Ocampo, Cuatrociénegas, Sierra Mojada, Muzquiz, Zaragoza y Acuña del Estado de Coahuila. En los suelos de la región Sur de este mismo Estado no fue posible detectar la presencia de este elemento (Carrete et al., 1990). Sin embargo, Romero (1989) reporta concentraciones de 7.1 y 8.9 ppm en suelos del altiplano zacatecano-potosino para las épocas de secas y lluvias respectivamente.

Cinc

El cinc, al igual que el calcio y el potasio se detectó en concentraciones altas, desde 3.30 hasta 9.37

ppm, considerando 1.5 ppm como normal, reportado por la literatura (McDowell et al., 1982). Resultados altos, también han sido reportados por Romero (1989) y Mejía (1984); sin embargo, Mejía (1986) reportó concentraciones deficientes de este elemento.

Cobalto

Las concentraciones de cobalto en los suelos muestreados fueron deficientes (Cuadro 4.2.) al compararlas con el valor de 0.3 ppm considerado como normal por el NCMN (1973) (Netherlands Committee on Mineral Nutrition).

Es conveniente mencionar que a excepción de las concentraciones de magnesio, no se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las concentraciones de minerales en suelo, entre los diferentes tipos de vegetación muestreados. Tampoco existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) en ninguno de los elementos entre los suelos de pequeñas propiedades y los de ejidos.

Minerales en Forrajes

En el Cuadro 4.3. se presentan los límites de confianza del 95 por ciento en el contenido de minerales en los forrajes de acuerdo a los tipos de vegetación y los resultados de su análisis de varianza aparecen en el Cuadro A.3.

Fósforo

En los forrajes analizados se hizo manifiesta la deficiencia de fósforo, ya que se encontraron los siguientes rangos de valores límites de concentración; en Matorral mediano espinoso, 0.09-0.13 por ciento; Matorral alto espinoso, 0.06-0.23 por ciento; Agrupaciones de halófitos, 0.07-0.13 por ciento; Pastizal halófito abierto, 0.02-0.16 por ciento y en el Matorral crasirosulifolio espinoso, 0.09-0.12 por ciento. Estos valores al ser comparados con el requerimiento de 0.25 por ciento establecido por el NRC (1984) resultaron ser deficientes ($P < 0.05$) en los cinco tipos de vegetación.

Estos resultados están de acuerdo con los mencionados por un gran número de investigadores (González, 1966; De Alba, 1971; Obeso, 1977; Mejía, 1984; Gartenberg, 1985; Mejía, 1986; Mejía, 1987 y Carrete *et al.*, 1990) que afirman haber encontrado deficiencia en los forrajes de la región Norte del país.

Calcio

El calcio en los forrajes de los cinco tipos de vegetación se encontró en elevadas cantidades. Los rangos por tipo de vegetación fueron 1.69-2.78 en Matorral mediano espinoso, 0.86-1.64 en Matorral alto espinoso, 1.34-3.64 en Agrupaciones de halófitos, 0.82-5.21 en Pastizal halófito

abierto, 1.60-2.65 en Matorral crasirosulifolio espinoso. Al confrontar estos valores con el requerimiento mínimo para bovinos en pastoreo de 0.30 por ciento (NRC, 1984) resultaron ser superiores ($P < 0.05$) e inclusive en cuatro tipos de vegetación alcanzaron el nivel tóxico de dos por ciento señalado por Ammerman y Goodrich (1983).

Resultados similares han sido reportados en la región Norte del país (Siller, 1977; Mejía, 1986; Mejía, 1987 y Carrete et al., 1990).

Magnesio

El contenido de magnesio en los forrajes analizados en los cinco tipos de vegetación fue normal ($P < 0.05$) de acuerdo al requerimiento de 0.10-0.20 por ciento sugerido por el NRC (1984). Los intervalos de confianza por tipo de vegetación fueron de 0.17-0.26 para Matorral mediano espinoso, 0.00-0.68 para Matorral alto espinoso, 0.12-0.33 para Agrupaciones de halófitos, 0.03-0.43 para Pastizal halófito abierto y 0.17-0.30 para Matorral crasirosulifolio espinoso; como se pueden observar algunas muestras alcanzaron el nivel tóxico de 0.40 por ciento considerado por Ammerman y Goodrich (1983); sin embargo esta toxicidad no se ha manifestado en los animales, probablemente debido a que también existen altas concentraciones de calcio y potasio, las cuales, de acuerdo a Greene et al. (1983) interfieren en la disponibilidad del magnesio.

Potasio

El 100 por ciento de los forrajes analizados, presentaron valores superiores ($P < 0.05$) al requerimiento de potasio indicado por el NRC (1984) para bovinos de 0.65 por ciento, sin embargo, en los cinco tipos de vegetación los límites de confianza no alcanzaron el nivel tóxico de 3.0 por ciento considerado por Ammerman y Goodrich (1983). Resultados similares ya han sido reportados en el Estado de Coahuila por algunos investigadores (Mejía, 1984 y Carrete *et al.*, 1990).

Sodio

Al igual que el potasio, el sodio se encontró en concentraciones superiores ($P < 0.05$) con respecto al requerimiento de 0.08 por ciento (NRC, 1984) en el 100 por ciento de los forrajes analizados en todos los tipos de vegetación; obteniéndose los siguientes límites de confianza 2.02-2.35, 1.84-2.98, 1.68-2.04, 1.43-1.87 y 1.51-1.78 para el Matorral mediano espinoso, Matorral alto espinoso, Agrupaciones de halófitos, Pastizal halófito abierto y Matorral crasirosulifolio espinoso respectivamente; estos resultados no concuerdan con los reportados por algunos investigadores (Mejía, 1984 y Mejía, 1986) quienes encontraron concentraciones deficientes de

este elemento en varios municipios del Estado de Coahuila. Sin embargo también se han reportado concentraciones altas (Carrete et al., 1990) en el mismo Estado.

Hierro

El hierro al igual que el calcio, potasio y sodio se encontró en concentraciones altas ($P < 0.05$) con respecto al requerimiento de 50-100 ppm para bovinos en pastoreo propuesto por el NRC, 1984. No obstante que la concentración de hierro extractable en suelo fue insignificante (no detectable), los límites de confianza detectados en forraje fueron los siguientes 399-632 ppm en Matorral mediano espinoso, 173-577 ppm en Matorral alto espinoso, 248-631 ppm en Agrupaciones de halófitos, 124-651 ppm en Pastizal halófito abierto, 336-702 ppm en Matorral Crasirosulifolio espinoso. Sin embargo, como se puede observar no alcanzan el nivel tóxico de 1000 ppm, de acuerdo a Ammerman y Goodrich (1983), pero sí se puede pensar que estos niveles puedan ocasionar interferencia con la disponibilidad de otros minerales.

CUADRO 4.3. Límites de confianza (95 %) en las concentraciones de minerales en el forraje para bovinos en los tipos de vegetación muestreados.

Mineral Concentración ¹ Requerimiento ²	P %	Ca %	Mg %	K %
	0.25	0.30	0.1-0.2	0.65
Mat. Med. Esp. ✓ Criterio ³	0.09-0.13 D	1.69-2.78 A	0.17-0.26 N	2.16-2.81 A
Mat. Alt. Esp. Criterio ³	0.06-0.23 D	0.86-1.64 A	0.00-0.68 *	1.42-2.95 A
Agrup. Halóf. ✓ Criterio ³	0.07-0.13 D	1.34-3.64 A	0.12-0.33 N	1.72-2.60 A
Past. Halóf.A. ✓ Criterio ³	0.02-0.16 D	0.82-5.21 A	0.03-0.43 N	1.31-2.36 A
Mat. Crasiro. Esp. ✓ Criterio ³	0.09-0.12 D	1.60-2.65 A	0.17-0.30 N	1.89-2.52 A

1. En base materia seca

2. Nivel del elemento requerido por el bovino adulto en su dieta en base seca.

3. D deficiente, N normal, A alto, * límites de un bajo número de muestras con alta desviación estándar.

CUADRO 4.3. continuación.

Mineral Concentración ¹ Requerimiento ²	Na % 0.08	Fe ppm 50-100	Cu ppm 8	Zn ppm 30
Mat.Med.Esp. ✓ Criterio ³	2.02-2.35 A	399-632 A	8.0-13.3 N	24-38 N
Mat.Alt.Esp. Criterio ³	1.84-2.98 A	173-577 A	2.6-7.0 D	12-30 M
Agrup. Halóf. ✓ Criterio ³	1.68-2.04 A	248-631 A	5.8-9.5 M	18-30 M
Past.Halof.A. ✓ Criterio ³	1.43-1.87 A	124-651 A	4.2-11.7 M	17-37 M
Mat.Crasiro.Esp. Criterio ³	1.51-1.78 A	336-702 A	5.8-8.7 M	24-90 LA

1. En base materia seca.
2. Nivel del elemento requerido por el bovino adulto en su dieta en base seca.
3. D deficiente M marginal, N normal, LA ligeramente alto, A alto,* límites de un bajo número de muestras con alta desviación estándar.

CUADRO 4.3. continuación.

Mineral Concentración ¹ Requerimiento ²	Mn ppm 40	Co ppm 0.1
Mat. Med. Esp. Criterio ³	41-62 N	1.0-2.5 A
Mat. Alt. Esp. Criterio ³	19-76 N	0.0-3.4 *
Agrup. Halóf. Criterio ³	34-58 N	1.1-3.8 A
Past. Halóf. A. Criterio ³	23-52 M	0.0-5.4 *
Mat. Crasiro. Esp. Criterio ³	26-41 M	1.0-2.4 A

1. En base materia seca.
2. Nivel del elemento requerido por el bovino adulto en su dieta en base seca.
3. M marginal, N normal, A alto, * límites de un bajo número de muestras con alta desviación estándar.

Esta situación de encontrar suelos deficientes en hierro y forrajes con alta concentración de este mismo elemento, ya fue reportada anteriormente por varios investigadores en la región Norte del país (Mejía, 1984; Gartenberg, 1985; Mejía, 1986 y Carrete et al., 1990), quienes mencionan que esto se debe probablemente a que el hierro de los suelos de estas regiones es más disponible que el de los suelos donde se obtuvieron los niveles considerados como adecuados.

Cobre

En los forrajes se detectaron concentraciones de cobre muy variables, siendo los siguientes límites de confianza 8.0-13.3 ppm en Matorral mediano espinoso, 2.6-7.0 ppm en Matorral alto espinoso, 5.8-9.5 ppm en Agrupaciones de halófitos, 4.2-11.7 ppm en Pastizal halófito abierto y 5.8-8.7 ppm en Matorral crasirosulifolio espinoso. Al comparar estos valores con el requerimiento reportado por el NRC (1984) de 8 ppm resultan en general ser concentraciones marginales ($P < 0.05$).

Cinc

Los límites de confianza encontrados de cinc en los forrajes analizados fueron 24-38, 12-30, 18-30, 17-37 y 24-90 ppm para el Matorral mediano espinoso, Matorral alto espinoso, Agrupaciones de halófitos, Pastizal halófito

abierto y Matorral crasirosulifolio espinoso respectivamente, resultando estas concentraciones de marginales a normales ($P < 0.05$) al compararlas con el requerimiento mínimo de 30 ppm, de acuerdo con el NRC (1984).

Manganeso

El contenido de manganeso en los forrajes analizados varió de normal a marginal ($P < 0.05$) al compararlo con el requerimiento para bovinos (40 ppm) estipulado por el NRC (1984). Los límites de confianza fueron en el Matorral mediano espinoso 41-62 ppm, en Matorral alto espinoso 19-76 ppm, en Agrupaciones de halófitos 34-58 ppm, en Pastizal halófito abierto 23-52 ppm y en Matorral crasirosulifolio espinoso 26-41 ppm. En la región Norte del país, por lo general, se han detectado concentraciones normales de este elemento en los forrajes analizados por varios investigadores (Obeso, 1977; Villarreal, 1977; Mejía, 1984; Mejía, 1986 y Carrete et al., 1990).

Cobalto

En general, las muestras de forraje analizadas presentaron altas concentraciones de cobalto, a pesar que en algunos casos no fue posible detectar la concentración de este elemento. Los niveles encontrados fueron 1.0-2.5

ppm en Matorral mediano espinoso, 0.0-3.4 ppm en Matorral alto espinoso, 1.1-3.8 ppm en Agrupaciones de halófitos, 0.0-5.4 ppm en Pastizal halófito abierto y 1.0-2.4 ppm en Matorral crasirosulifolio espinoso; al ser comparados con el requerimiento de 0.10 ppm (NRC, 1984), estos niveles, por lo general son superiores ($P < 0.05$); sin embargo, no alcanzaron el nivel tóxico (10 ppm) reportado por Ammerman y Goodrich (1983). Estos resultados deben tomarse con precaución, ya que se presentaron algunos problemas en las lecturas de cobalto por encontrarse en muy pequeñas cantidades.

De los diez elementos analizados en los muestreos de forraje, solamente en el sodio, cobre y manganeso se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tipos de vegetación (Cuadro A.3.).

El contenido de minerales en los alimentos o forrajes es uno de los principales factores que determinan la nutrición mineral de los animales. Esta afirmación es aplicable a los animales que son alimentados en condiciones de estabulación, los cuales no seleccionan su dieta, ni tienen acceso al suelo. Sin embargo, cuando se quiere predecir la condición mineral de animales en pastoreo extensivo, la determinación del contenido mineral en los forrajes disponibles es insuficiente, ya que se desconoce

el consumo de materia seca de cada especie forrajera, la cantidad y composición del suelo y agua que consumen; por lo que es necesario integrar la información obtenida sobre el contenido de minerales en el suero sanguíneo de los animales con los del suelo, agua y forraje.

Minerales en Suero Sanguíneo

En el Cuadro 4.4. se presentan las concentraciones de minerales encontradas en el suero sanguíneo de los bovinos muestreados en los cinco tipos de vegetación. Los resultados del análisis de varianza se muestran en el Cuadro A.4. del apéndice.

Fósforo

En el suero sanguíneo el nivel de fósforo fue adecuado en los cinco tipos de vegetación ($P < 0.05$), en relación al rango normal de 50-65 ppm considerado por Underwood (1969), cabe mencionar que a pesar de encontrarse normal en los cinco tipos de vegetación se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tipos de vegetación (Cuadro A.4). La situación de encontrar niveles deficientes en forraje y niveles normales en suero sanguíneo se pueden explicar por el aporte de fósforo en las sales minerales que en varias localidades se ofrecían a bovinos y probablemente también debido a las condiciones de

muestreo y procesamiento de la sangre, ya que de acuerdo a Fick et al. (1979) la concentración de fósforo en suero sanguíneo se eleva con el estress, ejercicio, hemólisis, temperatura y tiempo de separación del suero sanguíneo; estos factores son difíciles de controlar. Esta misma situación fue reportada por Kiatoko et al. (1982), Gartner et al. (1982) y Salih et al. (1983).

Calcio

Respecto al calcio en suero sanguíneo los límites de confianza variaron entre 100 a 344 ppm, siendo más altos ($P < 0.05$) que el nivel de 90-120 ppm considerado como normal por Underwood (1969). Esto se explica por las altas concentraciones de este elemento en el agua, suelo y forrajes. Concentraciones similares ya han sido reportadas en la zona Norte de México (Mejía, 1977 y Mejía, 1986).

Magnesio

Los límites de confianza de magnesio en el suero sanguíneo de los animales fueron 19-22 ppm en Matorral mediano espinoso, 16-23 ppm en Matorral alto espinoso, 17-22 ppm en Agrupaciones de halófitos, 12-19 ppm en Pastizal halófito abierto y 24-30 ppm en Matorral crasirosulifolio espinoso; estas concentraciones son consideradas de deficientes a marginales y solamente la última se considera normal en relación al rango de 20-30

CUADRO 4.4. Límites de confianza (95 %) en las concentraciones de minerales en suero sanguíneo de bovinos en los tipos de vegetación muestreados.

Mineral Nivel Normal(ppm)	P 50-65	Ca 90-120	Mg 20-30	K 200
Mat. Med. Esp. ✓ Criterio	48-60 N	158-185 A	19-22 M	245-267 A
Mat. Alt. Esp. Criterio	69-87 N	100-140 A	16-23 M	239-286 A
Agrup. Halóf. ✓ Criterio	47-67 N	136-312 A	17-22 D	232-286 A
Past. Halóf. A. ✓ Criterio	47-57 N	117-142 A	12-19 D	248-306 A
Mat. Crasiro. Esp. / Criterio	46-63 N	241-344 A	24-30 N	248-280 A

D deficiente, M marginal, N normal, A alto

CUADRO 4.4. continuación.

Mineral Nivel Normal(ppm)	Na 3000	Fe 1.5-3.0	Cu 1.0-1.5	Zn 0.5-1.2
Mat. Med. Esp. Criterio	3756-4066 A	1.2-1.6 M	0.65-0.76 D	1.6-2.3 A
Mat. Alt. Esp. Criterio	3830-4139 A	0.9-1.3 D	0.28-0.51 D	1.1-1.6 A
Agrup. Halóf. Criterio	3843-4032 A	1.0-1.4 D	0.63-0.83 D	1.3-4.4 A
Past. Halóf. A. Criterio	3611-4101 A	0.6-0.9 D	0.64-0.76 D	1.2-1.5 A
Mat. Crasiro. Esp. Criterio	3910-4094 A	0.9-1.7 M	0.71-0.90 D	4.5-15.4 A

D deficiente, M marginal, A alto.

ppm considerado como normal por Underwood (1969). Estos resultados confirman lo estipulado antes, de que altas concentraciones de calcio y potasio en el forraje, interfieren con la disponibilidad del magnesio; situación también reportada por Carrete et al. (1990). Al igual que en el fósforo y calcio, también se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en el contenido de magnesio en suero sanguíneo entre tipos de vegetación (Cuadro A.4.).

Potasio

En las muestras de suero sanguíneo analizadas en los cinco tipos de vegetación se encontraron concentraciones altas de potasio ($P < 0.05$), de acuerdo al nivel de 200 ppm considerado por Fick et al. (1979) como normal. Los límites de confianza fluctuaron entre 232 a 306 ppm. Estos resultados probablemente se deben a las altas concentraciones de este elemento en el suelo y en los forrajes.

Sodio

El cien por ciento de las muestras de suero sanguíneo analizadas en los cinco tipos de vegetación presentaron concentraciones de sodio superiores ($P < 0.05$) al nivel de 3,000 ppm propuesto por Fick et al. (1979) como

adecuado. Esto se debe al alto contenido de sodio en los forrajes y al aporte de los suplementos minerales.

Hierro

Al analizar el suero sanguíneo se encontraron los siguientes límites de confianza de hierro, 1.2-1.6 ppm en Matorral mediano espinoso, 0.9-1.3 ppm en Matorral alto espinoso, 1.0-1.4 ppm en Agrupaciones de halófitos, 0.6-0.9 ppm en Pastizal halófito abierto y 0.9-1.7 ppm en Matorral crasirosulifolio espinoso; si se confrontan estas concentraciones con el nivel de 1.5-3.0 ppm considerado como normal por Troncoso (1981) resultan ser de deficientes a marginales ($P < 0.05$). La explicación a este fenómeno (niveles altos en forraje y marginales en suero sanguíneo) es la mencionada por Georgievskii et al. (1982), los animales adultos solamente absorben de 5 a 10 por ciento del hierro contenido en los alimentos, ya que reciclan el hierro de los glóbulos rojos muertos. Carrete et al. (1990) reportaron resultados similares a la situación anterior.

Cobre

El cobre en el suero sanguíneo de bovinos se encontró en concentraciones deficientes ($P < 0.05$) con respecto al nivel de 1.0-1.5 ppm considerado normal por Troncoso (1981); los límites de confianza variaron entre 0.28 a 0.90 ppm. Esto se explica por las concentraciones de

cobre en los forrajes. En los cinco tipos de vegetación las concentraciones fueron deficientes, sin embargo se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tipos de vegetación (Cuadro A.4.).

Cinc

El análisis del suero sanguíneo de los bovinos reveló concentraciones altas de cinc en los cinco tipos de vegetación. Los límites de confianza obtenidos en partes por millón fueron 1.6-2.3, 1.1-1.6, 1.3-4.4, 1.2-1.5 y 4.5-15.4 para el Matorral mediano espinoso, Matorral alto espinoso, Agrupaciones de halófitos, Pastizal halófito abierto y Matorral crasirosulifolio espinoso respectivamente. Estos valores fueron más altos ($P < 0.05$) comparados con el nivel de 0.5-1.2 ppm considerado como normal por Fick et al. (1979). En la región Norte de México se han reportado ya anteriormente altas concentraciones de este elemento (Obeso, 1977; Villarreal, 1977 y Mejía, 1984).

En el Cuadro A.5. se presentan las correlaciones encontradas entre las variables estudiadas.

También se procesaron estadísticamente los resultados obtenidos en la concentración mineral de los forrajes y suero sanguíneo para determinar si hay

diferencias significativas entre los tipos de propiedad (pequeña propiedad y ejido) ya que el manejo y las condiciones de explotación varían de acuerdo a este factor. Los resultados se presentan en los Cuadros 4.5, A.3. y A.4.; es necesario señalar que se encontraron diferencias altamente significativas para este factor ($P < 0.01$) en las determinaciones de hierro en forrajes y magnesio en suero sanguíneo y diferencia significativa ($P < 0.05$) en la concentración de cinc en el suero sanguíneo.

Se analizaron los resultados para detectar las posibles correlaciones que presentaran las variables estudiadas en bovinos, las cuales se encuentran en el Cuadro A.5. del Apéndice.

CUADRO 4.5. Límites de confianza (95%) en las concentraciones de minerales en el forraje y suero sanguíneo de bovinos de acuerdo al tipo de propiedad.

MUESTRA		PEQUEÑA PROPIEDAD	EJIDO	NIVEL NORMAL
P	Forraje(%)	0.09-0.12(D)	0.09-0.13(D)	0.25
	Suero(ppm)	52-61(N)	48-66(N)	50-65
Ca	Forraje(%)	1.79-2.53(A)	1.60-3.78(A)	0.30
	Suero(ppm)	181-242(A)	196-254(A)	90-120
Mg	Forraje(%)	0.18-0.26(N)	0.20-0.40(LA)	0.1-0.2
	Suero(ppm)	21-24(N)	18-21(M)	20-30
K	Forraje(%)	2.02-2.40(A)	2.09-3.10(A)	0.65
	Suero(ppm)	251-269(A)	256-282(A)	200
Na	Forraje(%)	1.81-2.02(A)	1.65-2.13(A)	0.08
	Suero(ppm)	3882-4028(A)	3829-4002(A)	3000
Fe	Forraje(ppm)	343-477(A)	553-1253(A)	50-100
	Suero(ppm)	1.1-1.5(D)	0.9-1.2(D)	1.5-3.0
Cu	Forraje(ppm)	7.0-9.3(N)	5.8-14.0(N)	8
	Suero(ppm)	0.67-0.78(D)	0.63-0.73(D)	1.0-1.5
Zn	Forraje(ppm)	26-54(N)	21-40(N)	30
	Suero(ppm)	2.9-7.6(A)	1.7-2.6(A)	0.5-1.2
Mn	Forraje(ppm)	36-47(N)	32-64(N)	40
Co	Forraje(ppm)	1.3-2.3(A)	1.1-3.4(A)	0.1

D deficiente, N normal, LA ligeramente alto, A alto

Minerales en agua

Al igual que en los bovinos, el contenido de minerales en el agua de bebida disponible para caprinos (Cuadros 4.6. y A.6.) fue muy variable, sin embargo, no se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tipos de vegetación ni entre el tipo de propiedad muestreado.

Calcio

En las muestras de agua analizadas el contenido de calcio varió de 23.7 a 183.9 ppm. Romero (1989) reportó que 57.1 ppm es el promedio de este elemento en las aguas de Estados Unidos.

Magnesio

Como se observa en el Cuadro 4.6. la concentración de magnesio fue muy variable (3.0 hasta 72.0 ppm). Concentraciones similares fueron encontradas en las aguas disponibles para bovinos.

Sodio

El contenido de sodio en las aguas disponibles para caprinos se presenta en el Cuadro 4.6., se encuentran

CUADRO 4.6. Concentraciones promedio (ppm) de minerales en el agua disponible para caprinos en los tipos de vegetación muestreados.

MINERAL	Ca	Mg	Na
Matorral Mediano Espinoso	135.0	32.8	82.9
Matorral Alto Espinoso	33.8	13.0	15.2
Matorral Crasicaule	23.7	2.0	2.3
Pastizal Mediano Abierto	25.5	3.0	1.2
Matorral Inerme Parvifolio	183.9	72.0	101.2
Pastizal Halófito Abierto	115.0	20.0	50.5
Matorral Mediano Subinerme	98.7	46.0	112.2

dentro del rango reportado para las aguas de Estados Unidos por Romero (1989).

Minerales en suelo

Fósforo

Los niveles de fósforo extractable de los suelos de los siete tipos de vegetación (Cuadro 4.7.) se encontraron adecuados de acuerdo al nivel de 21-35 ppm en suelos de la región Norte del país, considerado normal por Romero (1989). Los promedios variaron entre 22 a 30 ppm. Estos resultados están de acuerdo con los encontrados en los suelos de pastizales para bovinos.

Calcio

Los promedios de calcio encontrados en los muestreos de suelo analizados fueron 6048 ppm en Matorral mediano espinoso, 5040 ppm en Matorral alto espinoso, 6336 ppm en Matorral crasicaule, 5472 ppm en Pastizal mediano abierto, 6192 ppm en Matorral inerme parvifolio, 5760 ppm en Pastizal halófito abierto y 6192 ppm en Matorral mediano subinerme; estos valores son superiores al rango de 900 a 1600 ppm considerados normal por Romero (1989).

Magnesio

En los suelos se encontraron niveles normales de magnesio extractable, en comparación al rango de 26-125 ppm considerado como adecuado por Romero (1989) para el Norte del país. Los promedios se encontraron entre 90 a 127.5 ppm.

Potasio

En las muestras de suelo analizadas se detectaron concentraciones altas de potasio en relación al rango de 105-150 ppm considerado como normal por Romero (1989). Los promedios por tipo de vegetación se presentan en el Cuadro 4.7.

CUADRO 4.7. Concentraciones promedio (ppm) de minerales en suelos de pastizales para caprinos en los tipos de vegetación muestreados.

Mineral	P	Ca	Mg	K
Nivel Normal	21-35	900-1600	26-125	105-150
Mat. Med. Esp.	27.0	6048	120.0	240.0
Criterio*	N	A	N	A
Mat. Alt. Esp.	22.0	5040	90.0	280.8
Criterio*	N	A	N	A
Mat. Crasicaule	23.0	6336	90.0	302.4
Criterio*	N	A	N	A
Past. Med. A.	30.0	5472	120.0	302.4
Criterio*	N	A	N	A
Mat. Iner. Parvi.	28.2	6192	127.5	324.0
Criterio*	N	A	N	A
Past. Halof. A.	22.0	5760	120.0	302.4
Criterio*	N	A	N	A
Mat. Med. Subi.	30.0	6192	105.0	242.4
Criterio*	N	A	N	A

* N normal, A alto

CUADRO 4.7. continuación.

Mineral Nivel Normal	Na -	Cu 0.6	Zn 1.5	Co 0.3
Mat. Med. Esp. Criterio*	117.2	0.08 D	7.14 A	0.12 D
Mat. Alt. Esp. Criterio*	42.6	0.10 D	8.70 A	0.17 D
Mat. Crasicaule Criterio*	44.4	0.15 D	3.30 A	0.15 D
Past. Med. A. Criterio*	48.0	0.10 D	8.10 A	0.15 D
Mat. Iner. Parvi. Criterio*	128.8	0.10 D	5.77 A	0.09 D
Past. Halof. A. Criterio*	43.2	0.05 D	4.20 A	0.10 D
Mat. Med. Subi. Criterio*	39.1	0.10 D	6.15 A	0.22 D

* D deficiente, A alto.

Sodio

Al analizar el suelo, se encontraron los siguientes promedios de sodio extractable, 117.21 ppm en Matorral mediano espinoso, 42.6 ppm en Matorral alto espinoso, 44.4 ppm en Matorral crasicaule, 48.0 ppm en Pastizal mediano abierto, 128.8 ppm en Matorral inerme parvifolio, 43.2 ppm en Pastizal halófito abierto y 39.1 ppm en Matorral mediano subinerme. En otras localidades del Estado de Coahuila se han reportado concentraciones de 24 a 34 ppm y 25 a 42 ppm por Mejía, 1986 y Mejía, 1984 respectivamente.

Cobre

El contenido de cobre en los suelos analizados fue deficiente (Cuadro 4.7.) de acuerdo a Romero (1989) quien considera suelos deficientes aquellos con niveles inferiores a 0.6 ppm.

Cinc

Al igual que en los bovinos, el contenido de cinc de los suelos de los siete tipos de vegetación fue superior (Cuadro 4.7.) con respecto al nivel de 1.5 ppm considerado adecuado por McDowell et al. (1982).

Cobalto

Los promedios de cobalto extractable en los suelos de los siete tipos de vegetación fluctuaron entre 0.09 a

0.22 ppm, resultando deficientes al compararlos con el valor de 0.3 ppm considerado normal por NCMN (1973).

Diferencias estadísticamente significativas no fueron encontradas ($P < 0.05$) en la concentración de minerales en suelo entre los diferentes tipos de vegetación muestreados; solamente se encontró diferencia significativa en la concentración de cobalto, y de ningún elemento para el caso de tipo de propiedad. En el Apéndice (Cuadro A.7.) aparecen los límites de confianza (95 por ciento) generales para la concentración de minerales en suelos de pastizal para caprinos.

Minerales en Forrajes

En el Cuadro 4.8. se presentan los resultados encontrados en el contenido de minerales en los forrajes de acuerdo a cada tipo de vegetación y en el Cuadro A.8. los resultados de su análisis de varianza.

Fósforo

De los forrajes analizados en el Matorral mediano espinoso, Matorral alto espinoso, Matorral crasicaule, Pastizal mediano abierto, Matorral inerme parvifolio, Pastizal halófito abierto y Matorral mediano subinerme el 88, 87, 83, 92, 94, 81 y 100 por ciento fueron deficientes

en fósforo (<0.20 por ciento) respectivamente. Los límites de confianza de los siete tipos de vegetación permanecieron dentro del rango de $0.05-0.21$ por ciento. Estos valores son deficientes ($P<0.05$) en relación al requerimiento de 0.20 a 0.40 por ciento recomendado por el NRC (1981). Igualmente Mejía (1987) reportó concentraciones de fósforo que variaron de 0.058 hasta 0.124 por ciento en los forrajes de un Matorral inerme parvifolio del Norte del Estado de Zacatecas.

Calcio

En los forrajes analizados se detectó que la totalidad de ellos superaba al requerimiento (0.40 por ciento) de calcio para caprinos (NRC, 1981); variando los límites de confianza entre $1.82-5.63$ por ciento. Al comparar estos valores con el requerimiento, resultan ser superiores ($P<0.05$) y en todos los tipos de vegetación se llegó al nivel tóxico de 2.0 por ciento (Ammerman y Goodrich, 1983).

Magnesio

En los forrajes analizados se encontraron niveles normales a ligeramente altos de magnesio, siendo los límites de confianza de $0.22-0.36$ por ciento en Matorral mediano espinoso, $0.16-0.28$ por ciento en Matorral alto espinoso, $0.18-0.37$ por ciento en Matorral crasicaule,

0.19-0.38 por ciento en Pastizal mediano abierto, 0.23-0.38 por ciento en Matorral inerme parvifolio, 0.27-0.51 por ciento en Pastizal halófito abierto y 0.13-0.31 por ciento en el Matorral mediano subinerme. Al comparar estos valores con el requerimiento de los caprinos (0.20 por ciento) mencionado por Gall (1981) resultaron ser ligeramente superiores ($P < 0.05$) e inclusive en algunos casos, se llegó al nivel tóxico de 0.40 por ciento reportado por Ammerman y Goodrich (1983). Sin embargo, es conveniente señalar que los altos niveles de potasio contrarrestan los niveles de calcio y magnesio y viceversa (NCMN, 1973).

Potasio

Al igual que en el caso de bovinos, el 100 por ciento de los forrajes analizados registraron concentraciones superiores ($P < 0.05$) al requerimiento de potasio indicado por el NRC (1981) de 0.80 por ciento (Cuadro 4.8.). En algunos forrajes, sobre todo en el Pastizal halófito abierto se llegó al nivel tóxico (3.0 por ciento) señalado por Ammerman y Goodrich (1983).

Sodio

En las muestras de forraje analizadas en los siete tipos de vegetación, al igual que con el potasio, el 100

por ciento de las muestras presentaron concentraciones altas ($P < 0.05$) de sodio en relación al requerimiento de los caprinos de 0.20 por ciento, sugerido por Gall (1981). Los límites de confianza variaron de 1.53 a 2.35 por ciento. En las concentraciones de sodio, al igual que en las de potasio se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre tipos de vegetación (Cuadro A.8.).

Hierro

El 100 por ciento de los forrajes muestreados en los siete tipos de vegetación presentaron concentraciones de hierro superiores al requerimiento de 30-50 ppm recomendado por el NRC (1981). Los límites de confianza se mantuvieron entre 149-1557 ppm; estos valores sobrepasaron al nivel tóxico de 500 ppm reportado por Ammerman y Goodrich (1983). Concentraciones similares fueron reportadas por Mejía (1984) y Mejía (1986).

CUADRO 4.8. Límites de confianza (95 %) en las concentraciones de minerales en el forraje para caprinos en los tipos de vegetación muestreados.

Mineral Concentración ¹ Requerimiento ²	P %	Ca %	Mg %	K %
	0.2-0.4	0.40	0.20	0.80
Mat. Med. Esp. Criterio ³	0.09-0.16 D	2.92-4.77 A	0.22-0.36 N	1.85-2.86 A
Mat. Alt. Esp. Criterio ³	0.08-0.14 D	2.02-3.18 A	0.16-0.28 N	2.09-2.99 A
Mat. Crasicaule Criterio ³	0.05-0.21 D	2.77-4.96 A	0.18-0.37 N	1.55-2.08 A
Past. Med. A. Criterio ³	0.08-0.14 D	1.83-5.93 A	0.19-0.38 N	1.80-2.57 A
Mat. Inerm. Parvi. Criterio ³	0.10-0.14 D	2.58-4.24 A	0.23-0.38 A	1.98-2.84 A
Past. Halof. A. Criterio ³	0.12-0.18 D	2.31-4.00 A	0.27-0.51 A	2.72-4.20 A
Mat. Med. Subi. Criterio ³	0.08-0.13 D	1.82-3.71 A	0.13-0.31 N	1.95-2.56 A

1. En base materia seca.
2. Nivel del elemento requerido por el caprino adulto en su dieta en base seca.
3. D deficiente, N normal, A alto.

CUADRO 4.8. continuación.

Mineral Concentración ¹ Requerimiento ²	Na % 0.20	Fe ppm 30-50	Cu ppm 7-11
Mat.Med.Esp. Criterio ³	1.77-2.16 A	599-1195 A	7.8-17.2 N
Mat.Alt.Esp. Criterio ³	1.93-2.35 A	149-1080 A	7.9-14.1 N
Mat.Crasicaule Criterio ³	1.85-2.33 A	617-1303 A	5.6-10.5 M
Past.Med.A. Criterio ³	1.53-2.02 A	373-1557 A	6.1-10.9 M
Mat.Inerm.Parvi. Criterio ³	1.72-1.95 A	323-961 A	8.4-11.7 N
Past.Halof.A. Criterio ³	1.90-2.32 A	340-921 A	11.8-19.5 N
Mat.Med.Subi. Criterio ³	1.56-1.90 A	240-887 A	6.8-11.8 N

1. En base materia seca

2. Nivel del elemento requerido por el caprino adulto en su dieta en base seca.

3. M marginal, N normal, A alto.

CUADRO 4.8. continuación

Mineral Concentración ¹ Requerimiento ²	Zn ppm 75	Mn ppm 50	Co ppm 0.1-0.2
Mat. Med. Esp. Criterio ³	133-413 A	39-58 N	2.7-4.9 A
Mat. Alt. Esp. Criterio ³	22- 85 M	27-49 M	1.6-3.9 A
Mat. Crasicaule Criterio ³	28- 52 M	41-87 N	3.0-6.5 A
Past. Med. A. Criterio ³	65-453 A	31-76 N	0.9-4.7 A
Mat. Inerm. Parvi. Criterio ³	97-313 A	24-39 M	1.7-3.4 A
Past. Halof. A. Criterio ³	34-59 M	27-60 M	2.7-5.6 A
Mat. Med. Subi. Criterio ³	23-36 M	31-67 N	0.8-3.5 A

1. En base materia seca

2. Nivel del elemento requerido por el caprino adulto en su dieta en base seca.

3. M marginal, N normal, A alto.

Cobre

Las concentraciones de cobre en los forrajes fueron 7.8-17.2 ppm en Matorral mediano espinoso, 7.9-14.1 ppm en Matorral alto espinoso, 5.6-10.5 ppm en Matorral crasicaule, 6.1-10.9 ppm en Pastizal mediano abierto, 8.4-11.7 ppm en Matorral inerme parvifolio, 11.8-19.5 ppm en Pastizal halófito abierto y 6.8 -11.8 ppm en Matorral mediano subinerme. Estos niveles variaron de marginales a normales ($P < 0.05$) con respecto al requerimiento de 7-11 ppm recomendado por el NRC (1981).

Cinc

El cinc en los forrajes analizados se encontró en concentraciones que variaron de 22 a 453 ppm. Resultando concentraciones de marginales a altas ($P < 0.05$) en relación al requerimiento de 75 ppm recomendado por Gall (1981). Sin embargo, los resultados obtenidos se encuentran por debajo del nivel de 500 ppm considerado como tóxico por Ammerman y Goodrich (1983). Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tipos de vegetación muestreados (Cuadro A.8.).

Manganeso

Los intervalos de confianza de manganeso de los forrajes variaron de 24 a 87 ppm. Al comparar estos valores con el requerimiento de manganeso en caprinos (50 ppm)

propuesto por Gall (1981), estos variaron de marginales a normales ($P < 0.05$); situación similar fue encontrada en los forrajes para bovinos.

Cobalto

Al igual que todos los forrajes analizados en otras localidades del Estado de Coahuila (Mejía, 1984; Mejía, 1986 y Carrete et al., 1990), las concentraciones de cobalto detectadas fueron más altas ($P < 0.05$) que el requerimiento de 0.1 ppm recomendado por el NRC (1981) para caprinos. Los límites de confianza variaron de 0.8 a 6.5 ppm (Cuadro 4.8), sin embargo, no alcanzaron el nivel tóxico (10 ppm) considerado por Ammerman y Goodrich (1983).

Minerales en Suero Sanguíneo

En el Cuadro 4.9. se presentan las concentraciones de minerales encontradas en el suero sanguíneo de los caprinos muestreados en los siete tipos de vegetación y en el Cuadro A.9. los resultados del análisis de varianza.

Fósforo

El nivel de fósforo sanguíneo en los caprinos se encontró normal (41-66 ppm) en el Matorral mediano espinoso, Matorral alto espinoso, Matorral crasicaule y Matorral mediano subinerme; marginal (41-55 ppm) en

Matorral inerme parvifolio y Pastizal halófito abierto y deficiente (26-43 ppm) en el Pastizal mediano abierto ($P < 0.05$) en relación al rango normal de 50-65 ppm indicado por Underwood (1969).

Calcio

Los límites de confianza de calcio en el suero sanguíneo variaron de 88 a 347 ppm. Estos valores al ser comparados con el nivel de 90-120 ppm considerado normal por Underwood (1969) resultaron variar de normales a altos ($P < 0.05$). Esto al igual que en los bovinos se explica por las altas concentraciones de calcio encontradas en suelo y forrajes.

Magnesio

En el suero sanguíneo de los caprinos de los siete tipos de vegetación se encontraron concentraciones normales y deficientes de magnesio (13 a 29 ppm) en relación al nivel normal de 25-35 ppm ($P < 0.05$) propuesto por Underwood (1969).

Potasio

Los límites de confianza encontrados en el suero sanguíneo de los caprinos variaron entre 200 a 290 ppm de potasio, dichas concentraciones en general son altas ($P < 0.05$) con respecto al valor de 200 ppm considerado como normal por Fick et al. (1979). Igualmente altas

concentraciones de este elemento fueron encontradas en las muestras de suelo y forraje.

Sodio

En los siete tipos de vegetación los límites de confianza superaron ($P < 0.05$) al nivel considerado como normal (3000 ppm de sodio) por Fick et al. (1979) ya que estos límites de confianza variaron de 3424 a 4301 ppm. Esto se explica de igual forma que en los bovinos. Resultados similares (3460, 5009 y 6670 ppm) reportó Mejía (1984) en Ocampo, Cuatrociénegas y Sierra Mojada, respectivamente, en el Estado de Coahuila.

Hierro

El análisis del suero sanguíneo de caprinos reveló concentraciones deficientes de hierro (Cuadro 4.9.), a pesar del exceso de este elemento en el forraje; presentandose la misma situación y explicación que en los bovinos. Esto en relación con el nivel normal de 1.5-3.0 ppm considerado como normal por Troncoso (1981).

Cobre

Las muestras de suero sanguíneo de los caprinos presentaron concentraciones normales de cobre (Cuadro 4.9.), de acuerdo al nivel de 0.6-1.5 ppm considerado normal por Underwood (1977).

CUADRO 4.9. Límites de confianza (95 %) en las concentraciones de minerales en suero sanguíneo de caprinos en los tipos de vegetación muestreados.

Mineral Nivel Normal(ppm)	P 50-65	Ca 90-120	Mg 25-35	K 200
Mat. Med. Esp. Criterio	56-66 N	142-174 A	16-18 D	245-272 A
Mat. Alt. Esp. Criterio	41-64 N	171-234 A	15-18 D	249-268 A
Mat. Crasicaule Criterio	45-62 N	88-123 N	19-23 D	244-290 A
Past. Med. A. Criterio	26-43 D	194-241 A	25-29 N	200-238 N
Mat. Iner. Parvi. Criterio	46-55 M	270-347 A	24-27 N	232-247 A
Past. Halof. A. Criterio	41-52 M	164-261 A	13-22 D	232-265 A
Mat. Med. Subi. Criterio	50-63 N	182-256 A	17-21 D	200-232 N

D deficiente, M marginal, N normal, A alto.

CUADRO 4.9. continuación.

Mineral Nivel Normal(ppm)	Na 3000	Fe 1.5-3.0	Cu 0.6-1.5	Zn 0.5-1.0
Mat. Med. Esp. Criterio	3610-3821 A	1.1-1.4 D	0.97-1.12 N	1.4-2.0 A
Mat. Alt. Esp. Criterio	3915-4019 A	0.7-0.9 D	1.08-1.87 N	1.2-1.4 A
Mat. Crasicaule Criterio	3930-4076 A	0.7-1.0 D	1.05-1.39 N	0.9-1.6 A
Past. Med. A. Criterio	3424-4301 A	0.8-1.0 D	0.82-1.13 N	1.4-2.5 A
Mat. Iner. Parvi. Criterio	3758-4020 A	1.0-1.3 D	0.93-1.24 N	4.3-12.3 A
Past. Halof. A. Criterio	3667-3883 A	0.8-1.1 D	0.71-1.09 N	1.5-2.1 A
Mat. Med. Subi. Criterio	3854-4030 A	1.1-1.3 D	1.00-1.26 N	2.3-3.1 A

D deficiente, N normal, A alto.

Cinc

Al igual que en los bovinos, el suero sanguíneo de caprinos en general presentó altas ($P < 0.05$) concentraciones de cinc (1.4-2.0 ppm en Matorral mediano espinoso, 1.2-1.4 ppm en Matorral alto espinoso, 0.9-1.6 ppm en Matorral crasicaule, 1.4-2.5 ppm en Pastizal mediano abierto, 4.3-12.3 ppm en Matorral inerme parvifolio, 1.5-2.1 ppm en Pastizal halófito abierto y 2.3-3.1 ppm en Matorral mediano subinerme) en relación al rango normal de 0.5-1.2 ppm (Fick et al., 1979).

En las ocho determinaciones que se realizaron en las muestras de suero sanguíneo, a pesar que en algunos casos no se observaron diferencias aparentes entre los tipos de vegetación, si se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) entre éstos (Cuadro A.9.)

En los caprinos al igual que con los bovinos, se realizó la comparación y determinación de las diferencias en las mediciones de minerales en forrajes y suero sanguíneo entre los dos tipos de propiedad (Cuadro 4.10), encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) en el hierro de los forrajes (Cuadro A.8.) y altamente significativa ($P < 0.01$) en las concentraciones de calcio, magnesio y cinc en suero sanguíneo (Cuadro A.9.).

Las correlaciones detectadas entre las variables estudiadas en caprinos se presentan en el Cuadro A.10. del Apéndice.

CUADRO 4.10. Límites de confianza (95 %) en las concentraciones de minerales en el forraje y suero sanguíneo de caprinos de acuerdo al tipo de propiedad.

MUESTRA		PEQUEÑA PROPIEDAD	EJIDO	NIVEL NORMAL
P	Forraje(%)	0.09-0.19(D)	0.10-0.13(D)	0.20-0.40
	Suero(ppm)	45-47(M)	51-57(N)	50-65
Ca	Forraje(%)	2.16-4.17(A)	3.00-3.84(A)	0.40
	Suero(ppm)	216-345(A)	184-207(A)	90-120
Mg	Forraje(%)	0.23-0.40(A)	0.24-0.31(LA)	0.20
	Suero(ppm)	22-28(M)	18-20(D)	25-35
K	Forraje(%)	1.78-2.90(A)	2.26-2.68(A)	0.80
	Suero(ppm)	236-257(A)	239-253(A)	200
Na	Forraje(%)	1.61-1.86(A)	1.89-2.06(A)	0.20
	Suero(ppm)	3798-4025(A)	3776-3900(A)	3000
Fe	Forraje(ppm)	267-495(A)	632-947(A)	30-50
	Suero(ppm)	1.1-1.4(D)	1.0-1.1(D)	1.5-3.0
Cu	Forraje(ppm)	8.8-15.2(N)	9.3-12.6(N)	7-11
	Suero(ppm)	0.9-1.3(N)	1.0-1.2(N)	0.6-1.5
Zn	Forraje(ppm)	46-240(A)	105-210(A)	75
	Suero(ppm)	4.5-15.1(A)	1.7-2.1(A)	0.5-1.0
Mn	Forraje(ppm)	25-49(M)	40-51(M)	50
Co	Forraje(ppm)	1.7-4.0(A)	2.7-3.8(A)	0.1-0.2

D deficiente, M marginal, N normal, LA ligeramente alto
A alto

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que:

- A) Existe alta variabilidad en el aporte de minerales (Ca, Mg y Na) por el agua de bebida.
- B) El contenido de minerales en los suelos donde se explotan bovinos o caprinos fue similar. Los niveles de Cu y Co fueron deficientes, los de P normales, mientras que los de Mg variaron de normales a altos y altos niveles Ca, K y Zn.
- C) En los forrajes de los diferentes tipos de vegetación muestreados en bovinos y caprinos se encontró deficiencia de P, niveles deficientes y normales de Cu, niveles de marginales a normales de Mn, niveles de marginales a altos de Zn, niveles de normales a altos de Mg y los niveles de Ca, K, Na, Fe y Co fueron altos.

D) Existió similitud en el contenido mineral del suero sanguíneo de bovinos y de caprinos, encontrándose niveles deficientes a marginales de Fe, deficientes a normales de P, Mg y Cu, mientras que los niveles de Ca y K variaron de normales a altos y altos niveles de Na y Zn.

RECOMENDACIONES

- 1) Es necesario continuar con esta línea de investigación en las zonas ganaderas del resto del país, con la finalidad de mapear las deficiencias y/o toxicidades de minerales que influyen en la producción animal bajo condiciones de pastoreo extensivo.
- 2) También es necesaria la continuación del presente estudio, en donde se elabore una mezcla mineral de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo y se evalúe la respuesta animal.

VI. RESUMEN

La presente investigación se realizó en los municipios de Candela, Castaños, Escobedo, Guerrero, Hidalgo, Jiménez, Juárez, Monclova, Morelos, Nava, Piedras Negras, Progreso, Sabinas, San Buenaventura y Villa Unión del Estado de Coahuila, durante la época de sequía en los meses de febrero a junio de 1989 y el objetivo fue determinar las deficiencias y/o toxicidades de minerales en la ganadería de los pastizales de esta región.

El muestreo se llevo a cabo en 28 localidades tomando en cuenta el tipo de vegetación existente, en cada localidad se tomaron muestras de agua, suelo, forraje y suero sanguíneo de bovinos y caprinos, según la metodología de Fick et al. (1979) y Chapman y Pratt (1981). Los análisis se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica y colorimetría, según técnicas de Perkin-Elmer Corp. (1976) y Fiske y Subbarow (1925).

Los minerales determinados fueron: fósforo, calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro, cobre, cinc, manganeso y cobalto.

Los datos fueron analizados con el sistema de Análisis Estadístico (SAS, 1985) y además se estimaron los intervalos de confianza del 95 por ciento para las medias de acuerdo al tipo de vegetación y el tipo de propiedad, mediante la metodología de Gill (1978)

Se encontraron niveles deficientes de cobre (0.05-0.15 ppm) y cobalto (0.09-0.22 ppm); niveles de normales a altos (60-690 ppm) de magnesio y altos niveles de calcio (5040-6336 ppm), potasio (220.8-324.0 ppm) y cinc (3.30-9.37 ppm) en los suelos de los pastizales para bovinos y caprinos.

En los forrajes de los diferentes tipos de vegetación muestreados en bovinos y caprinos se encontró deficiencia de fósforo (0.02-0.23 por ciento); niveles de marginales a normales de cobre (2.6-19.5 ppm), de manganeso (19-87 ppm); niveles de marginales a altos de cinc (12-453 ppm) y altos niveles de calcio (0.82-5.93 por ciento), potasio (1.31-4.20 por ciento), sodio (1.43-2.98 por ciento), hierro (124-1557 ppm) y de cobalto (0.0-6.5 ppm).

En el suero sanguíneo de bovinos y caprinos se encontraron niveles deficientes y marginales de hierro (0.06-1.70 ppm); niveles deficientes y normales de fósforo (26-87 ppm), magnesio (12-30 ppm) y cobre (0.28-0.51 ppm);

los niveles de calcio (88-347 ppm) y potasio (200-306 ppm) variaron de normales a altos y los niveles de sodio (3424-4301 ppm) y cinc (0.9-15.4 ppm) se encontraron altos.

En el resto de los elementos no se detectaron deficiencias y/o toxicidades.

VII. LITERATURA CITADA

- Ammerman, C.B. and R.D. Goodrich. 1983. Advances in mineral nutrition in ruminants. J. Anim. Sci. 57:519. U.S.A
- Bath, D.L., F.N. Dickinson, H.A. Tucker y R.D. Appleman. 1982. Ganado lechero, principios, prácticas, problemas y beneficios. 2a. ed. Interamericana. México. 541 p.
- Cameron, H.J., R.J. Boila, L.W. McNichol and N.E. Stanger. 1989. Cupric oxide needless for grazing cattle consuming low-copper, high-molybdenum forage and high-sulfate water. J. Anim. Sci. 67:252-261. U.S.A
- Carrete, C.F.O., D. Rodríguez M., R.F. García C y R. Váz - quez A. 1990. Predicción de la condición mineral del ganado bovino y caprino en la región sur del Estado de Coahuila. En: Memorias de la Tercera Reunión de Nutrición Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. p. 5-12.
- Coppock, C.E., L.M. Windle, D.L. Wilks, C.G. Woelfel and L.W. Greene. 1988. Addition of salt to cattle diets based on sodium and chloride in feedstuffs and drinking water. J. Anim. Sci. 66:1592-1597. U.S.A.
- Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática (CGSNEGI). 1982. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. Carta Estatal de Vegetación y uso actual.
- Chapman, H.D. y P.F. Pratt. 1981. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trillas S.A. México. 195 p
- Chávez, L. 1980. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un pastizal mediano abierto. Pastizales RELC-INIP-SARH. Vol. XI. No 4.
- Chester, J.H., J.P. Fontenot, H.P. Veit and K.E. Webb, Jr. 1989. Physiological effects of feeding high levels of magnesium to sheep. J. Anim. Sci. 67:1070-1081. U.S.A.

- Chicco, C.F., C.B. Ammerman, J.P. Feaster and B.G. Dunavant 1973. Nutritional interrelationships of dietary calcium, phosphorus and magnesium in sheep. *J. Anim. Sci.* 36:986. U.S.A.
- Church, D.C. 1988. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. U.S.A. 564 p.
- Davies, W.D. 1962. Praticultura. 2a. ed. Acribia. España. p. 23-55.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del Ganado en América Latina 2a. ed. La Prensa Médica Mexicana S.A. México. 475p
- Esmelin, G.M. 1989. Suplementación de Fósforo en Caprinos del Semidesierto de Zacatecas. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Mex.
- Ferreiro, H.M. 1986. Suplementación mineral para ganado en agostadero. En: Simposium Internacional sobre Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Sala de Subastas Unión Ganadera Regional de Chihuahua. p. c-1 - c-16.
- Fick, K.R., L.R. McDowell y R.H. Houser. 1978. Situación actual de la investigación de minerales en América Latina. In: Simposium on Mineral Nutrition Research Grazing Ruminants. Belo Horizonte. Brasil.
- Fick, K.R., L.R. McDowell, P.H. Miles, N.S. Wilkinson, J.D. Funk y J.H. Conrad. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Departamento de Ciencia Animal. Universidad de Florida, Gainesville, Florida. U.S.A.
- Fiske, C.H. and Y. Subbarow. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66:275.
- Gall, C. 1981. Goat Production. Academic Press. New York. U.S.A. 619 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 p.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a. ed. Instituto de Geografía UNAM. México. 217 p.

- Gartenberg, P. 1985. Mineral Toxicity Problems and Deficiencies in Northern Mexico. Tesis. Maestría. Universidad de Florida. Gainesville, Florida. U.S.A
- Gartner, R.J.W., G.M. Murphy and W.A. Hoey. 1982. Effects of induced, subclinical phosphorus deficiency on feed intake and growth of beef heifers. J. Agric. Sci., Camb. 98:23-29. Great Britain.
- Georgievskii, V.I., B.N. Annenkov and V.T. Samokhin. 1982. Mineral Nutrition of Animals. Butterworths. London 463 p.
- Gill, J.L. 1978. Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences. The Iowa State University Press. Ames. Iowa, U.S.A.
- Gomide, J.A. y A.T. Zometa. 1978. Composición mineral de los forrajes cultivados bajo condiciones tropicales En: Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. (ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell) Universidad de Florida. Gainesville, Florida. p. 39.
- González, H.M. 1966. Reducción de nutrientes en los pastizales de Chihuahua durante los meses de sequía. II Fósforo. Técnica Pecuaria en México. No 7.
- Greene, L.W., J.P. Fontenot and K.E. Webb, Jr. 1983. Effect of dietary potassium on absorption of magnesium and other macroelements in sheep fed different levels of magnesium. J. Anim. Sci. 56:1208-1213. U.S.A.
- Grings, E.E. and J.R. Males. 1987. Effects of potassium on macromineral absorption in sheep fed wheat straw-based diets. J. Anim. Sci. 64:872-879. U.S.A.
- Hurley, W.L. and R.M. Doane. 1989. Recent developments in the roles of Vitamins and Minerals in Reproduction. In: Symposium: Interactions of Nutrition and Reproduction. J. Dairy Sci. 72:784-804.
- Haenlein, G.F. 1980. Mineral nutrition of goats. J. Dairy Sci. 63:1729. U.S.A.
- Kiatoko, M., L.R. McDowell y J.H. Conrad. 1982. Evaluating the nutritional status of beef cattle hers from four soil order regions of Florida. I. Macroelements protein, carotene, vitamins A and E, hemoglobin and hematocrit. J. Anim. Sci. 55(1) 28-37. U.S.A.

- Loosli, J.K. y C.A. Zometa. 1978. Sodio y cloro en la nutrición de los rumiantes. En: Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida, Gainesville. p. 63.
- McDowell, L.R. 1976. Symposium on feed composition, animal nutrient requirements and computerization of diets Utah State University. Logan. U.S.A.
- McDowell, L.R. 1977. Geographical distribution of nutritional diseases in animals. Institute of Food and Agricultural Science Center for Tropical Agriculture. University of Florida. U.S.A.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, J.E. Thomas, L.E. Harris and K.R. Fick. 1977. Nutritional composition of latin american forages. Trop. Anim. Prod. 2:273.
- McDowell, L.R., M. Kiatoko, C.E. Long, H.A. Fonseca, E. Vargas, J.K. Loosli and J.H. Conrad. 1978. Latinoamerican mineral research Costa Rica. IV. World Conference on Animal Production. Buenos Aires
- McDowell, L.R., M. Kiatoko, J.E. Bertrand, H.L. Chapman, F.M. Pate, F.G. Martin and J.H. Conrad. 1982. Evaluating the nutritional status of beef cattle herds from four soil order regions of Florida. II. Trace minerals. J. Anim. Sci. 55(1):38-47. U.S.A.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad and G.L. Ellis. 1983. Mineral deficiencies and imbalances and their diagnosis. Symposium: Herbivore Nutrition in Subtropics on tropics, problems and prospects. Pretoria South Africa.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, G.L. Ellis y J.K. Loosli. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Florida, Gainesville. 92 p.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad and G.L. Ellis. 1985. Mineral Research Techniques for Ruminants. Departaments. Department of Animal Science, University of Florida, Gainesville.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad and G.L. Ellis. 1986. Mineral supplementation for grazing ruminants. In: Nuclear and related techniques for improving productivity of indigenous animals in harsh environments. International Atomic Energy Agency. Vienna.

- Mejía, A.C. 1977. Deficiencias y Toxicidad de Minerales de Bovinos en Pastoreo en Cerralvo, Nuevo León. I. Determinación de Niveles. Tesis. Licenciatura. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- Mejía, H.A. 1984. Determinación de Deficiencia y/o Toxicidad de Minerales en Tres Municipios Ganaderos del Estado de Coahuila. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila. México. 104 p.
- Mejía, H.A. y R. Espinoza. 1987. Determinación de los Niveles de Calcio y Fósforo en la Región Caprina del Noreste del Estado de Zacatecas. Cuaderno de Investigación. U.A.Z. Zacatecas, México.
- Mejía, H.I. 1986. Determinación de Deficiencia y/o Toxicidad de Minerales en Tres Municipios Ganaderos del Estado de Coahuila. II. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila. México. 104 p.
- Mejía, H.J. 1987. Composición Mineral de las Principales Especies Forrajeras Pastoreadas por los Caprinos de Mazapil, Zacatecas. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México. 90 p.
- Miller, W.J. 1979. Dairy Cattle Feeding and Nutrition. Academic Press, Inc. Orlando, Florida. U.S.A. 411 p
- Mills, C.F. 1987. Biochemical and physiological indicators of mineral status in animals: copper, cobalt and zinc. J. Anim. Sci. 67:252-261.
- Morris, J.G. 1980. Assessment of sodium requirements of grazing beef cattle: a review. J. Anim. Sci. 50:145-152.
- NCMN. 1973. Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle, prepared by the Netherlands Committee on Mineral Nutrition in Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. 60 p.
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No 15. Nutrients Requirements of Goats. National Academy of Sciences, Washington, D.C. U.S.A.
- NRC. 1984. Nutrient Requirements of Domestic Animal. No 6. Nutrients Requirements of Beef Cattle. National Academy of Sciences, Washington, D.C. U.S.A.

- Obeso, S.H. 1977. Deficiencias y Toxicidades Minerales de Bovinos en Pastoreo en Cienega de Flores, Nuevo León. Determinación de Niveles. Tesis. Licenciatura ITESM. Monterrey, N.L. México.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe y L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. Agr. Circ. 939.
- Pérez, P.G., M.A. Castillo P. y C. Baldwin S. 1985. Determinación de Niveles de Fósforo Sanguíneo en Bovinos Bajo Agostadero. Cuaderno de Investigación. U.A.Z. No 20. Zacatecas, México. 36 p.
- Perkin-Elmer Corp. 1976. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. The Perkin-Elmer Corp. Norwalk, C.T.
- Rojas, D.O., L.R. McDowell, J.E. Moore, F.G. Martin and W.R. Ocumpaugh. 1987. Mineral concentration of tropical grasses as affected by age of regrowth. Tropical Grasslands. 21:8-14.
- Romero, B.J.O. 1989. Evaluación del "status" mineral de caprinos pastoreando vegetación natural en el Altiplano Potosino. Tesis. Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlan Izcalli, Edo. de México. México. 108 p.
- Salih, Y.M., L.R. McDowell, J.F. Hentges, R.M. Mason Jr. and J.H. Conrad. 1983. Mineral status of grazing beef cattle in the warm climate region of florida. Trop. Anim. Hlth Prod. 15:245-251.
- SAS. 1985. SAS User's Guide: Statistics Institute Inc. (5 th. Edition). Cary, North Carolina. U.S.A.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1981. Agenda Técnica Agrícola Municipal. (Coahuila)
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1985. Delegación en el Estado de Coahuila. Jefatura de Programa Ganadero. Unidad de Normatividad Ganadera.
- Shirley, R.L. y J.L. Montesinos. 1978. El agua como fuente de minerales. En: Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida. Gainesville, Florida. p. 47.

- Siller, B.E. 1977. Deficiencias y Toxicidad de Minerales en Ganado Bovino en Pastoreo en Melchor Muzquiz, Coah. I. Determinación de Niveles. Tesis. Licenciatura. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- Sumuano, J.M.A. 1988. Concentración mineral en agua, suelo, forraje y ganado bovino en siete municipios del sur del Estado de Coahuila. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila. México. 96 p.
- Thompson, D.J. y C.M. Compabadal. 1978. El calcio, fósforo y flour en la nutrición de los rumiantes. En: Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida, Gainesville, Florida. p. 47.
- Thompson, D.J. y J.F. Villalba. 1978. Potasio y yodo en nutrición de rumiantes. En: Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida, Gainesville, Florida. p. 85.
- Troncoso, A.H. 1981. La nutrición mineral del ganado productor de leche en el trópico. En: Memorias sobre producción de leche en el trópico. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 92 p.
- Underwood, E.J. 1969. Los Minerales en la Alimentación del Ganado. 2a. ed. Acribia. España. 325 p.
- Underwood, E.J. 1977. Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4 th. ed. Academy Press. New York, U.S.A. 545 p.
- Underwood, E.J. 1981. Los Minerales en la Nutrición del Ganado. 2a. ed. Acribia. España. 210 p.
- Viena, J.A. y C.A. Zometa. 1978. El magnesio en la nutrición de rumiantes. En: Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida. Gainesville, Florida. p. 60.

- Villalobos, V.G y A.R. Termini. 1986. Evaluación de la calidad nutritiva de la dieta de cabras en pastoreo en la región central del Estado de Chihuahua. III. Magnesio y elementos traza. En: Memorias del Segundo Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. p. 240-243.
- Villarreal, B.M. 1977. Deficiencia y Toxicidad de Minerales de Bovinos en Pastoreo en Abasolo, N.L. I. Determinación de niveles. Tesis. Licenciatura. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- Volkweiss, S.J. y N.M. Rodríguez. 1978. Propiedades de los suelos que influyen las deficiencias minerales o toxicidades en los animales y las plantas. En: Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. (Ed. J.H. Conrad y L.R. McDowell). Universidad de Florida. Gainesville, Florida. p. 22.

APENDICE

CUADRO A.1. Límites de confianza (95%) en las concentraciones de minerales en el agua disponible para bovinos.

MINERAL (ppm)	LIMITE	LIMITE
	INFERIOR	SUPERIOR
Ca	35.8	214.6
Mg	0.0	82.7
Na	34.2	108.5

CUADRO A.2. Límites de confianza (95%) en las concentraciones de minerales en suelos de pastizales para bovinos.

MINERAL (ppm)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CRITERIO	NIVEL NORMAL
P	25.3	31.7	N	21-35
Ca	5236	6092	A	900-1600
Mg	145.7	194.2	A	26-125
K	276.8	318.3	A	105-150
Na	46.7	201.5	-	-
Cu	0.07	0.12	D	0.60
Zn	4.9	9.0	A	1.5
Co	0.13	0.17	D	0.30

D deficiente, N normal, A alto, - valor no encontrado

CUADRO A.3. Resultados del análisis de varianza en forrajes de bovinos.

Mineral	P	Ca	Mg	K	Na
MEDIA	0.106	2.24	0.230	2.27	1.91
DES. EST. RESIDUAL	0.060	1.743	0.192	0.918	0.425
C. V. (%)	56.9	77.8	83.3	40.5	22.2
R ²	0.089	0.169	0.145	0.138	0.368
TIPO DE VEGETACION	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**
TIPO DE PROPIEDAD	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
RANCHO (TIPO VEG.)	N.S.	*	N.S.	N.S.	*

N.S. no significativo P>0.05

* P<0.05

** P<0.01

CUADRO A.3. continuación.

Mineral	Fe	Cu	Zn	Mn	Co
MEDIA	486.88	8.41	38.45	42.84	1.89
DES. EST. RESIDUAL	406.09	5.806	62.923	26.699	2.316
C. V. (%)	83.4	69.0	163.6	62.3	122.6
R ²	0.217	0.157	0.121	0.158	0.104
TIPO DE VEGETACION	N.S.	*	N.S.	*	N.S.
TIPO DE PROPIEDAD	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
RANCHO (TIPO VEG.)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

N.S. no significativo P>0.05

* P<0.05

** P<0.01

CUADRO A.4. Resultados del análisis de varianza en suero sanguíneo de bovinos.

Mineral	P	Ca	Mg	K
MEDIA	56.48	213.92	21.78	261.59
DES. EST. RESIDUAL	12.194	98.632	5.150	36.625
C. V. (%)	21.6	46.1	23.6	14.0
R ²	0.657	0.455	0.464	0.230
TIPO DE VEGETACION	**	**	**	N.S.
TIPO DE PROPIEDAD	N.S.	N.S.	**	N.S.
RANCHO (TIPO VEG.)	**	**	**	**
N.S. no significativo P>0.05				
* P<0.05				
** P<0.01				

CUADRO A.4. continuación.

Mineral	Na	Fe	Cu	Zn
MEDIA	3948.1	1.25	0.72	4.73
DES. EST. RESIDUAL	269.507	0.721	0.188	7.375
C. V. (%)	6.8	57.4	26.3	155.8
R ²	0.302	0.165	0.381	0.480
TIPO DE VEGETACION	N.S.	N.S.	**	**
TIPO DE PROPIEDAD	N.S.	N.S.	N.S.	*
RANCHO (TIPO VEG.)	**	N.S.	*	**
N.S. no significativo P>0.05				
* P<0.05				
** P<0.01				

CUADRO A.5. Correlaciones generales que presentaron una $P < 0.05$ entre las variables estudiadas en bovinos (valor superior es correlación y el valor inferior es la probabilidad).

(F)P -(T)K	0.614 0.033	(S)K -(A)Na	0.587 0.044
(F)P -(T)Mg	0.643 0.024	(S)Cu-(T)Mg	-0.670 0.017
(F)P -(T)Ca	-0.754 0.004	(S)Zn-(A)Mg	0.765 0.003
(F)K -(T)K	0.630 0.028	(S)Zn-(F)Zn	0.939 0.0001
(F)K -(T)Ca	-0.597 0.040	(S)Cu-(F)Zn	0.590 0.043
(F)Fe-(T)Zn	0.583 0.046	(S)Mg-(F)Zn	0.677 0.015
(F)Cu-(A)Mg	-0.671 0.016	(S)Ca-(F)Zn	0.765 0.003
(F)Zn-(A)Mg	0.609 0.035	(S)Ca-(S)Zn	0.804 0.001
(F)Ca-(F)Co	0.943 0.0001	(S)Ca-(S)Cu	0.797 0.001
(F)Ca-(F)Mg	0.584 0.046	(S)Ca-(S)Mg	0.813 0.001
(F)Mg-(F)Co	0.649 0.022	(S)Mg-(S)Zn	0.731 0.006
(F)K -(F)Cu	0.684 0.014	(S)Mg-(S)Cu	0.725 0.007
(F)Cu-(F)Mn	0.628 0.028	(S)Mg-(S)Fe	0.669 0.017
(F)Zn-(F)Co	-0.585 0.045	(S)Fe-(S)Zn	0.592 0.042

(A) agua, (T) suelo, (F) forraje, (S) suero sanguíneo

CUADRO A.5. continuación.

(S)P -(T)Co	-0.716	(S)Fe-(S)Cu	0.585
	0.008		0.045
(S)Ca-(A)Ca	0.644	(S)Cu-(S)Zn	0.607
	0.023		0.036

(A) agua, (T) suelo, (F) forraje, (S) suero sanguíneo

CUADRO A.6. Límites de confianza (95 %) en las concentraciones de minerales en el agua disponible para caprinos.

MINERAL (ppm)	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Ca	66.1	163.9
Mg	13.4	61.0
Na	23.9	117.1

CUADRO A.7. Límites de confianza (95%) en las concentraciones de minerales en suelo de pastizales para caprinos.

MINERAL (ppm)	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	CRITERIO	NIVEL NORMAL
P	23.7	29.7	N	21-35
Ca	5607	6273	A	900-1600
Mg	87.9	140.9	N	26-125
K	237.5	318.6	A	105-150
Na	2.6	172.5	-	-
Cu	0.07	0.012	D	0.060
Zn	5.46	7.55	A	1.5
Co	0.12	0.15	D	0.30

D deficiente, N normal, A alto.

CUADRO A.8. Resultados del análisis de varianza en forrajes de caprinos.

Mineral	P	Ca	Mg	K	Na
MEDIA	0.120	3.38	0.284	2.45	1.94
DES. EST. RESIDUAL	0.082	2.455	0.200	1.180	0.473
C. V. (%)	68.0	72.5	70.5	48.1	24.4
R ²	0.120	0.076	0.116	0.195	0.137
TIPO DE VEGETACION	N.S.	N.S.	N.S.	*	*
TIPO DE PROPIEDAD	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
RANCHO (TIPO VEG.)	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.

N.S. no significativo P>0.05

* P<0.05

** P<0.01

CUADRO A.8. continuación.

Mineral	Fe	Cu	Zn	Mn	Co
MEDIA	736.21	11.11	155.38	44.32	3.19
DES. EST. RESIDUAL	843.942	9.217	262.076	31.147	3.002
C. V. (%)	114.6	82.9	168.7	70.3	94.0
R ²	0.169	0.117	0.302	0.138	0.114
TIPO DE VEGETACION	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.
TIPO DE PROPIEDAD	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
RANCHO (TIPO VEG.)	*	N.S.	**	N.S.	N.S.

N.S. no significativo P>0.05

* P<0.05

** P<0.01

CUADRO A.9. Resultados del análisis de varianza en suero sanguíneo de caprinos.

Mineral	P	Ca	Mg	K
MEDIA	53.72	211.70	20.28	245.87
DES. EST. RESIDUAL	12.695	48.857	3.659	26.915
C. V. (%)	23.6	23.1	18.0	10.9
R ²	0.422	0.751	0.609	0.438
TIPO DE VEGETACION	**	**	**	**
TIPO DE PROPIEDAD	N.S.	**	**	N.S.
RANCHO (TIPO VEG.)	**	**	N.S.	**

N.S. no significativo P>0.05

* P<0.05

** P<0.01

CUADRO A.9. continuación.

Mineral	Na	Fe	Cu	Zn
MEDIA	3851.8	1.09	1.12	3.44
DES. EST. RESIDUAL	256.760	0.230	0.339	2.000
C. V. (%)	6.6	21.2	30.3	58.1
R ²	0.389	0.562	0.390	0.911
TIPO DE VEGETACION	**	**	**	**
TIPO DE PROPIEDAD	N.S.	N.S.	N.S.	**
RANCHO (TIPO VEG.)	**	**	**	**

N.S. no significativo P>0.05

* P<0.05

** P<0.01

CUADRO A.10. Correlaciones generales que presentaron una $P < 0.05$ entre las variables estudiadas en caprinos (valor superior es correlación y el valor inferior es la probabilidad).

(F)P -(T)Cu	-0.508 0.044	(F)P -(F)Mg	0.554 0.025
(F)Mg-(T)Cu	-0.511 0.042	(F)Ca-(F)Co	0.695 0.002
(F)K -(T)K	0.550 0.027	(F)Ca-(F)Zn	0.542 0.029
(F)K-(T)Mg	0.513 0.041	(F)Mg-(F)K	0.728 0.001
(F)Zn-(T)Ca	-0.681 0.003	(S)P -(T)Ca	0.595 0.015
(F)Na-(A)Na	-0.655 0.005	(S)Na-(T)Cu	0.638 0.007
(F)Na-(A)Mg	-0.555 0.025	(S)Na-(F)P	-0.497 0.049
(F)Na-(A)Ca	-0.587 0.016	(S)Na-(F)Ca	-0.645 0.006
(F)Cu-(A)Na	0.641 0.007	(S)K-(F)Na	0.583 0.017
(F)Cu-(A)Mg	0.501 0.047	(S)Na-(F)Co	0.616 0.010
(F)Cu-(A)Ca	0.604 0.013	(S)Ca-(S)Zn	0.816 0.0001
(F)Mn-(A)Mg	-0.605 0.012	(S)Ca-(S)Mg	0.697 0.002
(F)P -(F)Cu	0.549 0.027	(S)Mg-(S)Zn	0.600 0.013
(F)P -(F)K	0.574 0.019		

(A) agua, (T) suelo, (F) forraje, (S) suero sanguíneo.