

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA**



**PERFIL MINERAL DEL SUELO, FORRAJE Y TEJIDOS
DEL GANADO EN AGOSTADEROS DEL
ESTADO DE NUEVO LEON**

POR

GILBERTO T. ARMIENTA TREJO

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
DOCTOR EN CIENCIAS
con Especialidad en Producción Animal**

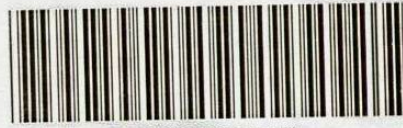
DICIEMBRE 1995

PERFIL MINERAL DEL SUELO, FORRAJE Y TEJIDOS
DEL CARIACO EN AGOSTADEROS DEL
ESTADO DE NUEVO LEON

G.T.A.T.

TD
SB193
.3
.N8
A7
1995
c.1

19



1080125912

Dr. Jorge Kawas:

MIC GRACIAS POR SU APOYO,
COMPRENSION Y SOBRE TODO POR LA GRAN
CANTIDAD DE CONOCIMIENTOS QUE ME HA
TRANSMITIDO, GRACIAS TAMBIEN POR SER UN GRAN
Amigo y MAESTRO.

Amigo y MAESTRO.
24-AUG-96

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'J' followed by a series of horizontal lines and a long, sweeping tail.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA



PERFIL MINERAL DEL SUELO, FORRAJE Y TEJIDOS
DEL GANADO EN AGOSTADEROS DEL
ESTADO DE NUEVO LEON

POR

GILBERTO T. ARMIENTA TREJO

Como requisito parcial para obtener el Grado de
DOCTOR EN CIENCIAS
con Especialidad en Producción Animal

DICIEMBRE 1993

SB193

-3

·N8


A7

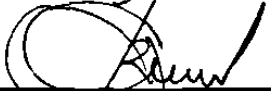
1995

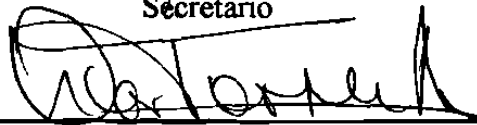


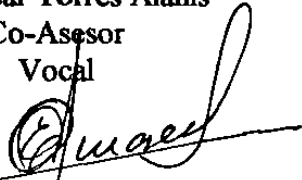
**PERFIL MINERAL DEL SUELO, FORRAJE Y TEJIDOS DEL GANADO EN
AGOSTADEROS DEL ESTADO DE NUEVO LEON**


Aprobación de la Tesis:


Dr. Jorge R. Kawas Garza
Asesor Principal
Presidente


Dr. Roque Ramírez Lozano
Co-Asesor
Secretario


Dr. Oscar Torres Alanís
Co-Asesor
Vocal


Dr. Emilio Olivares Saénz
Co-Asesor
Vocal


Dr. Antonio Salinas Meléndez
Co-Asesor
Vocal

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Jorge R. Kawas asesor de mi tesis. Así como a los Doctores Roque Ramírez, Oscar Torres, Emilio Olivares y Antonio Salinas por formar parte de mi Comité de Tesis, por sus valiosas sugerencias e interés en la revisión del presente trabajo.

Al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey por el apoyo tanto económico como moral para la realización de mis estudios.

Al Departamento de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Medicina de la UANL, por permitirme apoyo en el uso de su equipo y su invaluable ayuda en el desarrollo de este estudio.

A mi familia por el apoyo moral y el gran amor que siempre me han brindado y a todas las personas que contribuyeron de una forma u otra en la realización de este trabajo.

DEDICTORIA

Dedico este trabajo a:

DIOS: *Por los dones que me ha dado.*

Carmen y David: *Por estar siempre conmigo.*

Mi Madre y a Mi Padre: *Por amarme tanto.*

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo	Página
1. INTRODUCCION	1
2. LITERATURA REVISADA	4
2.1 Interacción-Suelo-Planta-Animal	4
2.2 Los Minerales en el Suelo	5
2.2.1 Situación Mineral	5
2.2.2 Macronutrientes	6
2.2.3 Micronutrientes	6
2.2.4 Deficiencias o Excesos Minerales en el Suelo	6
2.3 Los Minerales en las Plantas	7
2.3.1 Situación Mineral e Interrelaciones Suelo-Planta	7
2.3.2 Función Mineral en la Planta	10
2.3.3 Factores que Afectan el Contenido Mineral en Plantas	11
2.3.4 Toxicidad, Deficiencias y Desequilibrios Minerales en Plantas	13
2.3.5 Absorción, de Nutrientes por la Planta	13
2.4. Los Minerales en los Tejidos Animales	15
2.4.1 Función	15
2.4.2 Absorción, Deficiencia y Excreción	16
2.4.3 Importancia Nutritiva de los Minerales para los Animales	20
2.4.3.1 Utilización	22
2.4.3.2 Efecto de las Deficiencias, Desequilibrios y su Prevención	22
2.4.4 Macrominerales	24
2.4.4.1 Calcio y Fósforo	24
2.4.4.1.1 Metabolismo de los Huesos	24
2.4.4.1.2 Funciones en los Tejidos Blandos	25
2.4.4.1.3 Absorción en el Tracto Digestivo	26
2.4.4.1.4 El Fósforo y la Relación Calcio:Fosforo	26
2.4.4.1.5 Síntomas de Deficiencias	29
2.4.4.1.6 Efectos de Excesos	30
2.4.4.2 Magnesio	30
2.4.4.2.1 Función	29
2.4.4.2.2 Absorción	30
2.4.4.3 Sodio, Potasio y Cloro	30
2.4.4.3.1 Distribución en el Organismo y Funciones	30
2.4.4.3.2 Absorción y Regulación Metabólica	31

2.4.4.4	Azufre	31
2.4.5	Microminerales	31
2.4.5.1	Hierro	32
2.4.5.1.1	Distribución y Funciones	32
2.4.5.1.2	Absorción de Hierro	32
2.4.5.1.3	Necesidades y Deficiencias	33
2.4.5.2	Cobre	33
2.4.5.2.1	Funciones	33
2.4.5.2.2	Utilización	33
2.4.5.2.3	Síntomas de Exceso	34
2.4.5.2.4	Interrelación Molibdeno y Cobre	34
2.4.5.3	Cobalto	34
2.4.5.3.1	Función	34
2.4.5.3.2	Deficiencia	35
2.4.5.4	Manganeso	35
2.4.5.4.1	Funciones	35
2.4.5.4.2	Deficiencia	36
2.4.5.5	Zinc	36
2.4.5.5.1	Funciones	36
2.4.5.5.2	Deficiencia	36
2.4.5.6	Iodo	37
2.4.5.6.1	Función	37
2.4.5.7	Selenio	37
2.4.5.7.1	Funciones	37
2.4.5.7.2	Deficiencias	37
2.4.5.8	Molibdeno	38
2.4.6	Deficiencias y Toxicidades Minerales del Ganado en Pastoreo	38
2.4.7	Suplementación en Relación con Deficiencias y Excesos	41
2.5	La Espectrofotometría de Absorción Atómica	49
3.	MATERIALES Y METODOLOGIA	51
3.1	Generalidades	51
3.2	Muestreo y Análisis del Suelo, Forraje y Suero Sanguíneo	55
3.2.1	Suelo	55
3.2.1.1	Obtención de Muestras de Suelo	55
3.2.1.2	Extracción de Minerales de Muestras de Suelo	55
3.2.1.3	Dilución de Elementos Minerales del Suelo	56
3.2.1.4	Determinación de pH la Concentración de Minerales en muestras de Suelo	56
3.2.2	Forraje	56
3.2.2.1	Obtención de Muestras de Forraje	56
3.2.2.2	Dilución de Elementos Minerales	57
3.2.2.3	Proteína Cruda	59
3.2.3	Sangre	60
3.2.3.1	Recolección y Procesado de la Sangre	60

3.2.3.2 Toma de Muestras	60
3.2.3.3 Procesado de la Sangre	60
4. RESULTADOS Y DISCUSION	62
4.1 Suelo	62
4.1.1 pH en Suelo	62
4.1.2 Macrominerales	62
4.1.2.1 Región	62
4.1.2.2 Época del Año	65
4.1.3 Minerales Traza	67
4.1.3.1 Región	67
4.1.3.2 Época del Año	69
4.2 Forraje	72
4.2.1 Proteína Cruda	72
4.2.2 Macrominerales	76
4.2.2.1 Región	76
4.2.2.2 Época del Año	76
4.2.2.3 Tipo de Forraje	78
4.2.3 Minerales Traza	84
4.2.3.1 Relación Cobre:Molibdeno	84
4.2.3.2 Zinc	89
4.3 Suero Sanguíneo	92
4.3.1 Macrominerales	92
4.3.1.1 Región	92
4.3.1.2 Época del Año	96
4.3.2 Minerales Traza	96
4.3.2.1 Época del Año	98
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1 Conclusiones	101
5.2 Recomendaciones	102
LITERATURA CITADA	104
APENDICES	109
Apéndice A: Cuadros de Análisis de Varianza	110
Apéndice B: Coeficientes de Correlación en Suelo, Forraje y Suero Sanguíneo	121
RESUMEN AUTOBIOGRAFICO	125

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Influencia del pH en la asimilación de nutrientes.	8
2. Formas en que se presentan los macronutrientes en los suelos.	9
3. Función metabólica de los elementos en las plantas.	12
4. Síntomas característicos de deficiencias minerales en algunos vegetales.	14
5. Condiciones para la absorción de minerales por los animales.	21
6. Signos y síntomas de deficiencias y excesos de minerales, en los animales.	23
7. Niveles críticos de elementos minerales en el suelo.	42
8. Niveles críticos de minerales en forraje.	43
9. Requerimientos minerales del ganado de carne.	44
10. Niveles críticos de minerales en el suero sanguíneo.	45
11. Características de un buen suplemento mineral para suministrar a libre acceso en el ganado.	47
12. Porcentaje y disponibilidad biológica de elementos minerales en compuestos comunmente usados en suplementos minerales.	48
13. Concentraciones(%) de macrominerales, en suelos de tres regiones del estado de Nuevo León, durante dos épocas del año.	64
14. Porciento de muestras deficientes de suelo en macrominerales en tres regiones del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	66
15. Concentraciones(ppm) de minerales traza, en suelos de tres regiones del estado de Nuevo León, durante dos épocas del año.	70
16. Porciento de muestras de suelo deficientes en minerales traza en tres regiones del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	71
17. Efecto de la Region, Época del año y Tipo de Forraje, sobre las concentraciones(%) de macrominerales en forrajes consumidos por el ganado en agostaderos del estado de Nuevo León.	77
18. Concentraciones(%) promedio de macrominerales de cinco Gramíneas consumidas por el ganado en agostaderos del estado de Nuevo León.	80
19. Concentraciones(%) promedio de macrominerales de cinco Arbustivas consumidas por el ganado en agostaderos del estado de Nuevo León.	81

20. Por ciento de muestras de forraje deficiente en macrominerales en tres regiones del estado de Nuevo Leon, durante las épocas Húmeda y Seca.	85
21. Por ciento de muestras de forraje deficientes en minerales traza en tres regiones del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	93
22. Valores promedio de las concentraciones de macrominerales(%) y minerales traza(ppm), en suero sanguíneo de bovinos en condiciones de agostadero en tres regiones del estado de Nuevo León durante dos épocas del año.	94
23. Por ciento de muestras de suero sanguíneo deficientes para macrominerales y minerales traza en las regiones Norte, Centro y Sur del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	99
24. Análisis de varianza para el pH y macrominerales de suelos de tres regiones del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	112
25. Análisis de varianza minerales traza de suelos de tres regiones del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	113
26. Análisis de varianza de las concentraciones de macrominerales en diferentes tipos de forrajes del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	114
27. Análisis de varianza de las concentraciones de minerales traza en diferentes tipos de forrajes del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	115
28. Análisis de varianza de las concentraciones(%) de macrominerales de cinco Gramíneas muestreadas en el estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	116
29. Análisis de varianza de las concentraciones(ppm) de minerales traza de cinco diferentes Gramíneas muestreadas en el estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	117
30. Análisis de varianza de las concentraciones(%) de macrominerales de cinco diferentes Arbustivas muestreadas en el estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	118
31. Análisis de varianza de las concentraciones(ppm) de minerales traza de cinco diferentes Arbustivas muestreadas en el estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	119
32. Análisis de varianza para macrominerales y minerales traza del suero sanguíneo de bovinos en agostaderos de tres regiones del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca.	120
33. Coeficientes de correlación entre el pH, los macrominerales y minerales traza de los suelos del estado de Nuevo León.	122
34. Coeficientes de correlación entre la PC, los macrominerales y minerales traza de los forrajes del estado de Nuevo León.	123

35. Coeficientes de correlación entre los macrominerales y minerales traza del suero sanguíneo de bovinos en agostaderos del estado de Nuevo León.

124

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Interacciones minerales que se presentan en los rumiantes.	18
2.	División Política del Estado de Nuevo León.	52
3.	Comparación de la distribución anual promedio de las precipitaciones, en los municipios del estado de Nuevo León, recabadas en este estudio.	53
4.	Valores promedio de pH de los suelos de las regiones Norte, Centro y Sur del estado de Nuevo León, así como su comportamiento durante las épocas Húmeda y Seca.	63
5.	Concentraciones(%) de PC en forrajes (Gramíneas y Arbustivas), consumidas por el ganado en agostaderos de tres regiones del estado de Nuevo León, durante dos épocas del año.	73
6.	Concentraciones (%) de PC en Gramíneas y Arbustivas del estado de Nuevo León.	75
7.	Concentraciones promedio (ppm), de minerales traza (Zn x 10), en forrajes de las regiones Norte, Centro y Sur del estado de Nuevo León.	86
8.	Concentraciones promedio(ppm), de minerales traza (Zn x 10), en forraje durante las épocas Húmeda y Seca en el estado de Nuevo León	87
9.	Concentraciones promedio(ppm), de minerales traza, (Zn x 10), en Gramíneas y Arbustivas del estado de Nuevo León	88
10.	Concentraciones promedio (ppm) de minerales traza (Zn x 10), en 5 especies de Gramíneas del estado de Nuevo León	90
11.	Concentraciones promedio (ppm), de minerales traza (Zn x10 en 5 especies de Arbustivas del estado de Nuevo León	91

NOMENCLATURA

%	Porcentaje.
°C	Grados Centígrados.
ad libitum	A libre Acceso.
Ca	Calcio.
Co	Cobalto.
Cu	Cobre.
FDA	Fibra Detergente Ácida.
FDN	Fibra Detergente Neutra.
Fe	Fierro.
ha	Hectárea.
kg	Kilogramo.
Mg	Magnesio.
mm	milímetros.
Mo	Molibdeno.
MO	Materia Orgánica.
MS	Materia Seca.
Na	Sodio.
NC	Nivel Crítico.
Nc _d	Nivel Crítico de deficiencia.
Nc _t	Nivel Crítico de toxicidad.
P	Fósforo.
PC	Proteína Cruda.

pH	Potencial de Hidrógeno.
ppm	Partes por millón.
Se	Selenio.
Zn	Zinc.

RESUMEN

Debido a las deficiencias y excesos de algunos minerales en el suelo y forrajes de los agostaderos del noreste semiárido de México, los rumiantes no pueden lograr un nivel aceptable de productividad, aun con abundante cantidad de forraje, siendo necesaria la suplementación del ganado con minerales para mejorar el crecimiento y la eficiencia reproductiva. Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de establecer un mapeo sistemático de las concentraciones de proteína cruda, macrominerales y minerales traza de suelos, forrajes y suero sanguíneo de ganado bovino de los agostaderos del estado de Nuevo León, durante las épocas Húmeda y Seca. En la elaboración de esta investigación se muestrearon agostaderos de ranchos ganaderos que no suplementaban minerales. El estado se dividió en tres regiones geográficas generales (Norte, Centro y Sur), según las características de los suelos y el clima. Once municipios del estado de Nuevo León fueron considerados para el estudio, los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera: Región Norte (Lampazos, Anáhuac, Sabinas Hidalgo, y Vallecillo); Región Centro (Apodaca, Pesquería, China y Bravo); y Región Sur (Montemorelos, Allende, y Galeana). En este estudio se obtuvieron 220 muestras de suelo, 680 muestras de forraje (utilizadas para preparar 136 muestras compuestas, que representan cada una, el promedio de 5 muestras individuales) y 220 muestras de suero sanguíneo. En el suelo, el pH varió entre 7.3 y 8.0. El pH no fue diferente entre épocas del año. Los niveles de Ca estuvieron en un rango de 15,667 ppm en suelos de la Zona Centro a 5,710 ppm en suelos de la Zona Sur. Según los niveles críticos de deficiencia reportados para suelo en la literatura, ninguno de los elementos evaluados (Ca, P, Mg, Na, y K) se encontraron en concentraciones de deficiencia. El contenido promedio de PC de los forrajes muestreados (Gramíneas y Arbustivas) en este estudio, fue por lo general, inferior al 6 a 8% requerido para el mantenimiento. En este estudio, se detectaron niveles de calcio en forrajes del agostadero que variaron de 0.26% para Gramíneas hasta 1.10% para Arbustivas. Durante las épocas

Húmeda y Seca, las concentraciones de Ca fueron 0.58 y 0.56%, respectivamente. Estas concentraciones son mayores a lo requerido por el ganado (0.30%). Las concentraciones de proteína cruda (PC) y macrominerales (%) durante las épocas Húmeda y Seca, y los niveles críticos de deficiencia, respectivamente, fueron: PC, 6.77, 5.28, y 7.00; Ca, 0.58, 0.56, y 0.30; P, 0.14, 0.16, y 0.25; Mg, 0.29, 0.23, y 0.10; Na, 0.22, 0.13, y 0.08; y K, 1.81, 1.32, y 0.65. Las concentraciones de PC y macrominerales en Gramíneas y Arbustivas fueron, respectivamente: PC, 5.50 y 6.94; Ca, 0.26 y 1.10; P, 0.17 y 0.12; Mg, 0.27 y 0.25; Na, 0.19 y 0.15; y K, 1.43 y 1.78. Deficiencias de PC y P fueron detectadas, considerando que el ganado consume una dieta variada de Gramíneas y Arbustivas en los agostaderos. El número de muestras deficientes (% del total) de macrominerales, durante la épocas húmeda y seca, fueron respectivamente: PC, 57.4 y 89.7; Ca, 55.9 y 58.8; P, 89.7 y 97.1; Mg, 7.4 y 8.8; Na, 4.4 y 27.9; y K, 0 y 13.2. Las concentraciones (ppm) de minerales traza durante las épocas Húmeda y Seca, respectivamente, fueron: Cu, 5.3 y 4.2; Zn, 28.4 y 34.2; y Mo, 1.33 y 2.14. El perfil de minerales traza (ppm) en Gramíneas y Arbustivas, respectivamente, fueron: Cu, 3.7 y 6.5; Zn, 29.3 y 34.6; y Mo, 1.72 y 1.76. De los minerales traza, el número de muestras deficientes (% del total) durante la épocas Húmeda y Seca, respectivamente, fueron: Cu, 92.6 y 92.6; y Zn, 54.4 y 33.8. Muestras de forraje con cantidades de Mo superiores al nivel crítico de toxicidad (> 2 ppm) fueron: Húmeda, 22.1%; y Seca, 48.5%. Además, en las tres regiones, deficiencias de Cu y Zn fueron aparentes. En la zona Norte, donde los niveles de Mo fueron superiores a 2 ppm, una deficiencia de Cu ya existente, puede agravarse. Además, en todo el estado de Nuevo León, se detectó una deficiencia de Se en plasma sanguíneo. En el estado de Nuevo León, de 80 a 100% de las muestras obtenidas en las tres regiones fueron deficientes en Fósforo. De 29 a 65% de las muestras de forraje y de 3 a 37% de las muestras de suero sanguíneo fueron deficientes en Zn. Por otro lado, de 88 a 96% de las muestras de forraje y de 18 a 67% de las muestras de suero sanguíneo fueron deficientes en Cu.