



2ej.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

EVALUACION DEL CONTENIDO MINERAL DE LA  
ACACIA SALIGNA (Acacia saligna)

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

**ALBERTO RUIZ RUIZ**

ASESORA. M EN C DENEZ CAMACHO MORFIN.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

1998.

PECIS CON  
LA DE ORIGEN

265/11



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
REPUBLICA NACIONAL  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Q. María del Carmen García Mijangos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S.-C

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el:

Trabajo de tesis: Evaluación del contenido mineral de la acacia saligna

(Acacia saligna)

que presenta el pasante: Alberto Ruíz Ruíz

con número de cuenta: 7644417-7 para obtener el TITULO de:

Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E.  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Izcalli, Edo. de México, a 14 de Abril de 1998

PRESIDENTE Q.B. Lilian Morfín Loyden

VOCAL M.V.Z. Rubén Trejo Rodríguez

SECRETARIO M.en C. Deneb Camacho Morfín

PRIMER SUPLENTE M.en C. Patricia García Rojas Montiel

SEGUNDO SUPLENTE M.V.Z. Wilson I. Medina Barrera

## DEDICATORIAS

- 1 - Hay gente cuya vida es una constante siembra, a esa especie pertenezco Lucina Ruiz En memona del entusiasmo vivo
- 2 A la Q B Lilián Morfín y la M en C Deneb Camacho, mis mas infinitos agradecimientos, quizás nunca pueda pagarles por dedicar parte de su tiempo y comprension hacia mi persona
- 3 A mi Papá el Sr. Henberto Ruiz Gracias por darme sus lecciones de la vida y en especial cuando de niño
- 4 A mi esposa Juana Miranda García, con todo respeto y mil gracias por comprenderme y apoyarme.
- 5 A mis hijos. Ita, Hery y Juan Deseo que algún día sean personas productivas y sepan servir a su pueblo, gracias por sus consejos y tolerarme
- 6 A toda mi familia y para quienes me ayudaron, aún de grande no los defraudaré, mil gracias.
- 7 Si enumerara a todos mis amigos, resultaria un número infinito, pero los números 1 y 2 es para el Ing Químico Rivera Torres y el MVZ Vicente Andrés
- 8 - A mis abuelitos, sus ideas nunca serán truncadas y mientras pueda siempre trabajare por el pueblo
- 9 - A mis Hermanos Virgilio, Marganta, Francisca, Carlos, José y Félix gracias por apoyarme y que sin ustedes no hubiese logrado a ser alguien en la vida

## RESUMEN

Ruiz, Ruiz, A, 1998. Evaluación del contenido mineral de la *Acacia saligna* (*Acacia saligna*)

Tesis profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM México (Directora de la tesis M en C Deneb Camacho Morfín)

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología animal de la FES-Cuautitlán con objeto de evaluar el contenido mineral de *Acacia saligna*. El trabajo se realizó de 1989 a 1990. Muestras de *Acacia saligna* se recolectaron en San Bartolo, Naucalpan, México se muestrearon seis individuos de aproximadamente la misma edad, sin riego de auxilio, ni fertilización, se colectaron ramas entre 20 - 30 cm de longitud. El intervalo entre muestreos fue de un mes, durante dos años. El material biológico se lavó con una solución de ácido clorhídrico al 3 %, se secó en estufa de aire forzado a 60° C, por 48 h y se molió. A todas las muestras se les determinó calcio y fósforo; se seleccionaron muestras del segundo año de muestreo representativas de la época de lluvia y de sequía a las que se les determinó el contenido de plomo, cromo, fierro, manganeso, cobre, zinc y magnesio. Los resultados muestran que los contenidos de calcio y fósforo no varían durante el período de muestreo, aunque, el contenido de calcio es alto mucho mayor que el de fósforo, por lo tanto podemos afirmar que la especie es una buena proveedora de calcio y habrá que complementar con fósforo para su utilización. Se observó que los contenidos de cobre, cromo, manganeso son similares tanto para la época de sequía como de lluvia. En el caso de fierro, zinc y plomo los valores son altos en sequía, resalta el contenido de magnesio por encontrarse en alta cantidad. Se concluye que el contenido de los minerales estudiados en *Acacia saligna* es similar al promedio en otras arbustivas, además la relación calcio-fósforo es desequilibrada, por lo que es necesaria la suplementación de fósforo para su utilización en alimentación animal, calcio y magnesio se encuentran en gran cantidad.

## MARCO DE REFERENCIA

Si bien es cierto que desde los albores de la humanidad, el hombre ha hecho uso de la naturaleza para obtener los recursos que satisfacen sus necesidades, el impacto ecológico que se producía entonces era poco considerable. Con la sociedad moderna, el desarrollo industrial, con el capitalismo y la tecnologización, la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables, ha tenido aumento cuantitativo considerable.

En la última década del siglo XX la diversidad biológica se ha convertido en el paradigma de lo que tenemos y estamos perdiendo, el símbolo de millones de años de evolución biológica en riesgo de cambiar de manera irreversible. Quizás este significado profundo sea la mejor explicación del interés general y súbito que la biodiversidad despierta en los países ricos de occidente. El hombre en todas las épocas ha tenido necesidad de cambio, miedo a realizarlo. Esta contradicción resulta evidente en el desarrollo industrial que preconizó la utilización despiadada del medio natural y ahora de nuestra inquietud reciente ante la pérdida de la diversidad biológica. Sin embargo en la época postindustrial las sociedades humanas si quieren ser dueñas de su destino, tendrán que regular su actividad y crecimiento, y obtener los satisfactores que necesitan sin detenerar el legado más importante de la evolución biológica: la biodiversidad.

Actualmente en más de la tercera parte del mundo, el suelo es árido y semiárido, y comprende porciones significativas de la mayoría de los países tropicales, subtropicales y templados, donde la actividad ganadera de cualquier tipo representa una ocupación importante para la población.

Esto por sí sólo, es algo que origina grandes presiones sobre el medio ambiente y tiene graves consecuencias sobre la vida de los agricultores y ganaderos, sobre la forma en que producen y cultivan la tierra o alimentan al ganado. Esto finalmente afecta a los suelos, flora y fauna de una manera alarmante, sobretudo por la erosión de los suelos, lo que hace más escasos los alimentos (UNESCO, 1982).

Determinadas especies vegetales susceptibles para consumo animal en las extensas zonas áridas del mundo, son de baja calidad, debido a que el hombre ha hecho un sobre uso de los recursos existentes mediante el sobrepastoreo de las especies de ganado que más comúnmente explota, dando como consecuencia, una mayor desertificación de estas zonas. Una de las especies animales que ha dependido de la forma nativa de las comunidades en las regiones áridas es la cabra, cuya importancia radica en su habilidad para sobrevivir en situaciones adversas, condiciones que no presentan otros animales domésticos. La cabra a diferencia de los ovinos y bovinos, prefiere consumir material herbáceo y arbusto (Flóres, 1987)

La actual preocupación de los países por la ecología, tiene uno de sus fundamentos en el hecho de que las condiciones climáticas y edafológicas presentan limitaciones para las actividades pecuarias. Nuestro país ocupa el treceavo lugar en el mundo por su extensión territorial, 200 millones de hectáreas (INEGI, 1994), sin embargo, su suelo presenta las siguientes características

El 32% presenta problemas de sequía

El 16% presenta deficiencia mineral

El 17% presenta poca profundidad

El 10% presenta exceso de humedad

El 15% no tienen limitaciones de importancia y son aptas para la agricultura (Schojjet, 1982)

Para proteger el recurso del suelo del centro de México, es necesario establecer especies forestales que se adapten a condiciones de temperatura extrema, poca precipitación pluvial (inferior a los 600 mm anuales) y una estación de sequía larga, en donde es necesario que las especies por introducir presenten alta velocidad de crecimiento, buena capacidad radicular en ausencia de suelo, que sirvan de cobertura para protegerlo de la erosión y requiera de un mínimo cuidado de trabajo para así reducir los costos de mantenimiento (Schojjet, 1982)

Por lo anterior, es necesario realizar investigaciones que orienten en la selección de las especies vegetales para la alimentación del ganado, aptas en condiciones adversas, para proteger el suelo y evitar la desertificación. No basta con tener un conocimiento previo tanto cualitativo como cuantitativo de la vegetación, sino más bien conocer las interacciones entre los factores físicos con la vegetación, la fauna y el hombre, para analizarlos como un todo y así derivar el uso y manejo más idóneo para mantener una explotación económica, productiva y permanente sin causar el deterioro de los recursos naturales (Schojjet, 1982)

En este sentido los árboles y arbustos son una alternativa para la alimentación del ganado y superar el grado de deterioro del ambiente, diversas especies de árboles y arbustos se encuentran en la familia de las leguminosas y son importantes por ser



mejoradoras de la fertilidad del suelo y promisoras para la alimentación del ganado por la gran cantidad de proteína que presentan (National Academy of Sciences, 1979)

La familia de las leguminosas se compone de 650 géneros y 18 mil especies, es la tercera familia más grande de las plantas, después de la compositae y orchitacea. Sus especies son encontradas en zonas templadas, trópico húmedo, zonas áridas, tierras altas y bajas, existen también algunas leguminosas acuáticas (National Academy of Sciences, 1980)

La familia se subdivide en tres subfamilias (National Academy of Sciences, 1980)

a) Cesalpinoidae (2800 especies)

b) Mimosoidae (2600 especies)

c) Papilionoideo (1200 especies)

Dentro de la familia Mimosoidae se encuentra el género *Acacia*, los individuos de este género pueden ser árboles o arbustos que presentan ramas con o sin espinas, hojas bipinadas con folíolos glandulíferos, las flores son pequeñas y comúnmente llamativas, de color amarillo, capitadas y con numerosos estambres, proyectadas libres y unidas a la base. Pueden presentar uno o vanos óvulos y estilos filiformes, la vaina o legumbre es de forma y tamaño diverso generalmente dehiscentes (Sánchez, 1980).

Las acacias son promesas de forraje para regiones secas, pues algunas pueden crecer en suelos escasos de agua lo que hace posible su utilización como fuente de humedad, además, algunas especies conservan su verdor por largo tiempo en la temporada de

sequía. En algunas regiones las acacias son la principal fuente de forraje durante las épocas secas. El follaje y las vainas son potencialmente comestibles aunque en algunas especies solo una u otra son aceptadas por el ganado, al igual que la corteza y los tallos frescos y jóvenes de ciertas variedades (National Academy of Sciences, 1979)

Algunas acacias brotan rápido, crecen con vigor y soportan un fuerte ramoneo, las hojas y ramas pueden ser cortadas para forraje, sin un daño significativo de la planta, además, en zonas áridas proveen de sombra al ganado. Así mismo la natural caída de las hojas y las grandes cantidades de estiércol y orina del ganado, regresan al suelo parte del nitrógeno y este humus promueve la fertilidad al suelo y mejora sus propiedades físicas (National Academy of Sciences, 1979)

La *Acacia saligna*, de origen australiano, es un árbol que alcanza hasta 10 metros de altura, normalmente es atractivo por su follaje denso y cabezuelas de flores amarillas; sin embargo, al madurar es frecuentemente abierto y desordenado de las ramas; el tronco puede ser solitario o bifurcarse cerca de la base con una rama principal. La corteza es lisa, de color gris o café rojizo en las ramificaciones, las plantas jóvenes al madurar, presentan una corteza gris oscuro y con fisuras no prominentes, a menudo las ramificaciones son pendulosas, con una terminación en círculo físicas (National Academy of Sciences, 1980).

Esta especie tolera suelos salinos, alcalinos, precipitación pluvial inferior a los 400 mm anuales y temperaturas extremas, mejora el suelo con la fijación del nitrógeno y aporta materia orgánica con la caída de hojarasca (FAO, 1956)

Los filodios de la *Acacia saligna* son agradables al gusto del ganado, tanto frescos como secos y en ocasiones se usan como complemento del forraje para el ganado ovino y caprino (National Academy of Sciences, 1980) La semilla triturada se emplea para alimentar al ganado ovino sin peligro de toxicidad, así como otros tipos de especies que la puedan consumir (National Academy of Sciences, 1979)

Barranco (1989) no encontró diferencias estadísticas en la digestibilidad al suministrar a ovinos entre el 20 % y el 40% de *Acacia saligna* en la dieta, pero con el 60 % de *Acacia saligna* encontró una reducción significativa del coeficiente de digestibilidad de la materia seca

Otros usos que tiene esta especie son para la leña y carbón, mangos para herramientas e implementos agrícolas; la corteza contiene taninos y se utiliza en curtidurías para fabricar tinta, como astringente en medicina casera, se puede obtener goma la cual se utiliza como sustituto de la goma arábiga, el jugo de las vainas inmaduras se utiliza en algunos lugares para pegar porcelana, Sus flores contienen pigmentos y esencias para fabricar perfumes (National Academy of Sciences, 1980, Niembro, 1990)

En algunos lugares se cultiva como planta de ornato por la belleza de sus flores amarillas y en las comunidades rurales es una fuente natural de miel de abeja de excelente calidad (Niembro, 1990)

Considerando todo lo anterior es pronto crear arboladas que sean fuente de madera, forraje y alimento; siendo el primer requisito en el desarrollo de la cranza de animales, asegurada para los rebaños, comida más abundante y nutritiva, cuya finalidad es

incrementar la producción pecuaria, pero siempre estará en la organización de una base forrajera sólida, con alimentos de alta calidad, así se asegura el incremento de la producción de leche, carne y lana (Bobilev *et al.*, 1979)

La investigación de esta leguminosa de gran aceptabilidad por el ganado y para los suelos erosionados y salinos del país, es necesaria para acrecentar la información de la especie y sus características, ya que esta especie se encuentra introducida en el país y adaptada a las condiciones de México, en climas áridos y templados.

En este sentido, el estudio de la concentración de las sustancias minerales en *Acacia saligna* se necesita contemplar, debido a su vital importancia para las necesidades alimenticias de los rumiantes y para mantener las funciones del cuerpo en forma estable. Sobre todo habrá que considerar que la relación alimenticia carece de *elementos minerales*, no tardan en presentarse trastornos en la salud, que irán progresando hasta llegar a la muerte (Flores, 1980)

En los distintos procesos en los que intervienen las sales minerales, no son ajenos entre sí, sino que por el contrario, todos ellos abordan una correlación funcional y si se estudian *por separado es debido a que se aprecia esta separación*, un tanto artificial, para la exposición más ordenada de los hechos, ya que en realidad, integran una sola unidad funcional

El estudio de los elementos minerales, es de iniciación, relativamente reciente, el *conocimiento de las leguminosas*, es bastante completo, de otras lo es menos y, por

último, de muchas, apenas si se sabe su función en el organismo, si bien se presume que es trascendente (Flores, 1980)

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 COMPOSICIÓN MINERAL DE FORRAJES

La desnutrición forma parte de las limitaciones más importantes en la producción de ganado en países tropicales. Los problemas de enfermedades de extenuación, pérdida y despigmentación del pelo, diarrea, anemia, pérdida de apetito, anomalías del hueso, tetania, pica y baja fertilidad son causados por las deficiencias minerales en los suelos, forrajes o en la dieta o por un exceso de uno o más minerales que provocan la deficiencia de otros (Mc Dowell *et al* 1984). Para evitar estos problemas de un modo total, deberá suministrarse al animal una dieta que sea agradable al paladar, no tóxica y que contenga los minerales en las cantidades precisas, al igual que cubra los requerimientos en cantidades y proporciones adecuadas y en forma que puedan utilizarse (Underwood 1969)

El ganado en pastoreo de los países tropicales a menudo no recibe suplementación mineral, salvo sal común y deben depender casi exclusivamente de los forrajes para proveer sus requerimientos. Sin embargo, algunas veces los forrajes tropicales no pueden satisfacer todos los requerimientos de minerales, como es el caso de varios forrajes analizados en América Latina (cuadro 1) cuyos análisis muestran que los niveles de ciertos elementos varían desde marginales a deficientes: Cu, 47%; Mg, 35%, Na, 60%, y Zn, 75% (Mc Dowell *et al*, 1984)

ultimo, de muchas, apenas si se sabe su función en el organismo, si bien se presume que es trascendente (Flores, 1980)

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 COMPOSICIÓN MINERAL DE FORRAJES

La desnutrición forma parte de las limitaciones más importantes en la producción de ganado en países tropicales. Los problemas de enfermedades de extenuación, pérdida y despigmentación del pelo, diarrea, anemia, pérdida de apetito, anomalías del hueso, tetania, pica y baja fertilidad son causados por las deficiencias minerales en los suelos, forrajes o en la dieta o por un exceso de uno o más minerales que provocan la deficiencia de otros (Mc Dowell *et al* 1984). Para evitar estos problemas de un modo total, deberá suministrarse al animal una dieta que sea agradable al paladar, no tóxica y que contenga los minerales en las cantidades precisas, al igual que cubra los requerimientos en cantidades y proporciones adecuadas y en forma que puedan utilizarse (Underwood 1969)

El ganado en pastoreo de los países tropicales a menudo no recibe suplementación mineral, salvo sal común y deben depender casi exclusivamente de los forrajes para proveer sus requerimientos. Sin embargo, algunas veces los forrajes tropicales no pueden satisfacer todos los requerimientos de minerales, como es el caso de varios forrajes analizados en América Latina (cuadro 1) cuyos análisis muestran que los niveles de ciertos elementos varían desde marginales a deficientes Cu, 47%; Mg, 35%; Na, 60%, y Zn, 75% (Mc Dowell *et al*, 1984).

Actualmente sólo quince minerales pueden considerarse como esenciales desde el punto de vista de la alimentación, de ellos, siete son macrominerales Calcio (Ca), Fósforo (P), Potasio (K), Sodio (Na), Cloro (Cl), Magnesio (Mg) y Azufre (S), y ocho microminerales Cobalto (Co), Cobre (Cu), Iodo (I), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Selenio (Se) y Zinc (Zn) (Mc Dowell *et al*, 1984)

Cuadro 1. Requerimientos concentración crítica y porcentaje de forraje deficiente en 2165 muestras de forraje analizadas en Latinoamérica

Elemento	Número de muestras	de Requerimientos (a)	Concentración crítica en el forraje	% de forrajes por debajo de la concentración crítica
Ca	1123	0.18-1.60%	0.30 %	31.0
Na	146	0.10 %	0.10 %	59.5
Mg	290	0.04-0.18 %	0.20 %	35.2
K	198	0.60-0.80 %	0.80 %	15.1
P	1129	0.18-0.43 %	0.30 %	72.8
Zn	177	10-50 ppm	50.0 ppm	76.6
Mn	293	20-40 ppm	40.0 ppm	21.0
Fe	256	10-100 ppm	100.0 ppm	24.1
Cu	236	4-10 ppm	10.0 ppm	46.6

FUENTE: Mc Dowell *et al* (1977)

(a) Requerimientos resumidos por Mc Dowell *et al* (1977)

## 2.2.2 SUELO Y MINERALES

El contenido de un elemento en el suelo parecería ser el más importante para determinar cual es el contenido mineral en la planta, sin embargo, factores como el pH del suelo, textura, contenido de humedad y materia orgánica son con frecuencia más limitantes que

el contenido neto del mineral en el suelo (Williams, 1963). La ocurrencia natural de la mayoría de deficiencias minerales en herbívoros, está asociada con regiones específicas y directamente relacionado con las características del suelo. Las formaciones geológicas jóvenes y alcalinas contienen mayor abundancia de elementos traza que las formaciones más viejas, más ácidas y con mayor formación de arena gruesa. Existe una lixiviación marcada y un desgaste del suelo en regiones tropicales bajo condiciones de alta precipitación pluvial y temperatura, provocando deficiencias minerales a la planta. Las condiciones de drenaje pobre a menudo incrementa los elementos resultando un incremento correspondiente de absorción en la planta (Mc Dowell *et al*, 1984).

Las principales restricciones de la acidez del suelo están identificadas como toxicidad del Al y/o Mn, las deficiencias de Ca, Mg, y P, necesitan ser mitigados para tener éxito en el establecimiento de una pradera (CIAT, 1979, CIAT, 1981)

A medida que el pH del suelo se incrementa, la disponibilidad y absorción del Fe, Mn, Zn, Cu y Co del forraje decrecen, mientras que el Mo y Se se incrementan (Mc Dowell *et al*, 1984)

Las plantas saben responder ante los suministros inadecuados de minerales en el suelo a través de la reducción en su crecimiento, disminución del contenido tisular del elemento o elementos deficientes o más frecuentemente por ambos hechos a la vez, por el contrario, las plantas responden bien a las aplicaciones de un mineral deficiente, mejorando su crecimiento, aumentando la concentración de dicho elemento en los tejidos, o por ambos hechos. La cuantía en que se produce uno u otro tipo de respuesta depende del mineral en cuestión y de las condiciones de suelo y clima. Las especies vegetales implicadas pueden ser también importantes a causa de las diferencias genéticas en la absorción mineral por parte de las plantas (Underwood, 1969)



Korte *et al.* (1976) estudiaron la movilidad relativa de los elementos traza en el suelo, dichos autores indicaron que puede ser posible la predicción cualitativa de la migración de los elementos a través del suelo, con base a sus propiedades físicas y químicas, entre las que se encuentran la textura, capa superficial, contenido de hidróxidos y contenido limoso, los cuales provocan la retención de elementos en el suelo

Las propiedades y condiciones del suelo afectan marcadamente la obtención y utilización de minerales por las plantas. El suministro de iones a la raíz de la planta es controlado por procesos de convección, difusión e intersección (Hale *et al.*, 1971, Olson y Kemper, 1968, Woodruff y Kramprath, 1965).

La materia orgánica puede contribuir a con diferencias en el contenido de minerales en las plantas (Boyd 1972) e incrementa significativamente la absorción de iones fosfato debido a una reacción de intercambio de aniones en los sitios de ésta. Sin embargo, la materia orgánica presenta una dualidad debido a que puede fijar fosfatos a través del complejo organometálico o también pueden bloquear los sitios de absorción (Nuviola *et al.*, 1987)

Las interacciones entre nutrientes es otro factor muy importante debido a que un nutriente no sólo puede afectar la concentración de otro en la planta, sino también las concentraciones críticas (Bates, 1971). La omisión de P en el suelo incrementa la relación catódica del pasto por la reducción de la absorción del mismo y el incremento en Ca y Mg, igual sucede cuando omitimos estos últimos elementos, manifestándose relaciones antagónicas entre ellos (Mesa *et al.*, 1989; Mesa y Figueroa, 1979, Perez *et al.*, 1987).

## B) DIFERENCIAS ENTRE ESPECIES

Las diferencias mejor conocidas y más consistentes en el contenido mineral de la planta son las existentes entre las leguminosas y las gramíneas. Las leguminosas suelen ser de tres a cuatro veces más ricas en Ca que las gramíneas, en todas sus etapas de crecimiento y bajo condiciones ambientales similares (Underwood, 1969).

Esta diferencia en calcio a favor de las leguminosas se conserva bajo una amplia gama de condiciones del terreno y en todas las especies estudiadas hasta el momento (Underwood, 1969).

La superioridad de las leguminosas sobre las gramíneas en composición mineral no se aplica a sus contenidos normales en Na, Cl, I ó Mo. Las leguminosas, son consistentes más ricas en Mn que las gramíneas (Underwood, 1969). Además, son más susceptibles que las gramíneas a la toxicidad de Mn, lo cual se debe a diferencias de tolerancia entre especies (CIAT, 1981). En cuanto a Na, se ha encontrado que muchos forrajes y cereales tropicales tienen un contenido bajo (Loosli *et al*, 1958).

La diferencia entre variedades, no necesariamente indica que la variedad con mayor número de hojas absorba más nutrientes y su mecanismo sea más eficiente para la absorción y translocación de nutrientes, sino que esto también puede deberse a que una variedad tenga más extensas las ramificaciones del sistema radicular y por lo tanto extraiga más nutrientes del suelo y con más efectividad (Fleming, 1968).

### C) MADUREZ FISIOLÓGICA

El cambio en el contenido mineral que ocurre con la madurez la planta está relacionado con la proporción tallo/hoja, floración y producción de semilla. Se ha observado que los niveles de calcio y fósforo permanecen relativamente constantes y elementos como

nitrógeno, azufre y la mayoría de los elementos traza declinan con la edad (Fleming, 1973)

A medida que la planta madura, el contenido mineral declina debido al proceso de dilución natural (Fleming, 1973), y al de translocación de nutrimentos al sistema radicular (Tergas, 1971), además de la disminución de la capacidad de la planta para absorber los nutrimentos del suelo y cambios en la relación tallo-hoja (Gomide 1978)

Algunos nutrimentos como N, P y K, son móviles en las translocaciones de ellos mismos de los órganos maduros hacia los nuevos, mientras Ca, Mg, Zn y Fe son relativamente estáticos, concentrándose en órganos maduros y en el tallo. Esta distribución diferencial de los elementos en los diversos órganos vegetales podría explicar la reducción acentuada en los niveles de N, P y K con el crecimiento de la planta (Gomide, 1978)

Los contenidos de Fe y Mn parecen no ser afectados por la edad y permanecen constantes durante la etapa de crecimiento (Gomide, 1978, Kaïmbacher, 1981)

#### D) CLIMA Y ESTACIÓN DEL AÑO

El factor climático juega un papel importante en la absorción y utilización de nutrimentos minerales del suelo. El clima influencia indirectamente la vegetación natural en una región especial, con efecto marcado en el tipo de suelo, las bajas temperaturas limitan la utilización de minerales por las plantas (Beeson 1976)

Las variaciones del valor nutritivo de los forrajes tropicales en función de la época del año, lluvia o sequía, no presentan una tendencia específica, debido a que algunas especies de forrajes son más nutritivos en la estación húmeda que en la estación seca, en otras especies este comportamiento es el inverso

En leguminosas y gramíneas, los niveles de Ca y P son más altos en temperaturas intermedias (17-20°C), intermedios en temperaturas altas (26 °C) y bajos en temperaturas frías (12-15°C) (Gross, 1971)

La humedad relativa tiene efecto en las concentraciones de P, K, Ca y Mg en las plantas, por ejemplo, el contenido de P en hojas es de 50% más alto con un 95% de humedad relativa (Bates, 1971)

Se tienen diferentes reportes del efecto de la estación sobre la concentración de minerales. Con respecto a fósforo, los contenidos son mayores en primavera, aunque las temperaturas medias fueron similares durante todo el año. Los contenidos de P en algunas gramíneas fueron 0.24%, 0.41% para *Cynodon dactylon*, *Panicum coloratum* y *Chloris gayana* respectivamente (Gross 1981 y Mc Cawley 1980)

De Sousa *et al.*, (1973) y González y Everitt (1982) encontraron que los niveles de P son mayores durante la época lluviosa y establecen que hay una correlación significativa positiva entre el contenido de P y la precipitación. Sin embargo, Lebdosoekojo *et al.* (1980) encontraron que los más altos niveles de P se encuentran en la estación seca o en invierno.

Con respecto a los niveles de Na y K, fueron mayores en verano y otoño que en primavera e invierno (Lebdosoekojo *et al.*, 1980). Mientras que Gross (1981), encontró que los niveles de Ca en los pastos y leguminosas fueron marcadamente más altos en otoño que en primavera. Kalmhacher y Martín (1981), mencionan que el contenido de Cu y Fe durante el invierno es mayor en las plantas, coincidiendo con Lebdosoekojo *et al.* (1980) y Rojero *et al.* (1984), los cuales encontraron los niveles más altos de Cu durante la estación seca o invierno, sin embargo, no encontraron diferencias entre los niveles de Fe a lo largo del año.

Por otro lado, existen diferentes reportes que muestran que la mayoría de los forrajes presentan niveles deficientes de minerales a largo del año, excepto Co, el cual es adecuado durante la estación seca (De Sousa *et al*, 1973, Milles y Mc Dowell, 1984).

#### e) RENDIMIENTO Y MANEJO DE LA PRADERA

Un incremento en el rendimiento de la cosecha remueve minerales del suelo a una velocidad mayor que con un rendimiento bajo, de manera que las deficiencias minerales se presentan más en las explotaciones ganaderas más intensivas. De la misma manera, la presión de pastoreo del ganado influye en las especies de forraje que predominan y cambia la relación hoja/tallo radicalmente, produciendo por lo tanto un efecto directo en el contenido mineral de la cubierta vegetal (Schutte, 1946; citado por Mc Dowell *et al*, 1984)

## MATERIAL Y METODOS

### Sitio de muestreo

El forraje se colectó en San Bartolo, Naucalpan, Edo de México (Mapa 1), las coordenadas geográficas que limitan el área son latitud  $19^{\circ} 28'$  con una temperatura de  $14^{\circ}$ , la latitud  $99^{\circ} 16'$ , la relación temperatura precipitación es del 50.3 %, la temperatura invernal es de  $3.3^{\circ}\text{C}$ , la temperatura oscila en los  $6.9^{\circ}\text{C}$  (INEGI, 1994)

El clima del lugar, según Koppen es: cb (Wi) (w) (i')g que corresponde a un templado con verano largo la temperatura anual oscila entre los  $12$  y  $18^{\circ}\text{C}$  el mes más frío entre  $-3^{\circ}\text{C}$  y los  $18^{\circ}\text{C}$ , el mes cálido entre los  $6.5$ - $22^{\circ}\text{C}$  (García, 1988)

### Forraje

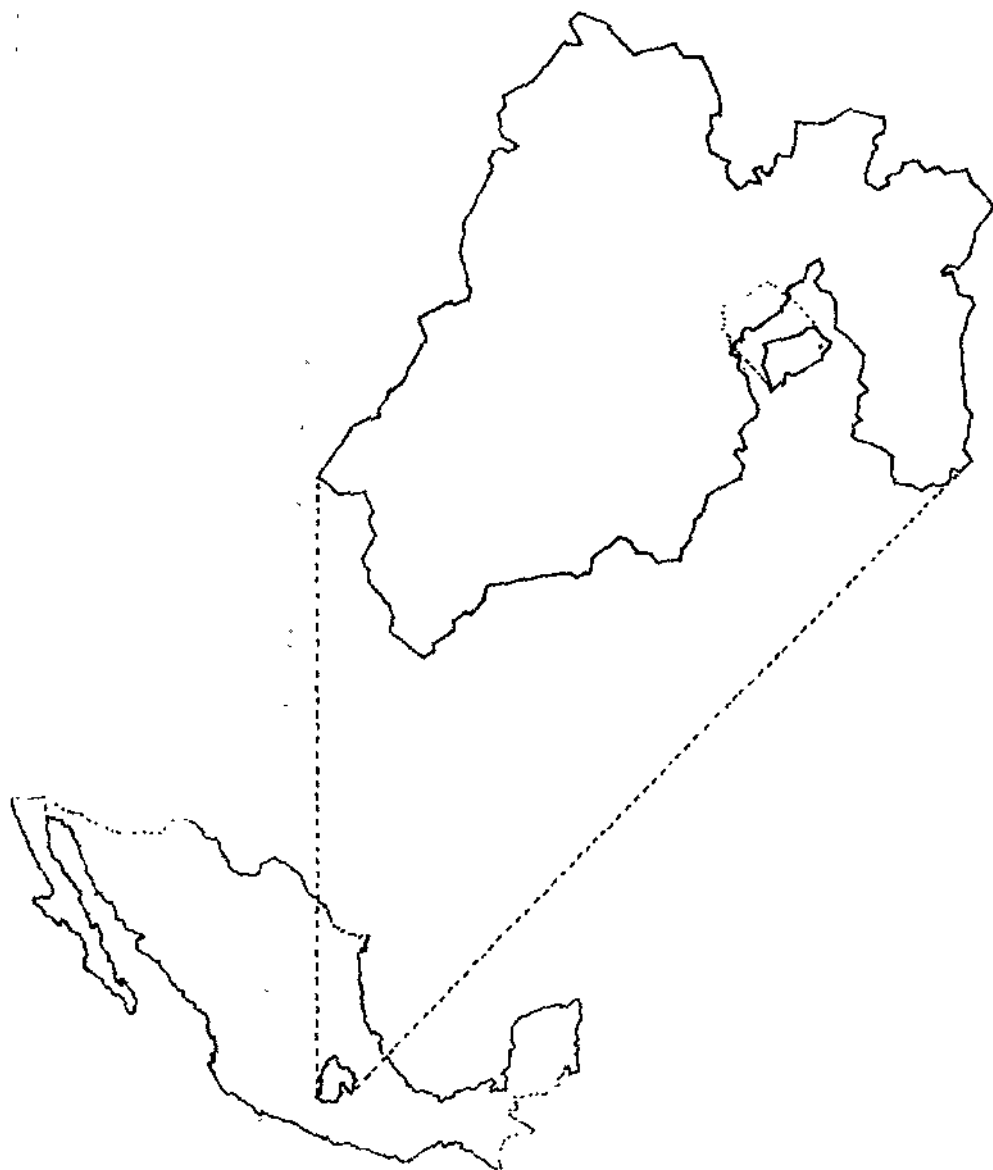
El forraje de *Acacia saligna* se colectó en una comunidad vegetal de esta especie que se introdujo con fines de ornato a la localidad.

Se muestrearon un total de 6 árboles de *Acacia saligna*, de aproximadamente la misma edad, con grosor de tallo similar, de cada uno de los individuos se obtuvo aproximadamente 500 g de muestra, durante el período de estudio las plantas no recibieron riego de auxilio ni fertilización

Los criterios para el corte de las ramas fueron el color y la flexibilidad, esto es, se cortó hasta donde las ramas presentaban color verde y eran flexibles, aproximadamente de

20-30 cm. de la punta de la rama hacia la rama principal. Los muestreos se efectuaron de enero 1989 a diciembre 1990, el intervalo entre muestreos fue de un mes

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de bromatología de la FES-C en bolsas de polietileno para evitar la pérdida de humedad, en el laboratorio se procedió a medir la longitud de las ramas, el material se lavó con una solución de ácido clorhídrico al 3 %, se secó con en estufa de aire forzado a 60°C, por 48 h y se molió (Morfin, 1982)



Mapa 1: Ubicación del lugar de trabajo  
San Bartolo Naucalpan, Estado de México.



A todas las muestras se les determinó calcio, por titulación con permanganato (Morfin, 1982), fósforo por el método de molibdovanadato (AOAC, 1980) Se tomó una sola muestra para sequía y una de lluvia (marzo y julio respectivamente de 1990), a las muestras, además de las determinaciones de Ca y P, se les determino plomo, cromo, zinc, cobre, hierro, magnesio y manganeso, dichos elementos se cuantificaron por absorción atómica (AOAC, 1980)

## RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

El cuadro 2 muestra los resultados de calcio y fósforo en el primer año de estudio, debido a que no fue posible realizar los muestreos por restricciones de acceso a la zona por estar en remodelación, no aparecen los datos de junio a septiembre, que corresponden a la época de alta precipitación pluvial

Se observa que en noviembre y en diciembre de 1989 los resultados de Ca se encuentran muy alejados e incluso, este último mes muestra el nivel más bajo de Ca de todos los muestreos, de acuerdo a Beeson (1976) y a Gross (1971) las bajas temperaturas limitan la utilización de minerales en las plantas, por lo cual el comportamiento de *Acacia saligna* en diciembre se pudiera atribuir a que en los primeros días de diciembre se presentaron heladas muy fuertes e influyeron en la concentración de este elemento, sobre todo si se considera que las plantas no estaban sujetas a ningún tipo de manejo y se encontraban en condiciones de stress

En el cuadro 3 se aprecian los resultados de calcio y fósforo en 1990, los meses que mostraron los niveles más bajos de calcio fueron noviembre y diciembre, sin embargo, el porcentaje de calcio en este último mes es mayor al encontrado en el año anterior. En general se observa que las cantidades de calcio y de fósforo varían poco en el año.

En los cuadros 2 y 3 se observa que los niveles de calcio son mayores a los de fósforo, lo cual coincide con los datos reportados por Saha y Gupta (1987) para diferentes especies leñosas, dichos autores consignan este comportamiento como característico de árboles y arbustivas forrajeras

Cuadro 2 Contenido de Calcio y Fósforo en *Acacia saligna* en el primer año (1989) de muestreo

FECHA	% CALCIO	% FÓSFORO
31 ENERO 89	2.55	0.12
04 MARZO 89	1.95	0.10
05 ABRIL 89	2.01	0.11
11 MAYO 89	1.88	0.11
09 OCTUBRE 89	2.39	0.14
13 NOVIEMBRE 89	2.99	0.13
11 DICIEMBRE 89	1.25	0.12
Promedio anual	2.1457	0.1185
Varianza	0.055	0.00022
Desviación standard	0.234	0.015
Coefficiente de variancion	10.97	13.74

Cuadro 3 Contenido de Calcio y Fósforo en *Acacia saligna* en el segundo año (1990) de muestreo

FECHA	% CALCIO	% FÓSFORO
15 ENERO 90	2.40	0.12
16 FEBRERO 90	2.26	0.12
16 MARZO 90	2.20	0.12
06 ABRIL 90	1.93	0.11
10 MAYO 90	2.71	0.14
11 JUNIO 90	2.11	0.10
12 JULIO 90	1.94	0.15
11 AGOSTO 90	2.07	0.15
16 SEPTIEMBRE 90	2.04	0.12
14 OCTUBRE 90	1.99	0.15
16 NOVIEMBRE 90	1.83	0.11
19 DICIEMBRE 90	1.83	0.11
Promedio anual	2.10916	0.125
Varianza	0.059	0.00029166
Desviación standard	0.2438	0.017078
Coefficiente de variación	11.61	14.23

Si bien *Acacia saligna* se puede considerar como una fuente de calcio que satisface los requerimientos de los rumiantes, es importante tomar en cuenta el desequilibrio en la relación calcio - fósforo, debido a el exceso de calcio provocará la deficiencia de fósforo (Mc Dowell *et al* , 1984). Para la nutrición animal la relación calcio - fósforo debe ser 1:1 dependiendo de la especie (Mc Dowell *et al* , 1984), por lo cual para suministrar *Acacia saligna* como dieta única será necesario la suplementación con fósforo para superar el desequilibrio que se presente.

En general los datos de calcio y fósforo difieren de los valores obtenidos para *Acacia saligna* por Chyriaa *et al* (1997), sin embargo, hay que considerar que una fuente de variación en la composición química de una especie es la procedencia, que implica condiciones de clima y suelo distintas (Flores, 1987).

El cuadro 4 muestra los resultados obtenidos para la época de sequía y de lluvia de plomo, cobre, manganeso, fierro, zinc y magnesio, se aprecia que los contenidos de cobre, cromo y manganeso son similares para las dos épocas y en el caso de fierro, zinc y plomo los valores son más altos para la época de sequía. Resalta el alto contenido de magnesio.

Los contenidos de cobre y magnesio son similares a los reportados por Chyriaa *et al* (1997) para *Acacia saligna*, en el caso de manganeso y fierro son menores a los que reporta el mismo autor y para zinc el resultado fue mayor en este trabajo a comparación de Chyriaa *et al* (1997).

Las diferencias entre los resultados para este trabajo y los obtenidos por Chyriaa *et al* (1997) se explican por las distintas procedencias, lo cual implica diferentes condiciones de clima y suelo (Flores, 1987)

Los contenidos de cobre, hierro, manganeso, zinc y magnesio se encuentran dentro de los intervalos de requerimientos para ruminantes que recopiló Mc Dowell (1977)

El contenido de plomo es relativamente bajo en ambas épocas, comparado con los datos de Mc Dowell (1977) por lo que el plomo no representaría un problema de salud para los animales

El alto contenido de magnesio en *Acacia saligna* es una característica de las leñosas forrajeras tal como lo consignan Saha y Gupta (1987)

Cuadro 4 Elementos minerales en *Acacia saligna* en las épocas de lluvia y sequía 1990

Elemento	Epoca	
	Sequía ppm	Lluvia ppm
Plomo	11.51	7.12
Cobre	5.55	6.10
Cromo	1.58	1.69
Manganeso	39.49	36.62
Hierro	143.89	84.78
Zinc	59.54	42.39
Magnesio	1240.47	1377.77

Los cuadros 5 y 6 muestran los resultados para calcio y fósforo en el segundo muestreo, se aprecia que los contenidos de estos minerales son semejantes para la época de sequía y lluvia

Cuadro 5. Contenido de calcio y fósforo en *Acacia saligna*, en época de sequía, en el segundo muestreo (1990)

CONCEPTO	% CALCIO	% FÓSFORO
PROMEDIO	2.3	0.122
VARIANZA	0.065	0.000096
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.2549	0.0097979

Promedio de los datos obtenidos de enero a mayo de 1990

Cuadro 6. Contenido de calcio y fósforo en *Acacia saligna* en época de lluvia, en el segundo muestreo (1990)

CONCEPTO	% CALCIO	% FÓSFORO
PROMEDIO	2.03	0.134
VARIANZA	0.0031	3.96742
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.0556	0.0629

Promedio de los datos obtenidos de junio a octubre de 1990

## CONCLUSIONES

- No hay cambios en las concentraciones de calcio y fósforo por época del año en *Acacia saligna*
- La relación de calcio y fósforo desequilibrada por el alto contenido de calcio y cuando se utilice este forraje será necesario la suplementación de fósforo
- Entre los elementos estudiados, los que se encuentran en mayor cantidad en *Acacia saligna* son calcio y magnesio
- Los elementos que su contenido se mantienen relativamente constante en las épocas de lluvia y de sequía son calcio, fósforo, cobre, cromo y manganeso, para hierro, zinc y plomo sus valores son más altos para la época de sequía



## BIBLIOGRAFIA

- AOAC 1980 Official Methods of analysis. 13th ed Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. United States of America pp. 129-146
- Bates, T.E. 1971 Factores affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation a review Soil Science, pp 112-116
- Beeson, K.C. y Matrone, G. 1976. The soil factor in nutrition animal and human Maarcel Dekker Inc New York
- Boblev I. F., Pigarev N.V., Potokin V.P., Lebedev Yu V., Tsirendondokov N.D., Krasota V.F. y Martinov I.M. 1979 Ganaderia MIR. Moscú pp. 79-111
- Boyd, G.E. y D.B. Kneser 1972. Absortion reaction of micronutrients En Mothuedt J.J., P.M. Giordano y W. Lindsay (Eds) Micronutrients in agriculture Soil Sci Society of America Madison, Wisconsin
- CIAT. 1981 Centro Internacional de Agricultura Tropical. Reporte anual Cali, Colombia pp 3-69
- Chryaa A., Moore K.J. y Waller S.S. 1996 Browse foliage and annual legume pods as supplements to wheat straw for sheep Ani Feed Sci. and Tech. 66. 85-96
- De Sousa M.D., J. Dobereneir y C.H. Tokernia. 1973 Deficiencias de fosforo en bovinos no regiano de Brasilia Pasq. Agropecuario Bras. Ser Vet 8:105-114
- Dougall, H.W. y Dogdad, A.V. 1958 The Chemical composition of the grasses of Kenya E African Agr J. 24 17.
- Fleming, G.A. Mineral compositon of herbage chemistry and biochemistry Academy Press, New York Vol 1 p 529
- Fleming, G.A. y Murphy, W.E. 1968 The uptake of some major trace elements by grasses as affected by season and staje of matunty J. Br. Grassl Soc 23 174-85
- Flores, M.A. 1987 Bromatología animal Ed LIMUSA México pp. 482.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- García E. 1988 Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen México pp. 46-134
- Gomide, J.A. y A.T.A., Zomela 1978 Composición mineral de forrajes cultivados bajo condiciones tropicales. Simposio Latinoamericano sobre investigaciones y nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo. USA pp 39-46
- González, C.L. y J.H. Everitt 1982 Nutrient contents of major food plants eaten by cattle in the south Texas plains J. of Range Management 35 733
- Groos, C.F. y G.A. Jung. 1981 Season, temperature, soil P and Mg fertilizer effects on herbage Ca and P levels and ratios grasses and legumes Agronomy Journal 73 624-0
- Hale, M.G.; Foy C.L. y Shay F.S. 1971 Factors affecting root exudation Adv. Agron 23: 89-109
- INEGI 1994. Anuario estadístico del Estado de México Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática- Gobierno del Estado de México. México. 277 p.
- Kalmhacher, R.S., F.G. Martin 1981 Mineral content in creeping bluestem as affected by time of cutting J Range Management 34:406-408
- Korte, M.E., J. Skopp, W.H. Fuller, E.E. Niebla y B.A. Alessi. 1976. Trace elements movement in soils, influence of soil physical and chemical factors Soil Sci 122-350
- Lebdosoekojo S.C.B., Ammerman, N.S. Raun, J., Gómez y R.C. Litell 1980 Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures the eastern plains of Columbia J Anim Sci 51.1249.
- Loosli, K.J. y Beltrán J. Problemas de nutrición mineral relacionadas con los climas tropicales in. L.R. McDowell y J.H. Conrad 1978 Simposio Latinoamericano sobre

- investigaciones y nutrición mineral de los rumiantes en Pastoreo Universidad de Florida USA pp 1-13
- McCawley P.F. y B.E. Dahl 1980. Nutritional characteristics of high yielding Exotic grasses of seeding cleared south Texas Bursh land J. Range Management 33 442
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, G.L. Ellis y J.K. Loosla 1984 Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales Universidad de Florida y la Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional USA pp 2-49
- McDowell, L.R. y J.H. Conrad Trace mineral nutrition Latin American Wild Anim Rev. 24 24-33
- Mesa, A.R., M. Hernández, F. Reyes y V. Avila. 1989 Composición química y niveles de materia seca. Composición química y niveles de N, Mg y K en Brachiaria Pastos y Forrajes 12:155
- Mesa, A.R. y M. Figueroa 1979 Status nutritivo de suelos en áreas ganaderas R. Suelo macarreo Pastos y Forrajes 2 111
- Miles, W.H. y McDowell, L.R. 1983 Mineral deficiencies in the llanos rangelands of Columbia Wild Anim Rev 46 2-10
- Monroy, A.V. 1982. Mineral Interrelationship between soil - plant animal in the northern and southern regions of Veracruz, México. Michigan State University
- National Academy of Sciences 1979 Tropical legums resources of the future. Washington D.C . pp 284 p
- National Academy of Sciences 1980 Firewood crops, scrub and tree species for energy production Washington D.C p 200
- Niembro, R.A. 1990 Árboles y arbustos útiles de México Ed LIMUSA México pp 26-28.

- Nuviola, A A , Labrada, A R , Mesa, C , Alvarez, U , Gómez y Palacios Z 1987 Estudios del régimen fosfórico de dos suelos utilizados en el cultivo de pastos I. Cinética de absorción Pastos y Forrajes 10 233
- Olson S R y Kemper, W D. 1968 Movement of nutrients to plants roots Agronomy 20 91
- Perez D O Pacheco y R Barroso 1987. Status nutritivo de un suelo ferrialítico dedicado a la ganadería en la provincia de Camaguey Pastos y Forrajes 10 58
- Rojero, O R , McDowell, J H Conrad, G C , Ellis y F G Martin 1984 Producción animal tropical 9 300
- Russell, C E 1990 Estabilización de la productividad en regiones semiáridas El caso de un sistema silvipastoral, cactus-leguminosa Interciencia 15(5) 272-277
- Saha, R C y B N Gupta 1987 Tree leaves as feed for dairy cattle Indian Dairyman 39 10 pp 489-492
- Sanchez S O 1980 La flora del Valle de México Ed Herrero México p 202
- Schojjet M. 1982 Larga marcha de la ecología Geografía universal 1(13) 91-111
- Tergas L E y Blue, W.G 1971 Nitrogen and phosphorus in Jaragua grass (*Hyparrhenia rufa*) during the dry season in a tropical savanna as affected by nitrogen fertilization Agron J 63 6
- Underwood E J 1969 Los minerales en la alimentación del ganado Acmbia, España 37-43
- UNESCO 1982 Desarrollo de tierra árida y semiárida Obstáculos y perspectivas Barcelona, Serbal pp 7-68
- Woodruff, J R y Kamprath, E J 1965 Phosphorus absorption man-us as measured by the langmuir isotherm and its relationship to phosphorus availability Soils Sci Amer Soc Prod 29 123