



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

CUANTIFICACION DEL BORO EN DIFERENTES TIPOS DE
SUELO Y BENEFICIO QUE REPRESENTA EN EL
CULTIVO DE LA ALFALFA Y LECHE.

TESIS PROFESIONAL

LETICIA GUADALUPE ORDUÑA TORRES

SAN LUIS POTOSI S. L. P.

1982



7.1.652



1080075341

.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**CUANTIFICACION DEL BORO EN DIFERENTES TIPOS DE
SUELO Y BENEFICIO QUE REPRESENTA EN EL
CULTIVO DE LA ALFALFA Y LECHE.**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACOBIOLOGO
P R E S E N T A :
LETICIA GUADALUPE ORDUÑA TORRES

X
5652
7
0

Central Magno
UANL
FONDO
TESIS

UR U Rm
U L
FONDO
TESIS LICENCIATURA

A MIS PADRES:

Baltazar Orduña Reyna y
Ma. Concepción Torres de Orduña.

Como una muestra de cariño, gratitud y
admiración.

A MIS HERMANOS:

Rodolfo y Silvia,
Edwin,
Elizabeth,
Judith.

Por la fraternidad que siempre
nos ha unido.

A. Antonio Segura Quintero.

Con amor

A MI ASESOR:

Quim. María Elena González de Del Río

Con respeto e inmenso agradecimiento.

Al Ing. Quim. Humberto Del Río P.

Gracias.

CONTENIDO

I N T R O D U C C I O N

I.- G E N E R A L I D A D E S

- a) Historia.
- b) Propiedades físicas y químicas.
- c) Usos.
- d) Importancia del boro en el sistema Periódico.
- e) Relación pH - boro.
- f) Importancia del boro en la planta como micronutriente.
- g) Importancia de la alfalfa como forraje para ganado.
- h) Importancia de la leche como alimento.

II.- M A T E R I A L y M E T O D O

- a) Generalidades de la zona muestreada.
- b) Procedimiento del muestreo.
- c) Extracción del boro.
- d) Aparatos y Reactivos.
- e) Método de la cuantificación del boro.

III.- C A L C U L O S y R E S U L T A D O S

IV.- D I S C U S I O N y C O N C L U S I O N E S

V.- B I B L I O G R A F I A

I N T R O D U C C I O N

Al boro se le ha considerado un elemento esencial funcional, porque la planta no puede completar su ciclo vital normal en ausencia de él, además de no poderlo sustituirlo por otro elemento en su acción fisiológica. Elemento funcional por actuar de un modo preciso en el metabolismo aunque a veces esté aún obscuro su papel y la molécula funcional en que se incluye. (ROJAS GARCIDUEÑAS M.)

La importancia fisiológica del boro para el crecimiento de la planta no está aún explicada, es probable que su acción sea de tipo coloidal por ser necesario para el estado normal de inhibición del plasma, habiendo evidencias indirectas sobre un posible papel en el transporte de glúcidos, al parecer en relación con la formación de las proteínas a partir de los glúcidos. (KIRK R., OTHER D.), (WELCHER Frank).

En el presente trabajo se estudiarán dos papeles fundamentales del boro. Primero como un Micro-nutriente benéfico para el suelo y alfalfa, segundo tomando en cuenta sus efectos nocivos en concentraciones altas como un factor tóxico determinante para la alfalfa y leche.

CAPITULO I

GENERALIDADES

- a) Historia.
- b) Propiedades físicas y químicas.
- c) Usos.
- d) Importancia del boro en el Sistema Periódico.
- e) Relación pH - boro.
- f) Importancia del boro en la planta como micronutriente.
- g) Importancia de la leche como alimento.

Historia:

El boro fue aislado en 1805 por Gay LUSSAC y --
THENARD por reducción del trióxido de boro, calentándo
dolo en un tubo de hierro con potasio, en el año an-
terior DAVY había obtenido una masa oscura por ---
electrólisis del ácido bórico húmedo, después por un
procedimiento análogo al de LUSSAC, DAVY obtuvo el -
mismo producto que llamó boron. (KIRK R., OTHMER D.)

En el siglo XVI se importaba el boro a Europa -
de los países del Asia Central por la vía de Constantinopla
y venecia.

Propiedades físicas y químicas:

El boro pertenece al Grupo III del Sistema Pe--
riódico, el boro es el único del Grupo que no presenta
carácter metálico, tiene tres electrones de valencia
por el tamaño pequenísimos de sus átomos. Se enuen
cuenta en una proporción de 0.0014 por cien en la -
litósfera y la atmósfera.

En la naturaleza está combinado como ácido bórico
frecuentemente asociado con el calcio, aluminio y
rocas sílicas formando boratos. (FURMAN HOWELL N.)

Es insoluble en agua, alcoholes y éteres; soluble en ácido nítrico, ácido sulfúrico, metales fundidos como aluminio, cobre, hierro, manganeso.

Se prepara por reducción del óxido de los boratos o haluros del boro y por electrólisis.



El boro no se afecta por el aire a temperaturas ordinarias, pero a temperaturas elevadas forma el nitruro y el óxido; de los compuestos formados a temperaturas elevadas tienen la propiedad de ser muy estable. A temperatura ordinaria reacciona con el hierro, bromo, azufre; no reacciona con el hidrógeno -- aunque se caliente al rojo.

Usos:

Además de ser útil para la mayoría de las plantas especialmente para su crecimiento, facilita el tratamiento térmico del hierro maleable, en pequeñas cantidades favorece el templado del acero, en forma de ácido bórico es muy débil teniendo una ligera acción anticéptica recomendable para el lavado de los ojos y otros fines medicinales. Es el sustituto del diamante, en aparellaje usado en la fabricación-

del vidrio, fertilizante útil a la Agricultura. ---

(KIRK R., OTHMER D.)

Importancia del boro en el Sistema Periódico:

Hece tiempo que se ha investigado las relaciones entre la importancia fisiológica de los elementos y su posición en el sistema periódico, el investigador PIRSCHLE emprendió un estudio muy extenso -- acerca de la acción fisiológica de las series iónicas homólogas, en su estudio observó que la acción -- de los iones de los metales alcalinos, alcalinotérreos y halógenos con relación al crecimiento de embriones de distintas plantas, halló que en la serie de los alcalinos el potasio, de los alcalinotérreos el calcio y de los halógenos el cloro, producían la acción tóxica mínima; es decir; en general, con las iones del tipo del argón. Halló que en la acción -- fisiológica dentro de una misma serie no es función del número atómico, sino que la toxicidad aumenta -- desde el ión del tipo del argón hacia ambos lados y -- más rápidamente en la dirección hacia los iones del tipo del helio o sea en dirección litio, berilio, -- flúor, que los del tipo del xenón dirección cesio, -

bario, yodo. Frey WYSSLING hizo notar por ello que todos los elementos de necesidad vital para la planta se encuentran en el sistema periódico en la línea que va del carbono al argón, línea que designó con el nombre de "línea de nutrientes".

Los diez elementos clásicos no están repartidos en todos los grupos del sistema periódico, si bien -- hasta ahora en los grupos III y VII no se había visto sustancias de necesidad vital, estas lagunas se han llenado con el hallazgo de la necesidad del boro del grupo III y del manganeso del grupo VII para la planta; con ello se ha comprobado que para el crecimiento vegetal óptimo se necesitan elementos de los ocho grupos del sistema periódico. Con ayuda de dicha línea no solo pueden reconocerse leyes acerca de la toxicidad de los iones en las series homólogas -- del sistema periódico, sino que también en ella se hacen visible el mutuo remplazamiento de cada uno de los elementos. (SCHARRER Karl)

Relación pH - boro:

Puede considerarse que el pH del suelo es importante en la vida de la planta por cuatro razones:

- a) por causar deficiencia de boro en la planta.
- b) por inducir exceso nocivo de boro en la planta.
- c) por interaccionar con ciertos patógenos.
- d) por un efecto directo en el desarrollo vegetal.

(ROJAS GARCIDUENAS M.)

La cantidad de boro soluble en agua de los suelos cultivados parece estar más influenciada por el pH del suelo que por otro factor, pero también es influenciada por el contenido de materia orgánica, por el contenido de coloides minerales del mismo, edad del suelo y el sistema de irrigación. BERGER y TRUOG encontraron una correlación positiva entre el contenido del boro soluble en agua y el pH del suelo desde un pH 4.7 a pH 6.7, encontrándose una correlación negativa entre pH 7.1 a pH 8.1. Aún cuando el exceso de encalado se sabe que acentúa las deficiencias del boro, de acuerdo con estas observaciones, ha sido demostrado que la fijación de boro insoluble en el agua es causada por el aumento de pH independientemente de la presencia de una gran cantidad del ión calcio. La acidificación libera el boro que queda fijo en presencia de una cantidad elevada de OH.

El aumento del contenido de materia orgánica del suelo hace que aumente la cantidad del boro soluble en agua, aún cuando un suelo de elevado contenido en materia orgánica elevó el pH. Esto indica que la materia orgánica se encuentra en equilibrio activo con el boro soluble en agua. Como un suelo que tenga un pH próximo a la neutralidad retiene mejor al boro que un suelo ácido, se explica el bajo contenido del boro soluble en los suelos viejos ácidos sometidos a extensa lixiviación.

La fijación a pH comprendido entre 8 y 10 no -
excede al 15 ó 40 % del boro soluble en agua, inci--
cando por lo tanto que será muy raro que los suelos -
alcalinos presenten deficiencia del boro e incluso -
que en los suelos alcalinos puede llegar a ser tóxi-
co.

Ha sido sugerido que la condensación del radi -
cal borato en forma de cadenas largas en presencia -
de calcio, el incremento de la actividad de los io--
nes oxidrilo y la escasez de humedad son los mecanisg
mos que hacen que el boro no sea asimilable en cier-
tas circunstancias. La toxicidad causada por los --
suelos no sido un problema en el caso de suelos regag
dos con agua que contuviesen una cantidad de boro --
superior. (JACKSON M.J.)

Importancia del boro en la planta como micronutriente:



En su obra Fundamentos de la Agricultura racional expuso Albrech THAER en el año de 1809 la llamada Teoría del humus que en esencia dice que la planta se nutre de las sustancias del humus, el hecho verdadero, es que la planta posee la facultad de cubrir sus necesidades nutricionales con sustancias inorgánicas, fue reconocido por BOUSSINGAULT y otros investigadores. (RUSELL N.W.), (SCHARRER Karl)

El químico Justus VON LIEBIG reunió estos conocimientos científicos con amplia visión y sentó las bases de nuestra actual doctrina de la nutrición vegetal.

En su obra aparecida en el año de 1840 llamada -- brevemente Química Agrícola demostró que las plantas verdes por su clorofila pueden vivir exclusivamente de sustancias inorgánicas en esencial ya indicó los diez elementos clásicos que hoy sabemos representan los macronutrientes. En épocas recientes se ha reconocido -- que además de los elementos clásicos aún la planta necesita una serie de elementos para desarrollarse prósperamente, de los cuales le bastan cantidades pequeñísimas, ya sea por el hecho de actuar en indicios o por encontrarse en pequeñas cantidades preferentemente en-

los substratos alimenticios naturales de la planta, fueron llamados oligoelementos, elementos traza o micronutrientes, entre los que se encuentran el boro, además de afectar el crecimiento de la planta son componentes del tejido vegetal, actuando como catalizadores, efectúan procesos de oxidación - reducción, ayudan a regular el contenido de ácido en la planta, afectando la presión osmótica impidiendo la entrada de otros elementos, ayudan al crecimiento vegetal -- proveyendo un ambiente favorable para las raíces de la planta. (MILLAR C.E., TURK L.M., POTH H.D.)

Es evidente que la misión de los micronutrientes en el metabolismo de las plantas es muy complicado pero a medida que la investigación ponga de manifiesto hechos nuevos, el papel de estos elementos -- será cada día mejor comprendido e indudablemente más apreciado.

En la figura No. 1 muestra el origen de los micronutrientes y macronutrientes esenciales.

Elementos esenciales empleados en cantidades <u>relativamente grandes</u> .	Elementos esenciales empleados en cantidades <u>relativamente pequeñas</u> .
De los sólidos del suelo: N, P, K, S, Mg, Ca. Precipitaciones del aire y del agua: C, H, O.	De los sólidos del suelo: Fe, Mn, Zn, Cl, B, Cu, Mo

El más importante de los elementos en indicios en la práctica agrícola es el boro, de las investigaciones recientes se ha llegado a la conclusión de -- que la mayoría de las plantas necesitan boro, normalmente la demanda del boro queda cubierta con la cantidad de boro de la solución del suelo.

Aunque las especies vegetales varían tanto en la cantidad del boro como a su tolerancia, de tal manera que las concentraciones necesarias para el crecimiento de la planta con altos requerimientos del boro pueden ser tóxicos para plantas sensibles a este elemento.

En la figura No. 2, se exponen diferentes plantas clasificadas según su tolerancia al boro y la acidez.

Tolerantes	Semitolerantes	Sensibles
espárrago	algodón	nuez
alfalfa	avena	uva
lechuga	camote	aguacate
cebolla	frijol	toronja
	cebada	
	maíz	
	trigo	
	sorgo	

Fueron regadas para lograr un desarrollo máximo con agua conteniendo diferentes cantidades de boro -- según su tolerancia.

Tolerantes	Semitolerantes	Sensibles
mayor de 1.0 p.p.m.	mayor de 0.67 p.p.m.	mayor de 0.33 p.p.m.
menor de 3.7 p.p.m.	menor de 2.5 p.p.m.	menor de 1.25 p.p.m.

La asimilación del boro por la planta está condicionada por la variación de la tolerancia hacia la acidez.

Ligeramente tolerante	Moderadamente tolerante	Altamente tolerante	Muy altamente tolerante
alfalfa	trigo	maíz	sandía
remolacha	cebada	nogal	azalea
espinaca	algodón	alfalfa	arandano
betabel	trébol	fresa	

Importancia de la alfalfa como forraje para el ganado:

La alfalfa, es oriunda del suroeste de Asia, aunque no se encuentran formas de ella y especies afines, como plantas espontáneas, diseminadas en las regiones-centrales de Asia e incluso en Siberia. Se cree que la alfalfa se cultivó por primera vez en Irán. Según PLINIO y ESTRABON escritores romanos de la antigüedad, la alfalfa fue introducida en Grecia hacia el año 490-a de C., al ser invadida por los Medos y los Persas -- que la usaban para alimento de sus caballos de tiro y otros animales. Más tarde fue llevada por los primeros exploradores españoles a América Central y América del Norte.

El primer intento conocido de producción de alfalfa en los Estados Unidos tuvo lugar en Georgia en 1736 cultivada por Jorge WASHINGTON y Thomas JEFFERSON^o hacia 1790. Sin embargo, no tuvo éxito hasta 1850, año en que se introdujo en las regiones costeras del oeste. En la época de los buscadores de oro trajeron la alfalfa de Chile a California extendiendo se a las regiones orientales.

En 1857 en Alemania por Wendelin GRIMM, abrió camino para una gran expansión por lo que se le considera que la alfalfa está distribuida geográficamente en todo el mundo.

La alfalfa se adapta bien a un amplio margen de condiciones de clima y de suelo. Se adapta a suelos migajón, profundos con subsuelos porosos, es esencial un buen drenaje, grandes cantidades de cal, y no se desarrolla bien en suelos que son decididamente ácidos.

La alfalfa llamada algunas veces la reina de las plantas forrajeras, es una de las plantas más importantes por tener mayor valor nutritivo de todas las cosechas que se cultivan para heno, la alfalfa produce una cantidad doble aproximadamente de proteínas

digestibles, rica en minerales y contiene diez vitaminas diferentes por lo menos. Se le ha considerado una fuente de vitamina A, esta característica hace que el heno de alfalfa sea un componente valioso de las raciones para alimentar de un modo satisfactorio al ganado lechero. (HUGHES, HEART, MCTCALFE)

Ya que la acertada elección de los alimentos es importante para la economía de la producción y salud de los animales. Además del valor nutritivo, es muy apetecible y produce buen efecto sobre el sostenimiento de su organismo y producción de leche.

Importancia de la leche en la alimentación:

La leche contiene los mismos principios que los alimentos consumidos pero en forma diferente, es indispensable conocer su elaboración por constituir el alimento más importante de origen animal.

La leche es una solución acuosa de sales, azúcares, proteínas y grasa, color blanco, el pH varía de 6.3 a un pH de 6.6. (SCHARRER Karl)

La leche no solo es de consumo humano, es también alimento de los animales jóvenes durante la primera época de su vida, pero se debe tener especial cuidado

SISTEMA DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE

12 SAN LUIS POTOSÍ

de que la vaca no consuma forrajes contaminados ni --- plantas venenosas. Cuando se sospecha de una contaminación es recomendable analizar desde la solución del suelo, forraje y producto mismo.

En la figura No. 3, se muestra como se unen los - elementos químicos para formar los alimentos con que el animal elabora la leche y satisface las necesidades de su organismo, además prueba que la vaca lechera elaborará a expensas de los alimentos y agua que consume la - leche y si no recibe cantidades adecuadas no puede esperarse buen producto. (HENDERSON R.O.)

DE LOS ELEMENTOS A LA LECHE

ELEMENTOS

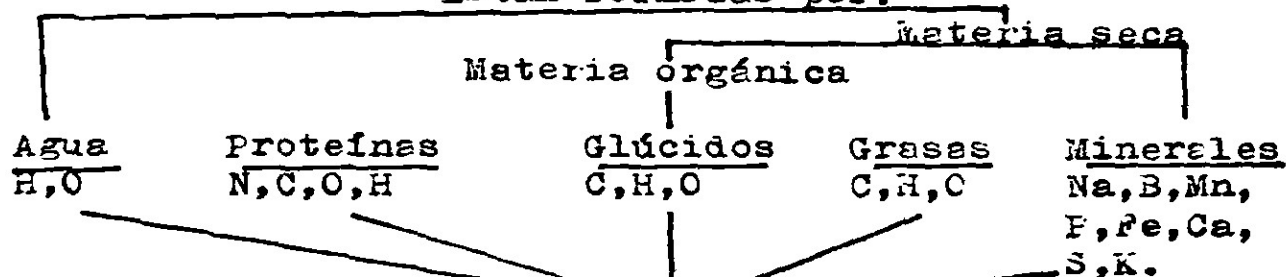
Cu, C, N, S, P, K, O, B, Ca, Mg, Fe, Mo, Na, Cl, Si

Compuestos

Combinación de dos o más elementos

Plantas

Están formadas por:



Alimentos

Compuestos de: Agua, Proteínas, Grasas, Glúcidos

Que van a integrar:

Cuerpo del animal

Compuesto de:

Agua 56%

Tejido, órganos, pelo, piel cuernos. 18%

Grasa <1%

Huesos 5%

Leche

Compuesto de:

Agua. 87.1%

Caseína y Albúmina. 3.5%

Grasa y Lactosa. 8.7%

Minerales. 0.7%

Figura No.3

CAPÍTULO II

M A T E R I A L y M E T O D O

- a) Descripción y zonificación del Estado.
- b) Procedimiento del muestreo.
- c) Extracción del boro.
- d) Aparatos y Reactivos.
- e) Método de la cuantificación del boro.

Zona de muestreo

Descripción y zonificación del Estado:

Posición geográfica: El Estado se encuentra dentro de los $21^{\circ} 12'$ y $24^{\circ} 30'$ latitud norte y los $98^{\circ} 23'$ y $102^{\circ} 12'$ latitud oeste respecto al meridiano de GREENWICH, colindando al norte con Coahuila, Nuevo León, al sur con Guanajuato, Querétaro e Hidalgo, al este con -- Zacatecas, Jalisco, al oeste con Tamaulipas, Veracruz.

Superficie: Su superficie es de $62,848 \text{ km}^2$ y representa el 3.82 % de la superficie total de la República Mexicana.

El territorio de San Luis Potosí, ofrece fuertes contrastes en su escabrosidad que se levanta de oriente a poniente desde la huasteca potosina, a una altura de 100 metros sobre el nivel del mar, hasta el valle de el salado que pasa de los 2,500 metros de altura.

Sus principales serranías son la sierra de San Luis casi al centro del Estado y la otra al oriente que forma parte de la Sierra Madre Oriental.

El territorio está dividido en tres zonas:

- a) zona del Altiplano.
- b) zona Media.
- c) zona de la Huasteca.

Se muestrearon dos zonas del Altiplano como material por investigar, escogidas por estar a una altura favorable para el cultivo de la alfalfa y ser cuencas lecheras.

La primera zona muestreada es Soledad Diéz Gutiérrez, planicie formada por conglomerados de arena y arcilla dando al territorio una apariencia uniforme. En Soledad Diéz Gutiérrez por falta de recursos acuíferos se ha visto en la necesidad de recurrir a las aguas negras procedentes de San Luis Potosí que son almacenadas en un depósito desde donde son canalizadas para su distribución y utilizadas como aguas de riego.

El clima de la zona del Altiplano según KOOPER -- Wilhelm está comprendida en el BS o sea seco estepá -- rico con una temperatura máxima anual de 30.6° C, mínima de 5.6° y media de 17.2° .

El promedio de precipitaciones pluviales es de 300 a 400 mm. al año cuyas lluvias se distribuyen en los meses de mayo, junio, julio, agosto y parte de septiembre. (PIMENTEL ALVARADO Oscar, RAMIREZ LOZANO Miguel, MARTINEZ ROBLEDO Héctor)

La investigación y realización de análisis químicos para la evaluación del aprovechamiento de nutrientes por la planta, se basa en la experiencia obtenida en la aplicación de sus resultados, pero si las muestras que se remiten al laboratorio no se han tomado cuidadosamente se obtendrán resultados erróneos, ya que las mejores técnicas de análisis no pueden sustituir a una buena toma de muestra.

Muestreo:

- a) Muestreo de suelo; Las muestras de suelo fueron obtenidas de tal manera que representaran las condiciones o problemas del área que se muestreó.
- b) Tipo de muestras: Compuestas.
- c) Tipo de muestreo: Muestras alternas.
- d) Técnicas de muestreo: En zig zag.
- e) Profundidad del muestreo: Se tomaron tres horizontes de cada una de las muestras. 0 - 10 cm., de 10-25 cm. y de 25 - 40 cm.
- f) Muestreo representativo: Método de cuarteo diagonal.

Las muestras individuales de los suelos obtenidos se sometieron a la preparación del análisis del modo siguiente: registro, secado, tamizado y envasado.

Para las muestras de alfalfa, fueron tomadas del mismo lugar de donde se muestreó el suelo, se prosiguió al secado, trituración, envasado y el análisis.

Las muestras de leche, se tomaron 200 ml. de leche fresca de vacas lecheras que fueron alimentadas con el mismo lote de alfalfa que se muestreó.

Con excepción del boro, los métodos químicos para medir el grado de asimilabilidad de los elementos requeridos por las plantas en cantidades pecueñísimas no están establecidas. El boro es uno de los elementos traza de la mayoría de los suelos aunque se han encontrado cantidades excesivas en regiones áridas dando síntomas de toxicidad en la planta.

La determinación del boro soluble extraído con agua caliente ha sido extensamente utilizada como una medida de asimilabilidad del boro.

Con éste método de extracción se obtiene suficiente boro adsorbido, por lo que los niveles deberán ser más altos cuanto más arcilloso y rico en materia orgánica sean los suelos. (LOPEZ RITAS J., LOPEZ MELIDA J.)

Extracciones:

En los suelos se ajustaron dos tipos de extracción

- a) Extracción con agua caliente: Pesar 0.5 g. de muestra previamente tamizada, colocarlos en un matraz volumétrico de 100 ml. aforado con agua bidestilada caliente, enfriar y tomar una alícuota para el análisis.

- b) Extracción con carbonato de sodio anhidro: Fundir 0.5 g. de muestra y 3 g. de carbonato de sodio anhidro en un crisol de níquel, introducir el crisol ya frío a un matraz que contenga 50 ml. de agua bidestilada, agregar ácido sulfúrico 4N de vez en vez -- hasta que la pasta se desintegre y ajustar el pH a 5.5 - 6.0 , llevar el volumen a 100 ml. con agua bi destilada, tomando una alícuota para el análisis.
(WELCHER Frank)

Para la extracción del boro en la alfalfa se probaron dos tipos de métodos:

- a) Extracción con agua caliente: Después de haber sido triturado y secado, se pesan 0.5 g. de muestra ó 0.25 g., colocarlos en un matraz volumétrico de -- 100 ml. y aforar a la marca con agua bidestilada y tomar una alícuota para el análisis.
- b) Extracción con ácido clorhídrico: Pesar 0.5 g. de muestra, agregar ácido clorhídrico 0.1 N triturar y filtrar, si es necesario centrifugar hasta obtener un líquido claro, aforar a un volumen conocido y tomar una alícuota para el análisis.

Se debe tener cuidado en el paso del secado, que no revace los 55°C . porque hay pérdidas considerables, aunque los tejidos tienen suficientes bases para impedir pérdidas durante la extracción.

Para la extracción del boro en la leche se prosiguió de la manera siguiente:

Tomar 10 ml. de leche, colocarlos en una cápsula de porcelana y se lleva a sequedad en una estufa que no pase de los 55°C ., agregar ácido clorhídrico de vez en vez hasta disolución de las cenizas, filtrar y recoger el filtrado, centrifugar si es necesario y aforar a un volumen conocido. (FURMAN HOWELL N.)

Aparatos:

Los aparatos que se necesitan son:

Un colorimétrico fotoeléctrico con máximo de luz de 540 a 550 m μ , para el intervalo de mayor sensibilidad. Tubos colorimétricos normalizados, material exento de boro, estufa de desecación o un baño que permita la regulación de $55^{\circ}\text{C.} \pm 3^{\circ}\text{C.}$, Centrifuga.

Reactivos:

Etanol de 95 % reactivo analítico, redestilado para excenterlo de boro.

Reactivo curcumina - ácido oxálico. Se disuelven en 100 ml. de etanol 95 % exento de boro, 0.04 g. de curcumina finamente pulverizada y 5 g. de ácido oxálico este reactivo deberá conservarse en refrigeración y en frasco ámbar.

Hidróxido de calcio 0.4 %.

Disolución patrón de boro, disolviendo 0.572 g. de ácido bórico en un litro de agua bidestilada, esta solución es de 100 microgramos de boro por mililitro, se hace una solución de 1 microgramo de boro por mililitro para la curva.

El contenido de boro en los suelos y plantas pueden determinarse volumétricamente en macro y semimicrocantidades y colorimétricamente o espectrofotométricamente cuando se encuentra en microcantidades, los métodos han sido perfeccionados así como los ensayos biológicos para la determinación del boro asimilable en el suelo. Los métodos colorimétricos tienen una clara ventaja para la determinación de microcantidades. Tanto el método de la curcumina como el de la quinalizarina constituyen determinaciones colorimétricas que han sido adaptadas de forma que permiten la aparición visual o fotométrica del color. Por ser más sencillas las separaciones químicas necesarias las determinaciones colorimétricas son, en general, más convenientes que el método volumétrico, aún cuando la cantidad de boro sea un poco alto.

Los métodos usados con antroquinonas, tales como la quinalizarina y la caramina desarrollan siempre el color en medio fuertemente ácido usando el ácido sulfúrico y, por, ello la variación de temperatura de altas lecturas colorimétricas.

El procedimiento de la curcumina para la determinación del boro tiene ventajas sobre los procedimientos pasados en las antroquinonas por utilizar disolventes

menos corrosivos que el ácido sulfúrico concentrado, -- por no presentar sensibilidad a las pequeñas variaciones de temperatura en las disoluciones que han de ser -- leídas y por presentar una nítida separación espectral entre el color del reactivo y el color dependiente del compuesto del boro como la rosacianina.

El color dependiente del boro se produce mediante curcumina, que es extraída de su fuente vegetal impura, la raíz de curcuma. La formación de la rosacianina --- tiene lugar de forma proporcional a la cantidad de boro presente, pero requiere que simultáneamente, se encuentren presente 0.2 g. de ácido oxálico. Esta cantidad de ácido oxálico no es soluble en la disolución acuosa de HCl - $H_2C_2O_4$. En el procedimiento el reactivo combinado curcumina- ácido oxálico en etanol al 95 % proporciona la cantidad de ácido oxálico necesario y tiene la ventaja de ser un reactivo único combinado. La curcumina da origen a la producción de lacas coloreadas en disolución alcalina, en presencia de berilio, aluminio, fierro, magnesio y por lo tanto, es necesario mantener el medio ácido durante el desarrollo del color. La presencia del ácido oxálico en la disolución ácida si contiene ésta una cantidad superior a 20 microgramos de nitrógeno en forma de nitrato en la parte alícuota que se toma para el análisis se eliminan por evaporación, quedando eliminada la necesidad de añadir ácido clorhídrico en el procedimiento. (JACKSON M.J.)

Procedimiento:

Tomar 10 ml. de alícuota de cada una de las muestras, colocarlas en cápsulas de porcelana, agregar 2.5 ml. de hidróxido de calcio 0.4 %, evaporar lentamente en la estufa a una temperatura no mayor de 55°C. para evitar pérdidas, el residuo se disuelve con un ml. de ácido clorhídrico 0.1 N, inmediatamente después agregar 2 ml. del reactivo combinado de curcumina - ácido oxálico, nuevamente se llevan a sequedad dejando 15 minutos más en la estufa, el residuo se recoge con alcohol etílico 95 %, centrifugar durante 5 minutos a 1500 r.p.m., aforar los tubos de la centrifuga hasta el número 12 y leer a 540 m μ en el Colorímetro.

Se lee el color mediante un máximo de luz de 540 m μ dentro de las dos primeras horas, puesto que la rosacianina se hidroliza gradualmente con formación de curcumina, esto se aprecia al cabo de dos horas.

Se hace una curva de calibración con patrones de 1 microgramo a 5 microgramos de boro, los patrones siguen el mismo procedimiento que las muestras en la determinación.

CAPITULO III

CALCULOS Y RESULTADOS

Patrones de 1.0 microgramos de boro por mililitro.

bco	Ajustar a 0.050
1.0 ml.	0.450
2.0	0.680
3.0	1.100
4.0	1.170
5.0	1.220

No.	gráfica	p.p.m.	gráfica	p.p.m.	gráfica	p.p.m.
1.-	1.20	12.00	0.50	10.00	0.22	0.022
2.-	0.63	6.30	0.23	4.60	0.20	0.020
3.-	0.83	8.30	0.38	7.60	0.16	0.016
4.-	2.16	21.60	0.64	12.80	0.48	0.048
5.-	1.66	16.60	0.72	14.40	0.28	0.028
6.-	1.00	10.00	0.28	5.60	0.24	0.024
7.-	0.86	8.60	0.295	5.90	0.21	0.021
8.-	1.04	10.40	0.40	8.00	0.198	0.0198
9.-	1.40	14.00	0.50	10.00	0.190	0.0190
10.-	1.42	14.20	0.42	8.40	0.22	0.022
11.-	0.78	7.80	0.26	5.20	0.20	0.020
12.-	0.99	9.90	0.46	9.20	0.12	0.012
13.-	0.60	6.00	0.23	4.60	1.98	0.190
14.-	0.79	7.9	0.20	4.00	0.16	0.016
15.-	0.99	9.90	0.44	8.80	0.18	0.018
16.-	0.96	9.60	0.30	6.00	0.19	0.019
17.-	0.70	7.00	0.29	5.00	0.164	0.0164
18.-	1.18	11.80	0.46	9.20	0.080	0.0080
19.-	1.12	11.20	0.41	8.20	0.240	0.0240
20.-	0.58	5.60	0.22	4.40	0.025	0.0025

Máx.	21.6 p.p.m.	Máx.	14.4 p.p.m.	Máx.	0.198 p.p.m.
Mín.	5.8	Mín.	4.0	Mín.	0.0025
Prom.	10.44	Prom.	7.63	Prom.	0.0296

CAPITULO IV .

D I S C U S I O N y C O N C L U S I O N E S

Discusión:

Primeramente se desea hacer notar que el método — escogido para la cuantificación del boro, está basado — en el color rojizo desarrollado al reaccionar la curcuma formando la rosacianina en presencia del ácido oxálico que no solo proporciona un medio ácido favorable — sino que elimina interferencias de sales coloreadas, el método se considera el mejor para este análisis por utilizar un reactivo único estable combinado, estable aún a variaciones de temperatura que presentan las soluciones próximas a leer, además de no usar ácidos demasiado corrosivos que producen una alza de temperatura.

Por otro lado tomando en cuenta el factor tiempo — es más rápido que el método del carmín y otros.

Las condiciones para cada tipo de muestra fueron — adaptadas según el caso.

Para las extracciones se tomaron dos muestras al azar de suelo y alfalfa, observándose que el borato soluble de la solución del suelo extraído con agua caliente estaba en estrecha relación con el boro aprovechable por la planta.

De la planta se obtuvieron resultados satisfactorios de los dos métodos de extracción, pero se escogió el método de la extracción con agua caliente por sus fáciles pasos a seguir y rapidez.

De los resultados obtenidos en la solución del suelo, el valor máximo de 21.6 p.p.m. que vendría siendo tóxico para otro tipo de planta no así para la alfalfa que está considerada entre ligeramente y altamente tolerante al boro. El aspecto físico de la planta crecida en este suelo fue el mejor, por su color más verde, tallos de más altura y hojas más grandes; no así la planta crecida en el suelo que contiene 5.8 p.p.m. muestreada en Soledad Díez Gutiérrez por presentar color amarillento en los bordes de las hojas, sus tallos más pequeños y descoloridos, por lo tanto no se está suministrando el boro suficiente para un elevado rendimiento para este tipo de forraje. Aunque exista este valor pobre se considera de poca importancia debido al sistema de riego utilizado actualmente.

Por otra parte se observa que las concentraciones de boro en la planta son menores que las concentraciones de la solución del suelo estando de acuerdo con el hecho de que parte del boro se disuelve al ser regado lo cual es importante para la nutrición y desarrollo de las raíces de la planta induciendo a un equilibrio fisiológico por consiguiente benéfico para la alimentación del ganado lechero sin temor a una intoxicación del animal o del producto causando disturbios digestivos a los animales jóvenes o a los humanos.

Aún cuando la información disponible hasta la fecha no permite establecer límites permisibles del boro en la solución del suelo, las cifras aprovechables por la alfalfa están en correlación con las condiciones áridas y semiáridas en que se encuentran las regiones de trabajo, por estar establecido que en zonas con un pH entre 7.1 - 8.1 la cantidad del boro es alta debido a que el boro permanece en el suelo porque el agua de lluvia no es suficiente para llevarlo.

Conclusiones:

Se concluye que no hay factor limitante para el desarrollo del cultivo de la alfalfa por tener la zona muestreada un pH que fluctúa entre 7.0 - 8.0, por consiguiente un abastecimiento rico en boro soluble en agua aprovechable como micronutriente benéfico para el desarrollo y crecimiento, sin haber riesgo de acumulación provocando intoxicación por efecto del agua de riego que se está utilizando actualmente.

Por esta razón se obtiene un mejor rendimiento en el valor nutritivo de la leche, conservándose así el nombre de estos municipios de cuancas lecheras.

CAPITULO V

B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

ANDRADE Victoria, GARCIA Natalia, SANCHEZ Homero.
Geografía,
Editorial Trillas, México, D.F., 1981, p. 105

BONET Juana.
Edafología de los suelos salinos,
Universidad de Puerto Rico, 1960, p. 101, 134.

DIVISION DE INGENIERIA, Departamento de suelos.
Apuntes de Edafología,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coah.,
1980, p. 5, 11, 104, 112.

FURMAN HOWELL N.
Standard Methods of Chemical Analysis, The Elements,
Edited Van Nostrand, Canada, 1969, p. 233 - 238.

GONZALEZ Francisco Javier.
Instructivo del muestreo de suelos,
UASLP, San Luis Potosí, S.L.F., 1974, p. 1 - 33.

HENDERSON R.O.
La vaca lechera, alimentación y crianza,
UTEHA, México, D.F., 1950, p. 59, 60, 76, 78, 160.

HUGHES, HEART M.
Forrajes,
CECSA, México, D.F., 1970, p. 153

JACKSON M.J.
Análisis químicos del suelo,
Editorial Omega, S.A., Barcelona, 1964, p. 500-502, 522.

KIRK R., OTHMER D.
Enciclopedia de la tecnología química,
UTEHA, México, D.F., 1961, 3, p. 230 - 309.

KIRK R., OTHMER D.
Enciclopedia de la tecnología química,
UTEHA, México, D.F., 1961, 7, p. 940 - 941.

KIRK R., OTHMER D.
Enciclopedia de la tecnología química,
UTEHA, México, D. F., 1961, 13, p. 384.

KOEPPER Wilhelm.

Climatología, con un estudio de los climas de la tierra,
Fondo de cultura económica, México, D.F., 1943, p. 478.

LOPEZ RITAS J., LOPEZ MELIDA J.

El diagnóstico de suelos y plantas,
Editorial Mundi Prensa, Madrid, 1978, p. 123 - 130.

MILLAR C.E., TURK L.M., FOTH H.D.
Edafología, fundamentos de la ciencia del suelo,
Editorial Continental, S.A., 1969, p. 387, 470.

NYLE BRADY C.
Naturaleza y propiedades de los suelos,
Montanes y Simón, S.A., Barcelona, 1961, p. 222-227, 235,
236, 401-405.

PIMENTEL ALVARADO Oscar, RAMIREZ LOZANO Miguel, MARTINEZ R.
Agencia técnica de cultivo inv - primavera,
UASLP, San Luis Potosí, S.L.P., 1978, p. 1 - 8.

RICHARDS L.A.
Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos,
Editorial LIMUSA, México, D.F., 1980, p. 20,69,73,74,81.

ROJAS GARCIDUEÑAS M.

Fisiología vegetal aplicada,

McGraw - Hill de México, S.A. de C.V., México, D.F., 1972,
p. 103 - 108.

RUSELL N.W.

Condiciones del suelo y crecimiento de la planta,
Editorial Aguilar, México, D.F., 1967, p. 50, 69, 74.

SCHAARER Karl.

Química Agrícola,

UTEHA, México, D.F., 1960, 2, p. 4 -7, 46-48, 62 -63, 126.

WELCHER FRANK.

Standard Methods of Chemical Analysis,

Krieger, New York, 1975, 2B, p. 2323 - 2336.



FRANCISCO ZARCO 136
COL. ALAMITOS
SAN LUIS POTOSI, S. L. P.
TEL. 2-17-91

