

INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

DIVISION DE EDUCACION AGRICOLA SUPERIOR

MANAGUA, D.N., NICARAGUA, C.A.

EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE ALGUNOS SUELOS

DE LA REGION ATLANTICO NORTE DE NICARAGUA

MEDIANTE ENSAYOS DE INVERNADERO

POR

JORGE OVIDIO QUINTANA BONILLA

TESIS

1977

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
PROGRAMA DE EDUCACION SUPERIOR
DEL
INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA
MANAGUA, D.N., NICARAGUA, C.A.

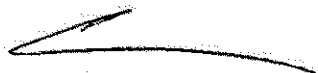
EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE ALGUNOS SUELOS DE
LA REGION ATLANTICO NORTE DE NICARAGUA
MEDIANTE ENSAYOS DE INVERNADERO

POR

JORGE OVIDIO QUINTANA BONILLA

TESIS

APROBADA:



Director del Centro

Fecha



Jefe de Sección

Fecha

1 9 7 7

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
PROGRAMA DE EDUCACION SUPERIOR
DEL
INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA
MANAGUA, D.N., NICARAGUA, C.A.

EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE ALGUNOS SUELOS
DE LA REGION ATLANTICO NORTE DE NICARAGUA
MEDIANTE ENSAYOS DE INVERNADERO

POR

JORGE OVIDIO QUINTANA BONILLA

TESIS

Presentada a la consideración del Honorable Comité Examinador
como requisito parcial para obtener el grado profesional de
INGENIERO AGRONOMO,

COMITE EXAMINADOR



Asesor Principal



Vocal



Vocal

Vocal

Vocal

1 9 7 7

DEDICATORIA

A:

MI PADRE:

EMILIO QUINTANA L.

MI VIEJA:

JUANA TORREZ

MI HIJO:

EMILIO QUINTANA L.

A:

MIS HERMANOS, CUÑADOS, COMPAÑEROS DE TRABAJO, COMPAÑEROS DE ESTUDIOS, AMIGOS Y ENEMIGOS.

CON UN DESEO ESPECIAL A:

MI MAMA:

SILVIA BONILLA

MI ESPOSA:

LORRAINE LEGALL

AGRADECIMIENTO

CON EL MAS SINCERO RECONOCIMIENTO AL INGENIERO ANIBAL PA -
LENCIA O., POR SU VALIOSA ASESORIA EN ESTE TRABAJO Y SU DESIN -
TERESADA AYUDA EN LA REALIZACION DE OTROS.

AL PERSONAL DE LA OFICINA DE SUELOS DE CATASTRO, DEL LABO -
RATORIO DE SUELOS DEL INTA Y AL DE LAS AGENCIAS DE DIVULGACION
DEL INTA UBICADAS EN SIUNA Y ROSITA, QUIENES ESTUVIERON INVOLU -
CRADOS DIRECTAMENTE EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

AL DOCTOR OSCAR HIDALGO, INGENIEROS ALVARO SEQUEIRA, FRANK
SEQUEIRA Y FRANCISCO BERRIOS POR SU VALIOSO ESTIMULO.

EN ESPECIAL

AL COMPAÑERO INGENIERO REYNALDO TREMINIO POR SUS VALIOSOS
CONSEJOS TANTO PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO COMO PARA LA
REALIZACION PROFESIONAL DE MI PERSONA.

INDICE

<u>Sección</u>	Página
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE GUIAS.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISION DE LITERATURA.....	4
IV. MATERIALES Y METODOS.....	10
A. Localización y muestreo de suelos.....	11
B. Análisis químico de las muestras.....	12
C. Ensayo en Invernadero.....	15
D. Metodología para análisis e interpretación de resultados.....	22
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
VII. RESUMEN.....	47
VIII. LITERATURA CITADA.....	48

INDICE DE CUADROS

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
1 Cantidades y niveles de elementos para estudios de sorción.....	14
2 Niveles críticos tentativos para algunos elementos...	16
3 Tratamientos y cantidad de elementos agregados al tratamiento cuando no se agrega el el elemento al óptimo	18
4 Cantidad de elementos y compuestos utilizados en la solución madre usada en los tratamientos de suelo....	20
5 Resultados de análisis de suelos de Siuna y Rosita en la Región Atlántico Norte. 1977.....	25
6 Resultados de análisis de sorción practicados a muestras de suelos de Siuna y Rosita de la Región Atlántico Norte. 1977.....	28
7 Elementos y cantidades agregadas a los tratamientos óptimos para los suelos de Siuna y Rosita. 1977.....	34
8 Rendimientos del sorgo obtenidos en ensayos de invernadero expresado en gramos por maceta. Managua, 1977.	35
9 Rendimiento del sorgo expresado en porcentaje con relación al tratamiento óptimo. Managua, 1977.....	36

CuadroPágina

10	Análisis de varianza del efecto de la aplicación de diferentes nutrientes en el rendimiento del sorgo bajo condiciones de invernadero. Managua, 1977.....	39
11	Análisis de varianza del efecto de la aplicación de Ca, Mg y K Vrs Mn, Fe, Cu y Zn, en el rendimiento del sorgo bajo condiciones de invernadero. Managua, 1977.....	43

INDICE DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Curvas de Sorción para fósforo en dos suelos del Atlántico Norte de Nicaragua.....	29
2	Curvas de sorción para potasio en dos suelos del Atlántico Norte de Nicaragua.....	30
3	Curvas de sorción para cobre en dos suelos del Atlántico Norte de Nicaragua.....	31
4	Curvas de sorción para zinc en dos suelos del Atlántico Norte de Nicaragua.....	32
5	Curvas de sorción para manganeso en dos suelos del Atlántico Norte de Nicaragua.....	33
6	Rendimiento expresado en porcentaje obtenidos en ensayos de invernadero con suelos de Siuna y Rosita.	37

INDICE DE GUIAS

GuíasPágina

1. Resultados de análisis de rutina y probabilidades de respuesta a las aplicaciones de nutrientes, 1977.
Siuna, Zelaya. Estudio de invernadero..... 26

2. Resultados de análisis de rutina y probabilidades de respuesta a las aplicaciones de nutrimentos, 1977.
Rosita, Zelaya. Estudio de invernadero..... 27

I. INTRODUCCION

La ampliación de la frontera agrícola está siendo considerada como uno de los recursos más viables para ayudar a resolver la problemática socio-económica de las grandes mayorías de Nicaragua. Esta ampliación se está orientando hacia la zona Atlántica para propiciar además, la incorporación a la economía nacional de la región más extensa y menos poblada del país con 66,542 Km² y 1.7 hab/Km² respectivamente (5).

Entre las acciones más concretas mediante las cuales se implementa este proceso pueden citarse, por una parte, el programa de colonización que ejecuta el Instituto Agrario Nacional en el sector sur de la región y su proyección hacia la zona del atlántico norte; y por otra, las actividades que desarrolla el Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria en su esfuerzo por generar la información técnica requerida para promover el desarrollo agrícola en esa misma región.

Al tomar en cuenta que el primer paso para establecer un buen programa de investigación agropecuaria debe ser dado en el sentido de la consecución de datos básicos sobre las características de la zona objeto de estudio, el INTA

ha considerado la caracterización del recurso suelo como uno de sus proyectos prioritarios de investigación en las zonas hacia donde se proyecta el programa nacional de colonización.

Dentro de este esquema, el presente trabajo pretende establecer la situación actual de la fertilidad de los suelos en Siuna y Rosita, ubicadas en la región norte de la costa del Atlántico, como base para orientar la definición de técnicas que permitan el manejo eficiente del recurso suelo en el proceso de producción agrícola.

II. OBJETIVOS

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo específico cuantificar la situación actual de los principales nutrimentos minerales de los suelos en dos sitios de la Región Atlántica Norte de Nicaragua.

III. REVISION DE LITERATURA

La creciente demanda de información técnica para orientar programas de fertilización, tanto a nivel regional como a nivel de finca, constituye la mejor evidencia de que el problema de la fertilidad de los suelos es común a todos los cultivos y de primera magnitud en cada uno de ellos si lo comparamos con los demás factores de producción (11).

El incremento de la cantidad de muestras de suelos analizadas en los últimos años por el laboratorio de fertilidad de suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería ha sido muy notorio, pasando de 2,483 muestras analizadas en 1974 a 3,395 analizadas en 1976 (18).

Un objetivo primario en el establecimiento y mantenimiento de un programa efectivo de evaluación y mejoramiento de la fertilidad del suelo, es poder diagnosticar el estatus de los nutrimentos minerales que afectan el crecimiento de las plantas. Dicho estatus depende de su disponibilidad, en términos de un suministro deficiente, adecuado o excesivo para las plantas. La disponibilidad de un nutrimento dado está relacionado con las características físico-químicas del suelo, requerimientos de las plantas, factores climáticos y prácticas culturales (4).

Siendo este el caso, el primer enfoque para evaluar la fertilidad del suelo es realizar un diagnóstico correcto de la situación actual de los nutrimentos minerales en el suelo objeto de estudio, como base para orientar la determinación de las cantidades de materiales requeridos para llevar la fertilidad hasta un nivel adecuado de balance donde se propicie el crecimiento normal del cultivo. Debido al gran número de factores existentes, las técnicas de diagnóstico de fertilidad son en extremo variables; sin embargo, la efectividad de cualquier técnica reside en que su uso sea capaz de eliminar problemas de fertilidad del suelo como factor limitante en la obtención de buenas cosechas (4).

El análisis de suelos está orientado a la búsqueda de información sobre el estado de los nutrimentos para servir de guía en las recomendaciones de fertilización y uso de enmiendas. No obstante, es muy poco lo que se sabe acerca de los valores óptimos de los nutrimentos, por lo que es preferible cotejar los resultados del análisis, con los obtenidos en ensayos de macetas en invernadero (17).

Los estudios de invernadero permiten un reconocimiento preliminar del estado de fertilidad de los suelos. El ensayo en macetas muestra el efecto que produce la falta o exceso de un nutriente en la fórmula de fertilización sobre

la planta elegida como indicadora, determinándose niveles de fertilidad en el suelo para dos condiciones extremas: una máxima y otra mínima, es decir, fertilidad potencial y fertilidad actual del suelo (13).

Existe en nuestro medio muy poca información sobre ensayos en macetas bajo condiciones de invernadero, no obstante en muchos países se han realizado ensayos de este tipo como medio para establecer índices de diagnóstico de fertilidad en base a la correlación del análisis de suelo y el crecimiento vegetativo (2, 3, 4, 6, 9, 10, 12, 15).

Schenkel (12) determinó deficiencia severa de fósforo, potasio y azufre en un suelo de la serie Osorno, Chile, correlacionando con el análisis de laboratorio que mostró un suelo ácido, pobre en potasio intercambiable y muy pobre en fósforo disponible, sirviendo como planta indicadora balli-
ca H-1 de rotación corta (Lolium perenne y Lolium multiflo-
rum) cosechadas en cinco cortes. La técnica utilizada en este trabajo consistió en siete tratamientos, aplicando en cada uno todos los nutrimentos menos el elemento a estudiar; los micro-elementos representaron un sólo tratamiento y no consideró tratamiento testigo.

Velly citado por Schenkel (12) obtuvo una buena correlación entre los resultados de campo y de macetas, en la de

terminación cuantitativa de la deficiencia fosfatada, la cual encontró perfectamente explicable para suelos con mayor inmovilización de fósforo.

Martini (7) ha encontrado mediante ensayos de invernadero deficiencias de Ca, Mg, S, particularmente en latosoles.

El mismo autor en 1969 (8) determinó en suelos con características similares, deficiencias de fósforo, nitrógeno, potasio, azufre y elementos menores. El estudio se realizó mediante la técnica del elemento faltante que consiste en nueve tratamientos, aplicándose en cada uno todos los nutrimentos menos el elemento en cuestión; los microelementos se estudian en conjunto en un sólo tratamiento.

Medrano (9) trabajando con cuatro suelos en El Salvador utilizando la técnica del elemento faltante y como planta indicadora el frijol, obtuvo correlación entre los resultados del análisis de laboratorio y los tratamientos considerados.

En un ensayo de invernadero con un suelo de la zona subtropical del Perú, se detectaron deficiencias de N y P, concluyendo que el pH no es un buen índice de las necesidades del suelo estudiado, ya que no se observó respuesta significativa a la aplicación de cal (15).

Villachica (16) en ensayos de macetas determinó que en un suelo de pH 4.9 y baja CIC, el encalado disminuyó la absorción del Mn por las plantas y atenuó su efecto negativo en el rendimiento.

Guedez (3) determinó en invernadero la respuesta de la Soya a la aplicación de N, P y K y una mezcla de elementos menores (B, Mn, Zn, Cu y Mo) obteniendo respuesta significativa para las aplicaciones de nitrógeno y fósforo. El estudio fue hecho sobre un suelo de la Serie Valle, Colombia en 1958.

Martini (6) en ensayos efectuados con frijol en invernadero con tres suelos de Costa Rica, determinó que en tres se obtuvo respuesta a las aplicaciones de P , en dos a N y en uno a K ó S ó CaMg.

Trigoso (14) trabajando en ensayos de maceta encontró que la producción de materia seca se ve favorecida positivamente por aplicaciones de CaMg y altas dosis de fósforo;; el suelo utilizado fue un ultisol con pH 4 bajo grado de saturación de bases.

Fassbender (2) determinó a nivel de invernadero que los fosfatos orgánicos constituían alrededor del 50 por ciento de los fosfatos totales presentes en un suelo con

predominancia de fosfatos de aluminio o hierro, y un 40 por ciento en suelos con predominancia de fosfatos de calcio.

Morrillo y Fassbender (10) realizaron ensayos de invernadero con el propósito de estudiar el estatus de los fosfatos en suelos inorgánicos de la cuenca de Choluteca, Honduras, encontrando marcada predominancia del fósforo en forma inorgánica sobre la orgánica, lo cual les resulta explicable en base a la reacción de los suelos, su textura, su grado de desarrollo y la temperatura de la región. Además encontraron que el método de Olsen dió mejores resultados que los de Mehlich y Bray en evaluaciones rápidas de las necesidades de fertilización de los suelos.

IV. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de la metodología propuesta por Hunter (4) en vista de que ha sido encontrada relativamente rápida, y efectiva en la evaluación de los problemas de fertilidad del suelo. Con el uso de esta técnica se debe reconocer que el crecimiento bajo condiciones de invernadero no es comparable con el crecimiento bajo condiciones de campo, pero los resultados obtenidos en el invernadero, deben ser usados como una guía en la planificación de efectivos y comprensibles experimentos de campo, los cuales son utilizados en el refinamiento del NIVEL CRITICO para interpretar adecuadamente el análisis químico de sue los.

La metodología de Hunter (4) considera 14 tratamientos incluyendo un óptimo y un testigo. El tratamiento óptimo es determinado en base a los resultados del análisis de suelo en el laboratorio; el testigo que se deja sin alteración, y los doce tratamientos restantes que se definen adicionando al suelo todos los nutrimentos esenciales, incluyendo o no el nutrimento bajo estudio en ba se a sí el tratamiento óptimo lo contiene o nó.

Esta técnica posee la ventaja, sobre las otras técnicas aquí mencionadas, de que permite además, estudiar independientemente el estado de cada uno de los micronutrientes. Además, facilita el manejo del ensayo debido al volumen pequeño de suelo usado por maceta.

A. Localización y muestreo de suelos.

El presente trabajo se inició en Julio de 1977 con la localización de suelos en Siuna y Rosita, los cuales fueron escogidos en base a su representatividad en la zona y a su accesibilidad; los suelos fueron descritos como alfisoles pertenecientes al sub-grupo Ultic-tropudalfs (20).

El suelo Siuna, situado entre $13^{\circ}40'$ y $13^{\circ}50'$ de latitud y $84^{\circ}45'$ y $84^{\circ}50'$ de longitud, se originó de rocas ácidas y presenta una textura arcillo limoso, bien drenado, de coloración pardo rojiza, con pendiente entre 10-15 por ciento y de un desarrollo estructural moderado (20). Se encuentra alrededor de 500m. de altura s.n.m., con una temperatura promedio anual de 25°C y una precipitación que oscila de 2500 a 2900 mm anuales (19).

El suelo Rosita, entre $13^{\circ}50'$ y $14^{\circ}00'$ de latitud y $84^{\circ}20'$ y $84^{\circ}30'$ de longitud, tiene su origen de rocas ácidas y su textura es franco arcillo limoso, bien drenado, color gris-amarillento, de 10-15 por ciento de pen-

diente y se encuentra en transición de una etapa de incipiente formación del suelo a una intermedia (20). Su altura es cerca de 400m. s.n.m., siendo su temperatura de 24°C y su precipitación de 3000 a 3200 mm anuales (19).

Para Siuna y Rosita respectivamente se procedió a extraer las muestras de suelo, demarcando una superficie de 0.7 Ha, dividiéndose en cinco partes y tomando de cada parte una muestra compuesta de veinte sub-muestras. Las sub-muestras de 0.5 Kg cada una, fueron tomadas al azar dentro de cada parte en que se dividió el terreno a una profundidad de 0.15 m. Luego fueron mezcladas debidamente para constituir una muestra compuesta.

El volumen total de suelo de cada muestra compuesta fue separado en tres fracciones de acuerdo a los fines requeridos; una fracción fue utilizada en el análisis de rutina, otra en el análisis de Sorción y la tercera para establecer los tratamientos para el ensayo de macetas en Invernadero.

B. Análisis químico de las muestras.

La fracción correspondiente de las muestras compuestas de cada una de las cinco partes en que fue dividido cada sitio, se sometió a un análisis de rutina en el la-

laboratorio, determinándose P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu y Fe con el método de Olsen (modificado), acidez extraíble por el procedimiento de extracción con solución 1M de KCl y pH en solución suelo/agua 1: 2.5, con el fin de comprobar la uniformidad de la fertilidad en cada sitio y obtener datos preliminares sobre las probabilidades de respuesta a la aplicación de cada uno de los nutrientes analizados.

En base a lo anterior se procedió a preparar una sola muestra compuesta con el suelo extraído de los cinco puntos escogidos en cada sitio, y se sometió a un estudio de Sorción en el laboratorio con el propósito de determinar las cantidades de cada nutrimento a agregar al tratamiento óptimo del ensayo en macetas.

Estos estudios se llevaron a cabo añadiendo al suelo en solución distintas cantidades y niveles de P, K, Cu, Mn, y Zn de acuerdo con las especificaciones señaladas en el cuadro 1. La cantidad de solución agregada fué suficiente para saturar completamente las muestras de suelo y dejar un ligero exceso. Los recipientes que contenían las muestras se dejaron destapados hasta que se secaron, lo que duró cuatro días, para permitir que los elementos reaccionaran con el suelo bajo una condición de humedad hasta la sequedad. Esta técnica reduce en un corto período de tiempo las reacciones que se llevan a cabo cuando esto su-

CUADRO 1. CANTIDALES Y NIVELES DE ELEMENTOS PARA ESTUDIO DE SORCION, HUITER (4).

Tratamiento de Sorcion N ^o	Concentraciones de elementos en las soluciones de trata mientos de sorción				
	ug/ml				me/100ml
	P	Cu	Mn	Zn	K
1	35	2	5	4	0.11
2	70	4	10	8	0.22
3	140	8	20	16	0.45
4	280	16	40	32	0.90
5	560	32	80	64	1.80

cede a nivel de campo (4).

C. Ensayos en invernadero.

Realizados los análisis químicos de las muestras de suelo, se procedió a la preparación del ensayo en macetas determinándose los tratamientos a estudiarse en base a los resultados del análisis de sorción.

La determinación de estos tratamientos se realizó de acuerdo a los siguientes criterios expresados por Hunter (4) para P, K, Cu, Mn y Zn. Cuando la cantidad del elemento extraído del suelo original estuvo por debajo de tres veces el nivel crítico (cuadro 2) se agregó al tratamiento óptimo la cantidad necesaria de este elemento para obtener tres veces el nivel crítico, usando para ello las curvas de sorción construidas con los resultados del análisis.

El requerimiento de cal se basó en el siguiente criterio: Si la acidez extraíble es mayor de 0.2 me/100 ml. de suelo, agréguese CaCO_3 en polvo en una relación calculada con la siguiente fórmula (4).

$$X \text{ me/100 ml suelo} \times 0.10 = \text{g } \text{CaCO}_3 / 100 \text{ ml Suelo.}$$

Los requerimientos de Ca, Mg, Fe y N fueron determinados en base a los siguientes criterios para suelos de textura no arenosa (4):

CUADRO 2. NIVELES CRITICOS TENTATIVOS PARA ALGUNOS ELEMENTOS. HUNTER (4).

Elemento	Nivel Crítico
P	14 ug/ml de suelo
K	0.20 me/100 ml de suelo
Cu	1 ug/ml de suelo
Mn	5 ug/ml de suelo
Zn	3 ug/ml de suelo

Agregar CaCO_3 para obtener 4 me Ca/100 ml de suelo y MgO para obtener 1.5 me Mg/100 ml de suelo. Si la cantidad de Fe extraído de la muestra original es menor que 10 ug Fe/ml de suelo se agregan 20 ug Fe/ml de suelo.

Como casi todos los suelos son deficientes en N, este elemento se agregó en una proporción de 50 ug N/ml de suelo. En adición a esto se usó 1.5 g de NH_4NO_3 /5 litros en el agua destilada de irrigación.

Debido a que en el laboratorio de fertilidad de suelos no fué posible determinar S, B y Mo, se asumió que el estado de estos nutrimentos era adecuado.

De acuerdo a lo determinado para el tratamiento óptimo se establecieron otros trece tratamientos para determinar el estado de cada uno de los nutrimentos esenciales y el estado de fertilidad del suelo original sin ningún tratamiento. Los tratamientos dos hasta trece recibieron igual adición de elementos que el óptimo, agregando o no el elemento bajo estudio de acuerdo a su ausencia o presencia en el tratamiento óptimo. En el cuadro 3 se describe el criterio usado para la definición de los 14 tratamientos.

El diseño experimental utilizado fué completamente aleatorio con dos repeticiones y catorce y quince trata-

CUADRO 3. TRATAMIENTOS Y CANTIDAD DE ELEMENTOS AGREGADOS AL TRATAMIENTO CUANDO NO SE AGREGA EL ELEMENTO AL OPTIMO. HUNTER (4).

Tratamiento	Descripción	Cantidad de elementos agregado por 100 ml de suelo si no fuera agregado el óptimo.
1	Optimo	
2	Opt + Ca	0.05 g CaCO_3 =1 meCa/100 ml de suelo.
3	Opt + Mg	0.02 g MgO =1 me Mg/100 ml de suelo.
4	Opt - N	No se agrega N al agua de irrigación.
5	Opt + P	100 ug/ml de suelo.
6	Opt + K	0.2 ug/ml suelo.
7	Opt + B	2 ug/ml suelo.
8	Opt + Cu	2 ug/ml suelo.
9	Opt + Fe	20 ug/ml suelo.
10	Opt + Mn	30 ug/ml suelo.
11	Opt + Mo	2 ug/ml suelo.
12	Opt + S	30 ug/ml suelo.
13	Opt + Zn	10 ug/ml suelo.
14	Testigo	Nada agregado.

mientos para los suelos de Siuna y Rosita respectivamente. Para el suelo de Rosita se consideró un tratamiento adicional debido a que su acidez extraíble acusó un valor mayor de 0.2 me/100 ml de suelo.

El volumen de suelo por maceta que se usó en este estudio fue de 0.15 lt. Para las dos repeticiones de cada tratamiento se colocaron en bolsas plásticas 0.3 lt de suelo seco, molido y tamizado a 2 mm. La cantidad de CaCO_3 y MgO para cada tratamiento fué agregado y mezclado con el suelo en las bolsas plásticas.

Las soluciones que contienen los demás elementos (cuadro 4) fueron mezcladas todas en beakers y agregadas a cada muestra de suelo de acuerdo al tratamiento correspondiente.

Después de aplicada la solución se dejaron las bolsas abiertas, secándose al aire sin mover o agitar el suelo. Cuando el suelo se secó, se rompieron los agregados formados por la humedad hasta su tamaño de tamizado y se mezclaron de nuevo completamente todas las partículas. Hecho esto, se dejó reposar el suelo por un período de quince días para permitir la reacción de los compuestos agregados con el suelo.

Como macetas se usaron vasos plásticos de 0.2 lt de

CUADRO 4. CANTIDAD DE ELEMENTOS Y COMPUESTOS UTILIZADOS EN LA SOLUCION MADRE USADA EN LOS TRATAMIENTOS DE SUELO. HUNTER (4).

Elemento	Compuesto Químico	Peso molecular	Elementos por litro de sol. madre. gm	Compuestos por litro de sol. madre. gm	Cantidad del elemento agregado al suelo cuando un ml de la Sol. madre es agregada a 100 ml de suelo.
N	NH_4NO_3	80.00	5.0	14.29	50 ug/ml suelo
P	Conc. 85% H_3PO_4	98.00	10.00	37.22	100 ug/ml suelo
K	KCl	74.56	7.8	14.90	0.2 me/100 ml suelo.
Mn	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	197.91	3.0	10.81	30 ug/ml suelo
Cu	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	170.48	0.2	0.54	2 ug/ml suelo
Zn	ZnCl_2	136.28	1.0	2.08	10 ug/ml suelo
S	Conc. 96.5% H_2SO_4	98.08	3.0	9.50	30 ug/ml suelo
B	H_3BO_3	61.83	0.2	1.15	2 ug/ml suelo
Mo	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1235.86	0.2	0.37	2 ug/ml suelo
Fe	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	270.30	2.0	9.63	20 ug/ml suelo

capacidad, perforados en el fondo donde se depositaron 0.15 lt de suelo correspondiente a cada tratamiento y repetición. El riego se hizo por capilaridad usando filtros de cigarrillos de 0.15 metros de largo, los cuales fueron insertados en los vasos que contenían el suelo, por el orificio practicado en el fondo de éstos, hasta una profundidad de 0.03 m.

Los recipientes para el agua con o sin la solución de NH_4NO_3 fueron plásticos de 0.15 m. de profundidad y 0.6 m de diámetro, los vasos se colocaron sobre una plancha de madera perforada que tapaba el recipiente. Los recipientes fueron llenados hasta 0.025 m del borde.

La planta usada como indicadora fué sorgo (Sorghum bicolor), ya que crece rápido, tiene semillas pequeñas, crece bien en un amplio rango de condiciones climáticas y es sensible a la mayoría de las deficiencias. Se sembraron diez semillas por maceta enterradas a una profundidad de 0.01 m raleándose a seis plantas cuatro días después de la germinación.

Inmediatamente después de la siembra se agregó agua destilada al suelo hasta mojar $3/4$ del volumen, cubriéndose luego los vasos con tela de plástico para evitar la evaporación hasta que las semillas germinaron.

Cuando las plantas habían emergido por lo menos 0.025 m se llenaron los recipientes con la solución de NH_4NO_3 y agua destilada, y se colocaron los vasos con el soporte de madera sobre los recipientes. Los dos tratamientos que no llevaban N fueron colocados sobre el recipiente con agua destilada.

Las soluciones en los recipientes fueron cambiadas a los quince días después de haberse llenado la primera vez.

Durante el período de crecimiento se protegieron las plantas contra insectos, animales, se eliminó la maleza, etc. Además, se anotaron los síntomas visibles presentados por las plantas en cada tratamiento y suelo.

Treinta días después de la germinación se cosechó, cortándose las plantas 0.01 m por encima de la superficie del suelo, secándose la materia verde en una estufa a 70°C durante 4 días; luego se pesó la materia seca y se comparó con el tratamiento óptimo.

D. Metodología para análisis e interpretación de resultados.

Los resultados del análisis químico de los suelos estudiados fueron interpretados de acuerdo al criterio seguido por HUNTER (4). Este criterio se basa en niveles críticos establecidos para cada nutrimento, tanto en tér-

minos de ug/ml de suelo, como de mg/100 ml de suelo, alrededor de los cuales se identifican rangos de probabilidades de respuesta positiva, nula o negativa.

Los resultados obtenidos en los tratamientos del ensayo en maceta se analizaron siguiendo la técnica de Hunter (4) que considera toxicidad o deficiencia grave cuando la diferencia en el porcentaje de rendimiento obtenido en cualquier tratamiento en relación al del óptimo excede de veinte por ciento, y muy grave cuando sobrepasa los cincuenta.

Además se realizó un análisis de varianza y una prueba de rangos "estudentizados" para determinar la significancia estadística de los resultados.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

El cuadro 5 y las guías de interpretación de análisis 1 y 2 revelan que se trabajó con suelos moderadamente ácidos, bajos en fósforo disponible y moderadamente bajos en potasio intercambiable y zinc disponible; así mismo, los suelos presentan alta probabilidad de toxicidad por hierro y en el caso de Siuna también por manganeso. Los demás nutrimentos se encuentran dentro del rango de no respuesta y las relaciones Ca/mg y Mg/K se mostraron adecuadas. El cuadro 5 también muestra la uniformidad en cuanto al contenido de nutrimentos de los suelos bajo estudio, aunque acusando valores mas bajos el suelo de Rosita.

Los resultados de los análisis de sorción se presentan en el cuadro 6. En base a estos se construyeron las curvas de sorción (Figuras 1, 2, 3, 4, 5) determinándose los elementos y cantidades de éstos que hubo de adicionar para constituir el tratamiento óptimo de cada suelo, tal como aparece en el cuadro 7.

En los cuadros 8 y 9 y en la figura 6 se presentan los rendimientos obtenidos en los estudios de invernadero; además se anota el porcentaje de rendimiento de cada tratamiento así como su significancia en relación al óptimo.

CUADRO 5. RESULTADOS DE ANALISIS DE RUTINA DE SUELOS DE SIUNA Y ROSITA EN LA REGION ATLANTICO NORTE 1977.

Identificación	pH	p.p.m.		me/100 ml		p.p.m.			
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
Siuna 1	5.8	14	160	15.0	4.8	12.0	6.4	160	200+
Siuna 2	6.0	12	160	16.5	4.2	17.0	5.8	110	200+
Siuna 3	5.7	8	130	15.0	3.3	16.0	5.4	120	200+
Siuna 4	5.6	10	120	15.0	3.0	14.0	5.0	120	200+
Siuna 5	5.9	12	140	15.5	3.9	13.0	6.0	80	200+
Rosita 1	5.7	8	80	9.5	2.4	3.0	3.0	46	70
Rosita 2	5.9	6	110	8.0	1.9	2.0	4.2	28	122
Rosita 3	6.1	10	150	10.0	2.2	3.0	3.4	30	88
Rosita 4	6.1	8	170	11.0	4.0	4.0	3.2	30	150
Rosita 5	5.8	7	130	8.5	2.7	3.0	4.4	40	144
Promedio									
Siuna	5.8	11	142	15.4	3.8	14.4	5.7	118	200+
Rosita	5.9	8	128	9.4	2.6	3.0	3.6	35	115

FIGURA 1. RESULTADOS DE ANALISIS DE RUTINA Y PROBABILIDADES DE RESPUESTA A LAS APLICACIONES DE NUTRIENTES. 1977.

I.D. Campo SIUNA, ZELAYA
Field identification

Cultivo a Fert. ESTUDIO DE INVERNADERO
Crop to be fertilized

Meta de Rend. _____
Yield Goal

Cultivo anterior _____
Last Crop

Condición del Suelo: Acid. Ext. _____ meq/100 ml; Satn. Acid. _____ %; pH 5.8; M.O. _____ %; Cond. Elect. _____ mho/cm
Soil Condition: Extractable Acidity Acid. Satn. O.M. Elect. Cond.

No. Lab. _____ Lab. No. Análisis Foliar Plant Analysis	Elementos Esenciales Essential Elements	No. Lab. _____ Lab. No. Análisis del suelo Soil Analysis	Guía de Interpretación Probabilidad de Respuesta del Cultivo Crop Response Probability			Sugerencias de Fertilizantes Fertilizer Suggestions
			Respuesta alta Highly responsive	Nivel crítico Critical Level	Respuesta negativa Negative responsive	
% _____ ppm _____		meq/100 ml _____ μ/ml _____				
Ca _____	Calcio Calcium	Ca <u>15.4</u>				
Mg _____	Magnesio Magnesium	Mg <u>3.8</u>				
K _____	Potasio Potassium	K <u>0.35</u>				
		Ca/Mg <u>4.0</u>				
		Mg/K <u>10.8</u>				
N _____	Nitrógeno Nitrogen	N _____				
P _____	Fósforo Phosphorus	P <u>11.0</u>				
S _____	Azufre Sulphur	S _____				
B _____	Boro Boron	B _____				
Cu _____	Cobre Copper	Cu <u>14.4</u>				
Fe _____	Hierro Iron	Fe <u>200+</u>				
Mn _____	Manganeso Manganese	Mn <u>118.0</u>				
Zn _____	Zinc Zinc	Zn <u>5.7</u>				

GUIA DE MANEJO: (Ver al reverso para información adicional)
Management Guidelines: (See back for additional information)

-No fue determinado.

GUIA 2. RESULTADOS DE ANALISIS DE RUTINA Y PROBABILIDADES DE RESPUESTA A LAS APLICACIONES DE NUTRIENTES. 1977.

I.D. Campo ROSITA, ZELAYA.

Field Identification

Cultivo a Fert. ESTUDIO DE INVERNADERO.
Crop to be fertilized

Meta de Rend. _____
Yield Goal

Cultivo anterior _____
Last Crop

Condición del Suelo: Acid. Ext. _____ meq/100 ml;
Soil Condition: Extractable Acidity

Satn. Acid. _____ %;
Acid. Satn.

pH 5.9 ;

M.O. _____ %;
O.M.

Cond. Elect. _____ mho/cm
Elect. Cond.

No. Lab. _____ Lab. No. Análisis Foliar Plant Analysis		Elementos Esenciales Essential Elements	No. Lab. _____ Lab. No. Análisis del suelo Soil Analysis		Guía de Interpretación Probabilidad de Respuesta del Cultivo Crop Response Probability			Sugerencias de Fertilizantes Fertilizer Suggestions
%	ppm		meq/100 ml	µ/ml	Respuesta alta Highly responsive	Nivel Crítico Critical Level	Respuesta negativa Negative responsive	
Ca _____		Calcio Calcium	Ca <u>9.4</u>		Nivel Crítico Critical Level			
Mg _____		Magnesio Magnesium	Mg <u>2.6</u>					
K _____		Potasio Potassium	K <u>0.32</u>					
			Ca/Mg <u>3.6</u>					
			Mg/K <u>8.1</u>					
N _____		Nitrógeno Nitrogen	N _____					
P _____		Fósforo Phosphorus	P <u>8.0</u>					
S _____		Azufre Sulphur	S _____					
B _____		Boro Boron	B _____					
Cu _____		Cobre Copper	Cu <u>3.0</u>					
Fe _____		Hierro Iron	Fe <u>115.0</u>					
Mn _____		Manganeso Manganese	Mn <u>35.0</u>					
Zn _____		Zinc Zinc	Zn <u>3.6</u>					

GUIA DE MANEJO: (Ver al reverso para información adicional)
Management Guidelines: (See back for additional information)

-No fue determinado

CUADRO 6. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE SORCION PRACTICADOS A MUESTRAS DE SUELOS DE SIUNA Y ROSITA DE LA REGION ATLANTICO NORTE. 1977.

Identificación	Tratamiento N°	Cantidad de elemento extraída								
		ug/ml					me/100 ml			
		P	Cu	Zn	Mn	Fe	K	Ca	Mg	H + Al
Siuna	Testigo	8.0	14.0	5.4	154	150	0.28	17.5	4.5	0.20
	1	15.0	16.0	9.0	166		0.33			
	2	25.5	19.0	12.2	172		0.38			
	3	47.0	23.0	18.0	179		0.47			
	4	93.0	26.5	30.0	196		0.65			
	5	100+	37.5	50.+	200+		0.98			
Rosita	Testigo	7.0	3.0	5.0	32	94	0.28	11.0	2.6	0.25
	1	20.0	5.0	8.0	30		0.34			
	2	35.0	7.5	10.4	32		0.43			
	3	72.0	11.5	17.4	43		0.59			
	4	100+	19.0	31.5	83		0.74			
	5	100+	34.0	50+	157		1.47			

ug de P. EXTRAIDO

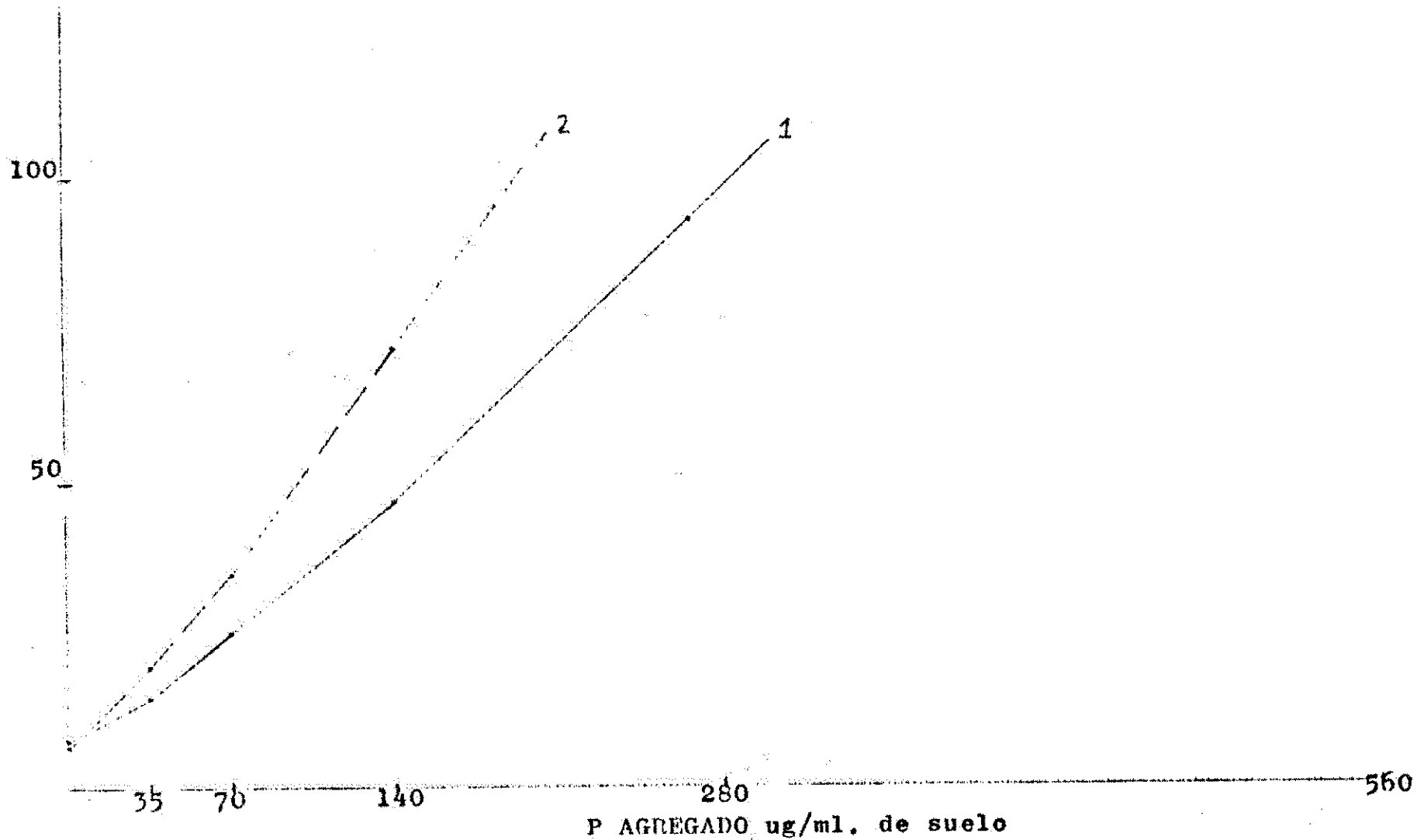


FIGURA 1. CURVAS DE SORCION PARA FOSFORO EN DOS SUELOS DEL ATLANTICO NORTE DE NICARAGUA.

1. STUNA _____

2. ROSITA-----

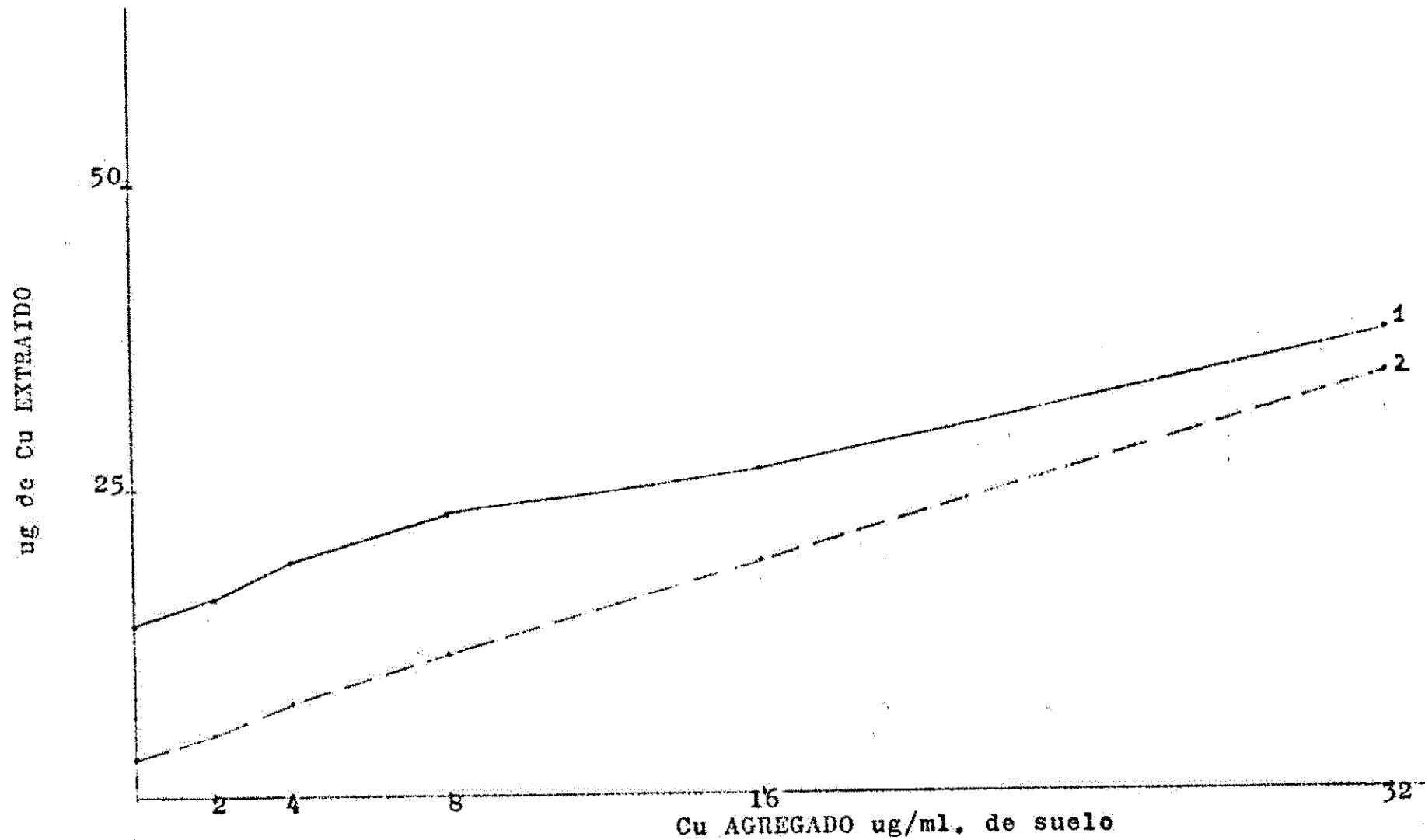


FIGURA 2. CURVAS DE SORCION PARA COBRE EN DOS SUELOS DEL ATLANTICO NORTE DE NICARAGUA.

1. SIUNA _____

2. ROSITA-----

me./100 ml.de K EXTRAIDO

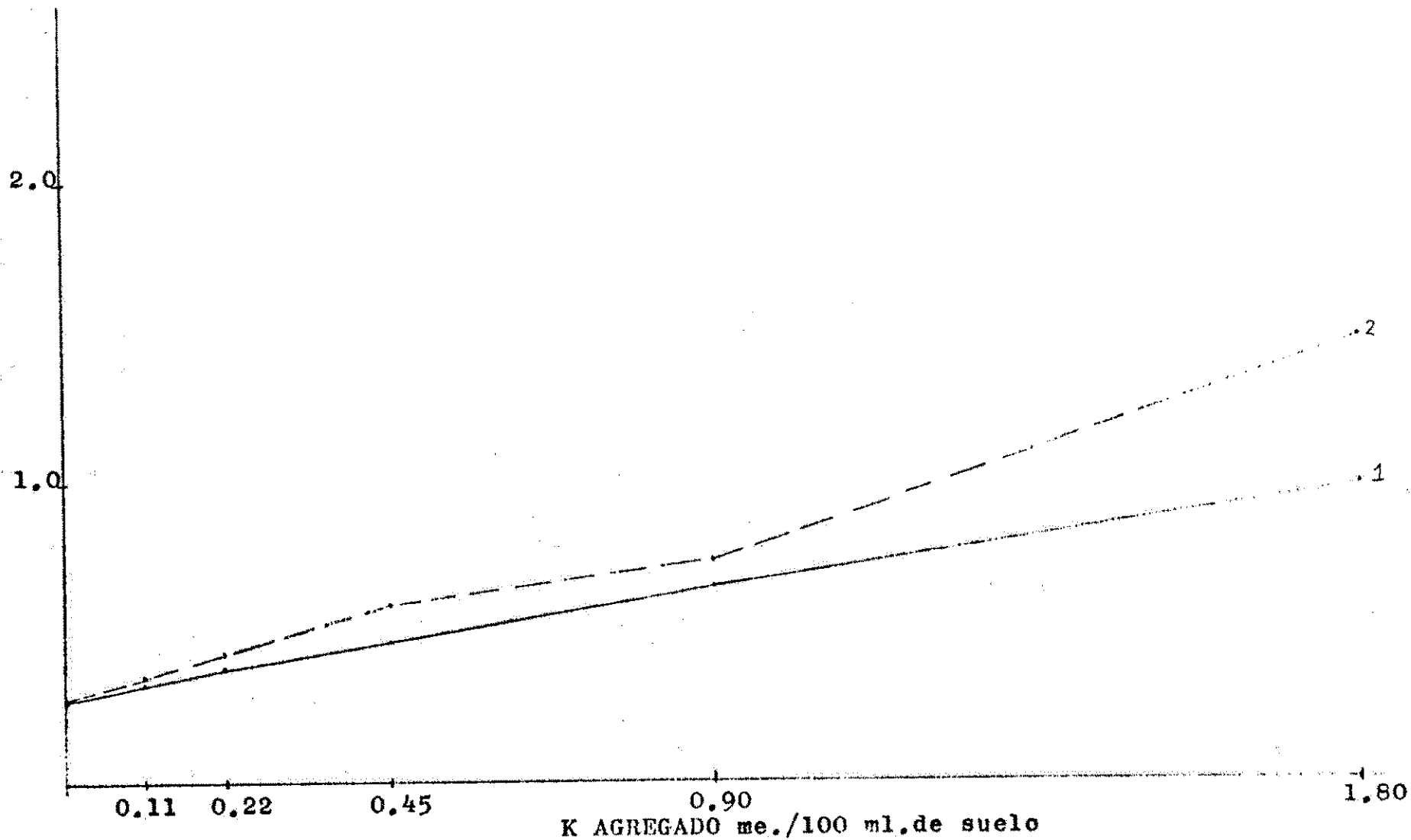


FIGURA 3. CURVAS DE SORCION PARA POTASIO EN DOS SUELOS DEL ATLANTICO NORTE DE NICARAGUA.

1.SIUNA _____

2.ROSITA _____

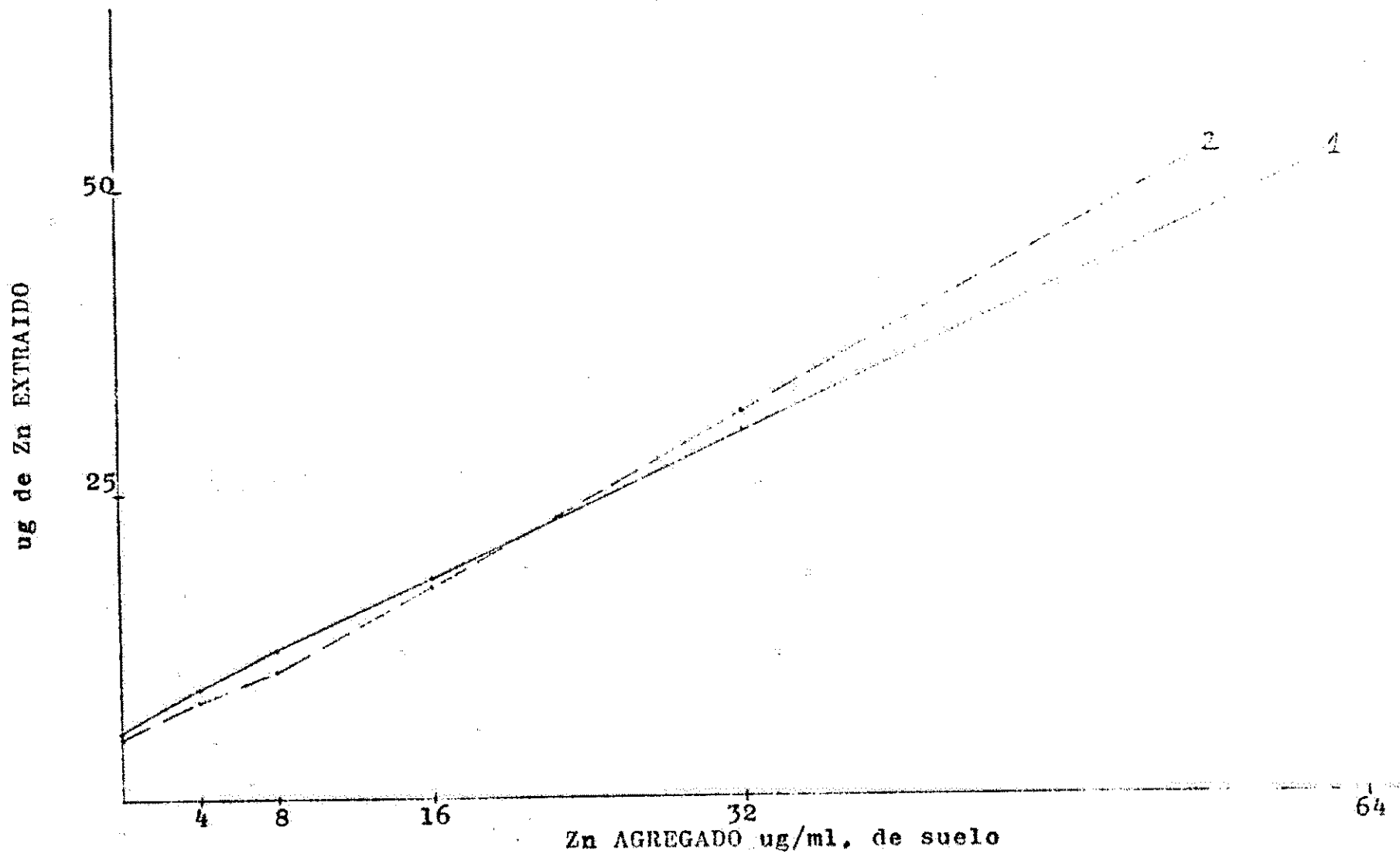


FIGURA 4. CURVAS DE SORCION PARA ZINC EN DOS SUELOS DEL ATLANTICO NORTE DE NICARAGUA.

1. SIUNA _____

2. ROSITA - - - - -

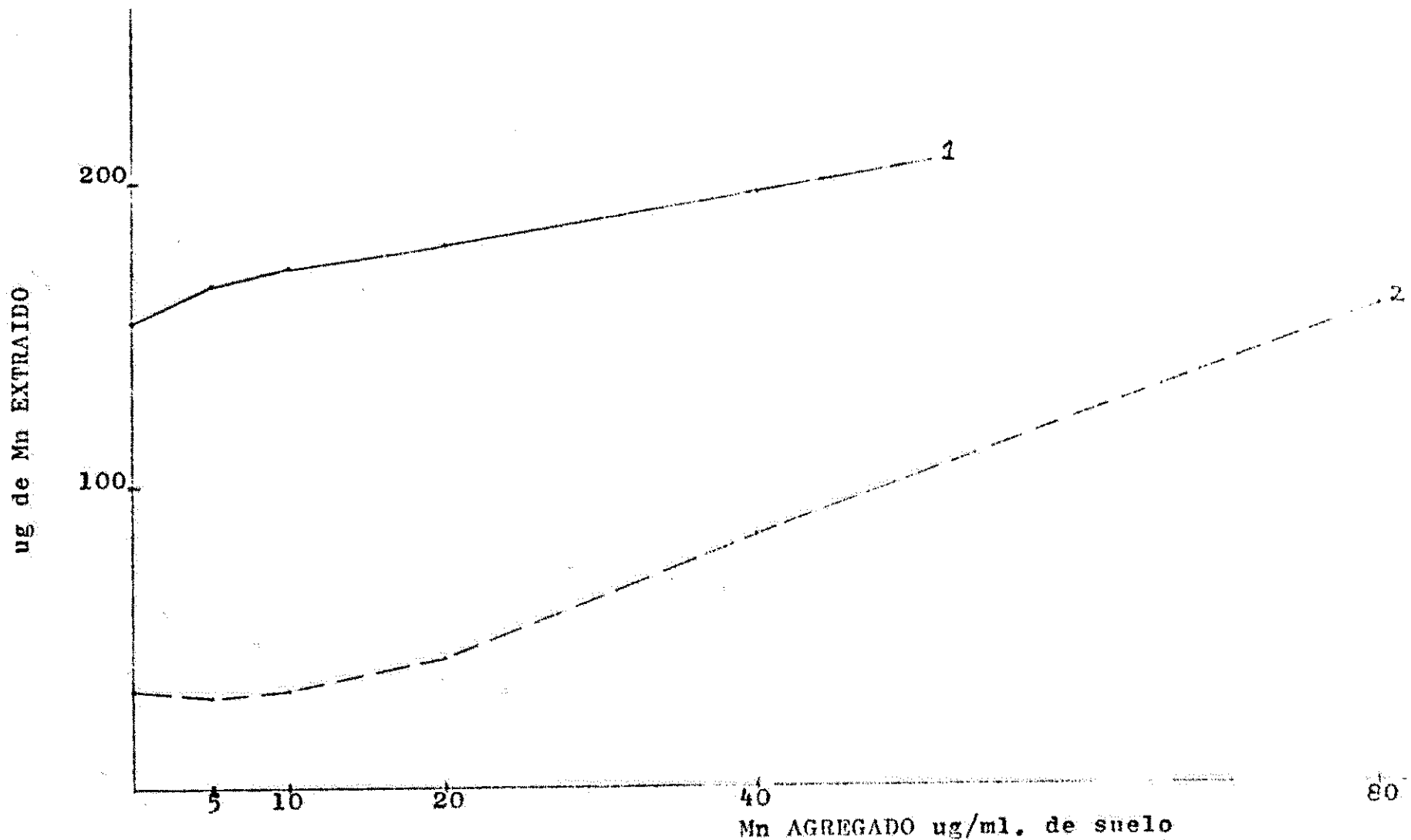


FIGURA 5. CURVAS DE SORCION PARA MANGANESO EN DOS SUELOS DEL ATLANTICO NORTE DE NICARAGUA.

1. SIUNA _____

2. ROSITA _____

CUADRO 7. ELEMENTOS Y CANTIDADES AGREGADAS A LOS TRATAMIENTOS OPTIMOS PARA LOS SUELOS DE SIUNA Y ROSITA. 1977.

Elementos agregados al óptimo.

IDENTIFICACION	ug/ml de suelo				me/100 ml de suelo
	N	P	Zn	Cal*	K
Siuna	50	124	4.0	---	0.79
Rosita	50	84	5.7	250	0.49

* Carbonato de calcio (CaCO₃).

CUADRO 8. RENDIMIENTOS ^{1/}OBTENIDOS EN ENSAYOS DE INVERNADERO
EXPRESADOS EN GRAMOS POR MACETA. MANAGUA, 1977.

		SUELO					
		SIUNA			ROSITA		
Tratamientos		REPETICIONES					
N ^o	Descripción	I	II	TOTAL	I	II	TOTAL
1	OPTINO	3.77	4.26	8.03	3.30	2.95	6.25
2	OPT+Ca	2.84	2.85	5.69	2.40	2.10	4.50
3	OPT+Mg	2.85	3.09	5.94	2.60	2.44	5.04
4	OPT-N	1.77	1.69	3.46	1.56	1.00	2.56
5	OPT-P	1.72	1.98	3.70	1.10	1.20	2.30
6	OPT-K	2.26	2.69	4.95	3.00	3.20	6.20
7	OPT+B	2.64	3.01	5.65	3.15	2.60	5.75
8	OPT+Cu	3.97	3.45	7.42	2.63	3.11	5.74
9	OPT+Fe	3.20	3.51	6.71	3.02	2.88	5.90
10	OPT+Mn	3.20	2.64	5.84	2.40	2.21	4.61
11	OPT+Mo	2.72	2.08	4.80	3.20	3.15	6.35
12	OPT+S	2.55	2.66	5.21	2.83	3.20	6.03
13	OPT-Zn	3.75	3.96	7.71	2.97	2.40	5.37
14	Testigo	1.37	1.80	3.17	1.03	0.97	2.00
15	OPT-Cal				3.47	3.21	6.68

^{1/}Materia Seca de Sorgo (Sorghum bicolor)

CUADRO 9. RENDIMIENTOS DEL SORGO EXPRESADO EN PORCENTAJE CON
RELACION AL TRATAMIENTO OPTIMO. MANAGUA, 1977.

Nº	Tratamientos Descripción	SUELO					
		SIUNA	SE	SP	ROSITA	SE	SP
1	OPTIMO	100			100		
2	OPT+Ca	71		0	72		0
3	OPT+Ng	74		0	81		
4	OPT-N	43	++	00	41		00
5	OPT-P	46	+	00	37	+	00
6	OPT-K	60		0	99		
7	OPT+B	70		0	92		
8	OPT+Cu	92			92		
9	OPT+Fe	83			94		
10	OPT+Mn	73		0	74		0
11	OPT+Mo	60		0	102		
12	OPT+S	65		0	96		
13	OPT-Zn	96			86		
14	Testigo	39	++	00	32	+	00
15	OPT-Ca1				107		

SE= Significancia estadística

SP= Significancia Porcentual

++ Altamente significativo al 0.01 de probabilidad de error

+ Altamente significativo al 0.05 de probabilidad de error

00 Toxicidad o deficiencia muy grave

0 Toxicidad o deficiencia grave

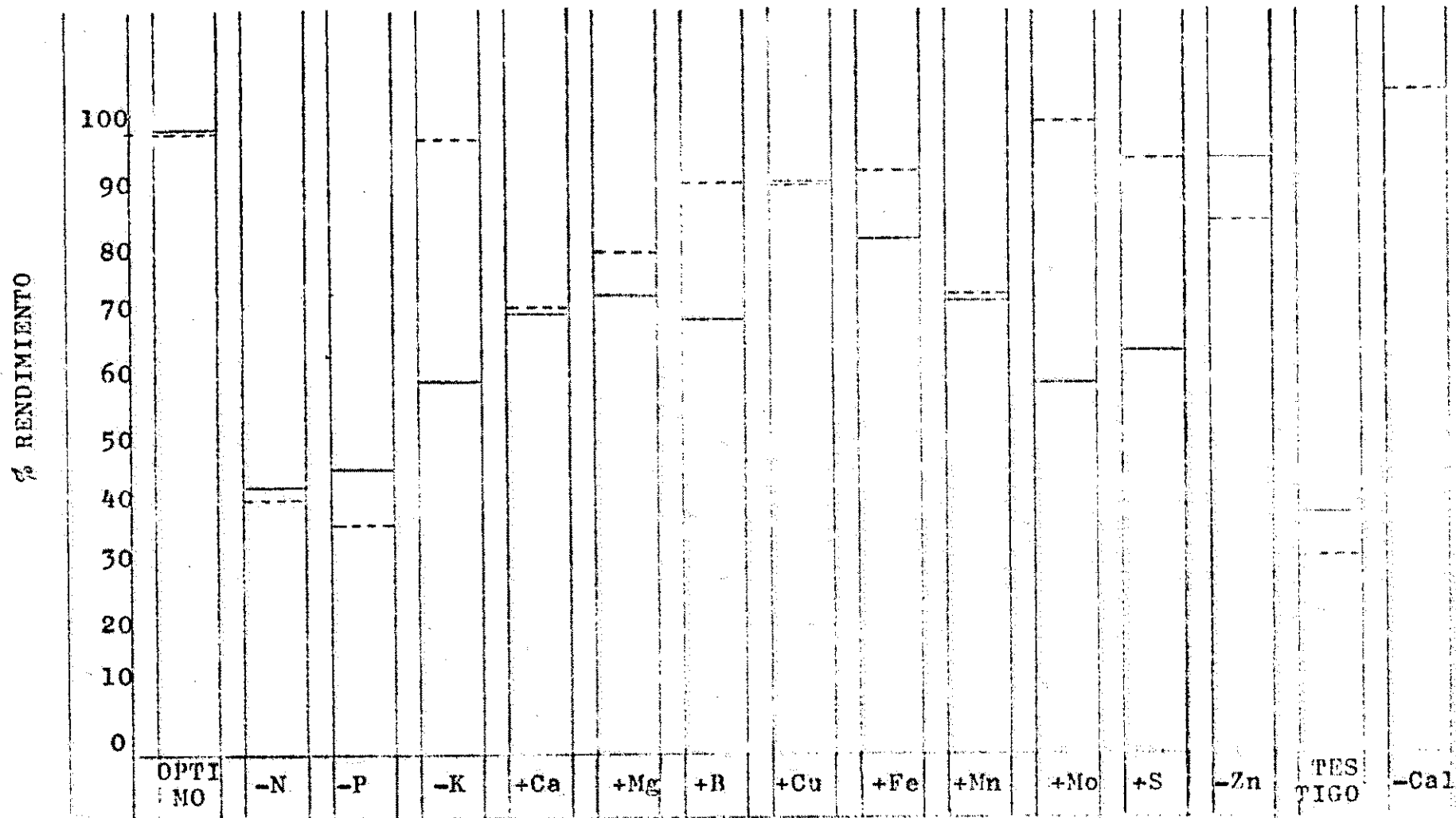


FIGURA 6. RENDIMIENTO EXPRESADO EN PORCENTAJE OBTENIDOS EN ENSAYOS DE INVERNADERO CON SUELOS DE SIUNA Y ROSITA.

SIUNA _____

ROSITA - - - - -

El análisis de varianza realizado se presenta en el cuadro 10.

La aplicación de calcio dió como resultado una baja del rendimiento del 29 y 28 por ciento en relación al testigo para los suelos de Siuna y Rosita respectivamente. Esta disminución de los rendimientos se debe a un desbalance de las proporciones de Ca, Mg y K causado por la aplicación de uno solo de estos nutrimentos, lo mismo sucede en el caso del Mg para el suelo de Siuna. En ambos casos, sin embargo las diferencias encontradas no resultaron estadísticamente significativas. Al respecto VILLACHICA (15) afirma que existen efectos antagónicos recíprocos entre K, Ca y Mg.

El no aplicar K resultó en una disminución del rendimiento de un 40 por ciento en el suelo siuna, no teniendo ningún efecto en el suelo Rosita; lo cual resulta explicable en base a la relación $100 \frac{K}{Ca+Mg+K}$ que arroja valores de 1.8 y 2.5 para Siuna y Rosita respectivamente. CARVAJAL (1) señala insuficiencia marcada de potasio cuando el valor de esta relación está por debajo de 2.1.

La no aplicación de N y P presentaron efectos negativos en los rendimientos en un rango de deficiencia muy grave para ambos nutrimentos en ambos suelos. Estudios reali

CUADRO 10. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LA APLICACION DE DIFERENTES NUTRIENTES EN EL RENDIMIENTO DEL SORGO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. MANAGUA, 1977.

Fuentes de Variación	GL		SC		CM		Fc			
	<u>1/</u>	<u>2/</u>	<u>1/</u>	<u>2/</u>	<u>1/</u>	<u>2/</u>	<u>1/</u>	<u>2/</u>		
Tratamientos	13	14	15.19	16.71	1.168	1.194	16.0	++	20.9	++
Error	14	15	1.02	0.86	0.073	0.057				
Total	27	29	16.21	17.57						

++ Altamente significativo al 0.01 de probabilidad de error.

1/ Siuna

2/ Rosita

zados por GUEDEZ (3) en Colombia y SCHENKEL (12) en Chile dieron similares resultados.

El análisis estadístico mostró diferencia significativa al 0.01 de probabilidad de error para el caso del N en el suelo de Siuna, no habiendo diferencias para Rosita. La falta de P presentó diferencias al 0.05 de probabilidad de error para ambos suelos.

Los rendimientos obtenidos con la aplicación de B, muestran toxicidad grave para el suelo de Siuna y ningún efecto en el de Rosita, posiblemente debido a un contenido alto en el suelo Siuna tal como lo muestra GUEDEZ (3) al expresar que un pequeño exceso de boro puede causar fitotoxicidad y que es muy difícil determinar el límite entre su deficiencia y su exceso.

El Cu y el Fe no tuvieron ningún efecto sobre el rendimiento al ser agregados a los dos suelos, a pesar de que este último se mostró muy alto en su contenido en ambos suelos.

La adición de Mn resultó en toxicidad grave en ambos suelos, a pesar de que en el suelo Rosita el contenido de este nutrimento por el suelo se mostró dentro del rango de no respuesta. Estos resultados son explicables en ba-

se a la solución extractora utilizada en estos análisis, la cual extrae poco Mn y resulta poco confiable para la interpretación de los resultados.

El suelo de Siuna mostró toxicidad grave para las plantas de sorgo al ser agregados Mo o S, no así en el suelo de Rosita donde no causaron ningún efecto. Aparentemente debido a que el contenido de estos nutrimentos en el suelo de Siuna eran altos.

La no adición de Zn al suelo no mostró ninguna diferencia con respecto al tratamiento óptimo con Zn, posiblemente debido a que ambos suelos presentaron un contenido ligeramente por encima del nivel considerado como crítico.

La neutralización de la acidez extraíble con Cal en el tratamiento óptimo del suelo Rosita resultó en ninguna diferencia en comparación con el tratamiento sin Cal. VILLACHICA (15) habla de suelos muy ácidos en el Perú, pero con poco contenido de acidez cambiante y donde no se encuentra respuesta en rendimiento ante las aplicaciones de cal.

En los tratamientos comprendidos del 7 al 13 no se detectó diferencias significativas al ser sometidos a la prueba de rangos estudentizados.

La comparación entre los rendimientos obtenidos de los tratamientos óptimos y el estado inicial del suelo (Testigo) presenta diferencias de 61 y 68 por ciento para Siuna y Rosita respectivamente, siendo estas diferencias significativas al 0.01 para Siuna y 0.05 en el caso de Rosita, lo que demuestra la baja fertilidad actual de ambos suelos.

También se realizó un análisis estadístico (Cuadro 11), para comparar el efecto de los nutrientes Ca, Mg y K (bases intercambiables) Vrs Mn, Cu, Fe y Zn.

El efecto de la aplicación de Ca, Mg y K comparado con el de Mn, Fe, Cu y Zn resultó en una diferencia significativa al 0.01 para el suelo de Siuna, no detectándose diferencia para Rosita debido, posiblemente, a la presencia de Ca en los tratamientos la que atenúa el efecto de los nutrimentos ácidos.

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LA APLICACION DE Ca, Mg y K Vrs Mn, Fe, Cu y Zn EN EL RENDIMIENTO DEL SORGO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. MANAGUA, 1977.

Totales	Ca	Mg	K	Mn	Fe	Cu	Zn	$\sum C_i X_i$	SC	F
SIUNA	5.69	5.94	4.95	5.84	6.71	7.42	7.71	-16.72	1.669	25.736++
ROSITA	4.50	5.04	6.20	4.61	5.90	5.74	5.37	- 1.90	0.0215	0.332N.S.
	4	4	4	-3	-3	-3	-3			

++ Altamente significativo al 0.01 de probabilidad de error.

N.S. No significativo al 0.05 de probabilidad de error.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De acuerdo al análisis de rutina de suelos, estos son ácidos, muy pobres en fósforo disponible, pobres en potasio intercambiable y zinc disponible y con una alta concentración de hierro. El manganeso aparece alto solo para el suelo Siuna.
2. La comprobación de los resultados de los análisis por medio de los ensayos en maceta arrojó como resultado la correlación existente entre el contenido de fósforo determinado en el análisis y la respuesta obtenida en el Invernadero. Para el caso del potasio esta correlación es válida únicamente en el suelo Siuna. El Zinc y el hierro no se comportaron de acuerdo a lo esperado al no tener ningún efecto significativo sobre los rendimientos. El manganeso presentó toxicidad grave en ambos suelos al ser agregado al tratamiento óptimo.
3. Se detectó deficiencia muy grave de nitrógeno en ambos suelos, aunque solo en el suelo Siuna fue estadísticamente significativa.
4. La aplicación de clacio en el invernadero produjo un

desbalance de nutrientes en ambos suelos, no así el magnesio que tuvo un efecto detrimento solo para el suelo Siuna.

5. La adición de boro, azufre y molibdeno en tratamientos separados mostraron efectos de toxicidad grave sobre las plantas cultivadas en el suelo Siuna, no mostrando ningún efecto sobre el suelo Rosita.
6. No se encontró ninguna respuesta a la aplicación de Cobre en ninguno de los suelos.
7. La neutralización de la acidez extraíble con la adición de cal en el suelo Rosita no causó ningún efecto en el rendimiento.
8. De acuerdo a los resultados obtenidos del invernadero el suelo Siuna requiere aplicaciones de Nitrógeno, fósforo y potasio, y el suelo Rosita Nitrógeno y fósforo únicamente.
9. De las conclusiones anteriores se desprende que el análisis rutinario de suelos nos da una idea aproximada de la fertilidad actual de los suelos, por lo que su comprobación con ensayos en macetas se hace necesaria.

10. Asi también la comprobación de estos resultados con ensayos de microparcels en los mismos sitios donde fueron extraídas las muestras se hace necesaria como una recomendación inmediata para avanzar en la evaluación de la fertilidad de estos suelos, bajo conciciones más naturales.

VII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Managua, durante los meses de Agosto a Noviembre del año 1977. Consistió en la evaluación del estado inicial de la fertilidad y la respuesta a la aplicación de cada uno de doce nutrimentos esenciales por separado en un suelo de Siuna y otro de Rosita, ambos del Departamento de Zelaya. Como planta indicadora se usó sorgo (Sorghum bicolor).

Para evaluar la respuesta a cada nutrimento en cada suelo se usó la escala porcentual propuesta por Hunter (4), además se efectuó un análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio, así como una prueba de rangos estudentizados para detectar diferencias significativas entre tratamientos.

En base al muestreo y al resultado de los análisis de suelos se determinaron los tratamientos para los ensayos de macetas. Obtenidos los resultados de rendimientos y analizados, mostraron una marcada deficiencia de nitrógeno y fósforo para ambos suelos y deficiencia leve de potasio en el suelo Siuna, lo que correlacionó con los resultados de los análisis de suelos.

VIII. LITERATURA CITADA

1. CARVAJAL, J.F. 1972. Cafeto, cultivo y fertilización Instituto Internacional de la Posta. Berna, Suiza. 141 p.
2. FASSBENDER, H.W. et al. 1968. Estudio del fósforo en suelos de América Central. II. Formas y su relación con las plantas. Turrialba 18(4). Costa Rica. 319-332 pp.
3. GUEDEZ, A.H. 1960. Respuesta relativa de la Soya y frijol a la aplicación de nutrimentos en un suelo de la Serie Valle bajo condiciones de invernadero. Acta agronómica 10 (3-4). Colombia 305-329 pp.
4. HUNTER, A. 1977. Técnicas de laboratorio e Invernadero para estudios de nutrimentos con miras a determinar las enmiendas de suelo requeridas para un óptimo crecimiento de las plantas. Catie, Costa Rica. 21 p.
5. INCER, J. 1970. Nueva Geografía de Nicaragua. BCN. Managua, Nicaragua. 580 p.

6. MARTINI, J.A. y A. PINCHINAT. 1967. Ensayos de abo-
namiento del frijol (Phaseolus Vulgaris L.) en
el invernadero con tres suelos de áreas frijole-
ras en Costa Rica. Turrialba 17(4). Costa Rica.
411-418 pp.
7. MARTINI, J.A. 1968. Guía para la investigación en el
abonamiento del frijol para el PCCMCA. IICA. Tu-
rrialba, Costa Rica. 28 p.
8. MARTINI, J.A. 1969. Caracterización del estado nu-
tricional de los principales latosoles de Costa
Rica, mediante la técnica del elemento faltante
en el invernadero. Turrialba, 19(3). Costa Ri-
ca. 394-408 pp.
9. MEDRANO, R.R. 1970. Estudio en invernadero de ferti-
lización del frijol (Phaseolus Vulgaris L.) en
cuatro suelos del Salvador. Tesis, Universidad
Nacional del Salvador. 48 p.
10. MORILLO, M.R. y H.W. FASSBENDER. 1968. Formas y dis-
ponibilidad de fosfatos de los suelos de la cuen-
ca baja del río Choluteca, Honduras. Turrialba
18(1) Costa Rica. 26-33 pp.

11. BALENCIA, J.A. et al. 1974. El programa de evaluación de la fertilidad del suelo en Guatemala. Manejo de suelos en la América Tropical. Ed. Bornemisze y Alvarado. Costa Rica. 467-479. pp.
12. SCHENKEL, G. 1971. Evaluación de la fertilidad de un suelo, mediante la producción de materia seca en ensayos de macetas. I. Representaciones gráficas usaca. Turrialba 21(3). Costa Rica. 253-262 pp.
13. SCHENKEL, G. et al. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. III. Cálculo de las líneas de fertilidad. Agricultura Técnica 31(2). Santiago, Chile. 106-114 pp.
14. TRIGOSC, R. y H. FASSBENDER. 1973. Efecto de aplicaciones de Ca+Mg, P, Mo y B sobre la producción y fijación de nitrógeno en cuatro leguminosas tropicales. Turrialba 23(2). Costa Rica. 172-180 pp.
15. VILLACHICA, H. y F. QUEVEDO. 1972. Efecto del encalado en el rendimiento y la concentración de

nutrimentos en el sorgo. Turrialba 22(1). Costa Rica. 11-18 pp.

16. VILLACHICA, H. y O. CABREJOS. 1974. Efecto de la cal, nitrógeno y manganeso en el rendimiento y la concentración de nutrimentos en el maíz. Turrialba 24(3). Costa Rica. 319-326 pp.
17. WEINBERGER, P. y H. WENZEL. 1973. El Molibdeno en suelos de cenizas volcánicas (Chile) y su influencia en el metabolismo del nitrógeno de plantas de cultivos, especialmente en leguminosas. Turrialba 23(2). Costa Rica. 129-164 pp.
18. INFORME DE ACTIVIDADES. 1976. División de Química, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 89 p.
19. ZONAS BIOFÍSICAS HOMÓGENEAS E INFRAESTRUCTURA VIAL DE NICARAGUA. 1977. Dirección de Planificación Sectorial Agropecuaria. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 174 p.
20. PROYECTO SIUMA-PRINZALOLCA. 1977. Catastro e Inventario de Recursos Naturales. Managua, Nicaragua. (Sin publicar).