

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE DOS SUELOS (*Typic Dystrandepts* Y
Typic Dystropepts), DEL CATBUL, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.

T E S I S

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

LUIS RICARDO YUP PEREZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

01
T (1604)
C. 4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DOCTOR JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Carlos Roberto Motta
VOCAL CUARTO	P. Agrícola Henry Estuardo España Morales
VOCAL QUINTO	Br. Mynor Joaquín Barrios Ochaeta
SECRETARIO a. l	Ing. Agr. Guillermo Méndez Beteta

Guatemala, noviembre de 1995

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

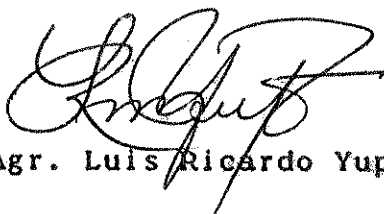
De conformidad con las normas establecidas por la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE DOS SUELOS (*Typic Dystrandeps* Y *Typic Dystropepts*), DEL CATBUL, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ".

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo.

Atentamente,



P. Agr. Luis Ricardo Yup Pérez

ACTO QUE DEDICO

- AL CREADOR
Todopoderoso que me ha iluminado el camino y permitido alcanzar una de las metas.
- A MIS PADRES
Alfonso Yup Yoc,
María Balbina Pérez Sas. Eterno agradecimiento a sus esfuerzos, sacrificios y desvelos.
- A MIS HERMANOS
Leticia, Antonia, Rosana, Carolina y Carlos. Por su apoyo y comprensión en el transcurso de estos años.
- A MI SOBRINA
Jennifer Roxana, esperanza de un gran futuro.
- A MI CUÑADO
José Adolfo López, con aprecio.
- A MIS ABUELOS
Calixto Yupe (Q.E.P.D)
Margarita Yoc (Q.E.P.D)
Natividad Sas (Q.E.P.D).
Homenaje a su memoria.
Alberto Pérez. Ejemplo digno de trabajo.
- A MIS TIOS
Como muestra de cariño y agradecimiento
- A MIS PRIMOS
Por el apoyo brindado.
- A MIS AMIGOS Y
COMPAÑEROS EN GENERAL
Como muestra de amistad y recuerdo a las experiencias compartidas.

TESIS QUE DEDICO

A: Guatemala, mi patria bella.

A: Universidad de San Carlos de Guatemala.

A: Facultad de Agronomía

A: Instituto Técnico de Agricultura

A: Mis amigos y compañeros de la promoción 85-87 del ITA, en especial a Carlos Montenegro (Q.E.P.D), al grupo de Sistemas de la Facultad de Agronomía "San Cristóbal Verapaz", y a todos los que compartimos el pan del saber en la Facultad de Agronomía.

AGRADECIMIENTO

A: Mis asesores Ing. Agr. Msc. José Jesús Chonay Pantzay e Ing. Agr. Ovidio Anibal Sacbajá Galindo, por sus valiosos aportes para la realización y culminación de este trabajo.

Ing. Agr. Msc. Alvaro Hernández, por su apoyo moral e intelectual otorgado en forma desinteresada.

Ing. Agr. Hugo Jordán, del Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta "Ing. Agr. Salvador Castillo" de la Subarea de Manejo y Uso del Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por la colaboración y apoyo en la realización de los análisis químicos de las muestras.

Mis tíos: Lucas, Ernesto y Alejandro Pérez, Salomé Yupe, por el apoyo brindado en el transcurso de los años.

La Reforestadora Industrial Sociedad Anónima, por brindarme la oportunidad de realizar en la empresa el Ejercicio Profesional Supervisado y por la confianza depositada en mis servicios profesionales, en especial a Ing. Gustavo Sinibaldi, Manuel del Valle Cano y Carlos Rosales.

A mis profesores y compañeros de trabajo de la Subarea de Protección de Plantas de la Facultad de Agronomía por los conocimientos y apoyo brindados

Y a todas aquellas personas que con su apoyo permitieron la realización y culminación de este trabajo.

	viii
5. OBJETIVOS	17
6. HIPOTESIS	17
7. METODOLOGIA	18
7.1. Muestreo de suelo	18
7.2. Análisis químico de los suelos	18
7.3. Pruebas de sorción	19
7.4. Prueba de invernadero y características de la planta indicadora	20
7.5. Selección de tratamientos	20
7.6. Variables de respuesta	22
7.7. Diseño experimental	22
7.8. Manejo del experimento	23
7.8.1 Fertilización	23
7.8.2 Siembra	23
7.8.3 Riego	23
7.8.4 Entresaque	23
7.8.5 Cosecha	23
7.8.6 Manejo de las muestras en laboratorio	24
7.9. Análisis de los resultados	24
8. RESULTADOS Y DISCUSION	25
8.1 Consociación La Playa I: <i>Typic Dystrandeps</i>	25
8.1.1 Rendimiento materia seca	26
8.1.2 Altura	28
8.1.3 Rendimiento relativo	28
8.2 Consociación Cacaotal: <i>Typic Dystropepts</i>	29
8.2.1 Rendimiento materia seca	29
8.2.2 Altura	31
8.2.3 Rendimiento relativo	31
9. CONCLUSIONES	33
10. RECOMENDACIONES	34
11. BIBLIOGRAFIA	35
12. APENDICES	38

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	Pág.
1	Ubicación del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá en el departamento de Suchitepéquez, Guatemala.	12
2	Ubicación de las consociaciones La Playa I y Cacaotal en el mapa base del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.	16
3	Curva para sorción de fósforo y cálculo de la concentración a aplicar en el tratamiento óptimo, para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, CATBUL, 1994	42
4	Curva para sorción de potasio y cálculo de la concentración a aplicar en el tratamiento óptimo, para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, CATBUL, 1994	43
5	Curva para sorción de cobre y cálculo de la concentración a aplicar en el tratamiento óptimo, para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, CATBUL, 1994	44
6	Curva para sorción de manganeso y cálculo de la concentración a aplicar en el tratamiento óptimo, para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, CATBUL, 1994	45
7	Curva para sorción de cinc y cálculo de la concentración a aplicar en el tratamiento óptimo, para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, CATBUL, 1994	46

INDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	Pág.
1	Leyenda edafológica del levantamiento de suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1987.	15
2	Análisis físico químico efectuado al suelo de la Consociación La Playa I (<i>Typic Dystrandeps</i>) del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1993.	19
3	Análisis físico químico efectuado al suelo de la Consociación Cacaotal (<i>Typic Dystropepts</i>) del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1993.	19
4	Cantidad y fuentes de nutrientes aplicados a los suelos evaluados en el ensayo de fertilidad. Datos de acuerdo al análisis de sorción.	21
5	Tratamientos para la evaluación de dos suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá	22
6	Valores de F y probabilidad de F obtenidos en el análisis de varianza para el rendimiento en materia seca y alturas de sorgo (<i>Sorghum sudangrass</i>) en el suelo <i>Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica</i>	25
7	Comparación múltiple de medias para el rendimiento en materia seca, altura y rendimiento relativo de sorgo (<i>Sorghum sudangrass</i>) en el suelo <i>Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica</i>	26

- 8 Valores de F y probabilidad de F obtenidos en el análisis de varianza para el rendimiento en materia seca y alturas de sorgo *Sorghum sudangrass*, en el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica* 29
- 9 Comparación múltiple de medias para el rendimiento en materia seca, altura y rendimiento relativo de sorgo (*Sorghum sudangrass*) en el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica* 30

INDICE CUADROS ANEXOS

CUADRO	CONTENIDO	Pág.
1A	Métodos utilizados en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta de la Facultad de Agronomía, en el análisis químico de rutina y pruebas de sorción para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal. 1993-1994	39
2A	Rendimiento de biomasa expresada gramos de materia seca de sorgo (<i>Sorghum sudangrass</i>), en la consociación La Playa I <i>Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica</i> . Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. 1994.	39
3A	Altura promedio de sorgo (<i>Sorghum sudangrass</i>), en la consociación La Playa I <i>Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica</i> . Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. 1994.	39
4A	Rendimiento en materia seca de la planta indicadora <i>Sorghum sudangrass</i> , obtenidos en el ensayo de la técnica del elemento faltante en el suelo <i>Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica</i> . Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. 1994.	40
5A	Altura promedio de la planta indicadora <i>Sorghum sudangrass</i> , obtenida en los diferentes tratamientos del ensayo con la técnica del elemento faltante en el suelo <i>Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica</i> . Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. 1994.	40
6A	Programa utilizado para análisis de los datos de materia seca para la consociación La Playa I y Cacaotal.	41
7A	Programa utilizado para análisis de los datos de altura para la consociación La Playa I y Cacaotal.	41

EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE DOS SUELOS (*Typic Dystrandeps* Y *Typic Dystropepts*), DEL CATBUL, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.

FERTILITY EVALUATION OF TWO SOILS (*Typic Dystrandeps* AND *Typic Dystropepts*) FROM CATBUL, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.

RESUMEN

Se realizó la evaluación de dos subgrupos de suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL): *Typic Dystrandeps* y *Typic Dystropepts*, con el propósito de conocer el estado nutricional natural de éstos, mediante la técnica del elemento faltante en invernadero y el uso de sorgo (*Sorghum sudangrass*) como planta indicadora. Se analizó como variable de respuesta la materia seca expresada en rendimiento relativo.

El trabajo se realizó en cuatro fases: la primera de campo, en la cual se colectaron las muestras de suelo; la segunda de laboratorio donde se realizaron los análisis del suelo, la tercera, de invernadero para obtener los datos de biomasa expresada en materia fresca y altura; la cuarta de gabinete para realizar los análisis de las variables medidas en la planta indicadora.

En invernadero, se utilizó un diseño experimental Completamente al Azar con catorce tratamientos y tres repeticiones, las variables analizadas fueron: biomasa en materia seca y altura de la planta a las cuatro semanas de germinada. Se determinó que en el suelo *Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica* es limitante el fósforo, debido a que tiene una probabilidad de respuesta del 75.38% a su aplicación; para el nitrógeno, el potasio, molibdeno, hierro, boro, cinc, azufre, manganeso, cobre, calcio y magnesio no se encontró respuesta. Para el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica*, también es limitante el fósforo debido a que tiene una probabilidad de respuesta del 84.51% a su aplicación; para el

nitrógeno, cinc, cobre, hierro, molibdeno, boro, azufre, nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, no existió respuesta. Se concluyó que en ambos suelos el nutriente limitante es el fósforo. Se sugiere continuar la investigación a nivel de campo y evaluar niveles, fuentes y métodos de aplicación del fósforo, debido a la presencia de arcillas alófanas.

2 . INTRODUCCION

Guatemala tiene una gran variedad de suelos debido a la diversidad de factores formadores, en especial el efecto del clima sobre el material parental, los cuales deben ser conocidos en sus propiedades naturales para darles un manejo de acuerdo a sus características físicas y químicas. Debido a que el suelo es el sustrato natural de todo tipo de cubierta vegetal y como tal, sirve para anclaje del sistema radicular y provee nutrientes para su crecimiento, es necesario el conocimiento del estado nutricional del suelo por ser parte fundamental para un desarrollo sostenible.

Existen varios métodos para evaluar la fertilidad del suelo, los más difundidos están basados en: análisis químico del suelo, análisis químico de plantas y ensayos biológicos en condiciones de invernadero y áreas de cultivo. Entre los ensayos biológicos, se encuentra la técnica del elemento faltante, la cual se basa en el principio de la Ley de Mínimo propuesto por Justus von Liebig en 1840. Esta fue una de las primeras pruebas biológicas empleadas para el diagnóstico de la fertilidad de los suelos, utilizando a las plantas mismas. En ella se aplican todos los nutrientes esenciales menos uno, para evaluar la respuesta en rendimiento relativo de biomasa en la planta indicadora. (10, 19, 21)

La investigación se realizó con el fin de generar y enriquecer la información existente del recurso suelo del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá -CATBUL-, que sirva de base en el uso y manejo de fertilizantes para la producción e investigación de los cultivos en éstas áreas. El objetivo del estudio fue conocer el estado nutricional de los suelos, mediante la determinación de los nutrientes que limitan el rendimiento de la biomasa de las plantas en dos subgrupos de suelos del CATBUL: Typic Dystrandeps y Typic Dystropepts, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Para ello se empleó la técnica del elemento faltante bajo condiciones de invernadero, utilizando la planta de sorgo (*Sorghum sudangrass*) como indicadora, por ser una planta sensitiva a la mayoría de las deficiencias y tener crecimiento rápido.

3. DEFINICION DEL PROBLEMA

El área del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), según la política de la Facultad de Agronomía (23), ha sido destinada al desarrollo de programas de investigación en cultivos tropicales. Sin embargo la falta de estudios agronómicos y de los recursos naturales básicos, dificultan el manejo adecuado y la planificación con fines de producción y ubicación objetiva de los ensayos de investigación en las áreas del CATBUL. En 1980, se inició un programa de investigación sistematizado para generar información sobre el recurso suelo, se realizaron las clasificaciones taxonómica y por capacidad de uso de los suelos del centro, asimismo, se han desarrollado evaluaciones del efecto de la fertilización en algunos cultivos como caña de azúcar y cacao.

A pesar de las evaluaciones realizadas sobre el efecto de los fertilizantes, no existe información muy detallada sobre la fertilidad natural que poseen los suelos del CATBUL, la cual permita establecer programas de fertilización acorde a las condiciones propias del recurso y a los cultivos establecidos en él, de la misma forma para la ubicación de los futuros trabajos de investigación en la finca.

Los estudios realizados sirvieron de base para el planteamiento de la presente investigación, la cual permitió generar y enriquecer la información a nivel detallada sobre la fertilidad natural del suelo, con el fin de mejorar el manejo de este recurso en el CATBUL. La investigación: Evaluación de la fertilidad de dos suelos (*Typic Dystrandeps* y *Typic Dystropepts*), del CATBUL, San Miguel Panán, Suchitepéquez, se realizó durante los meses de junio de 1994 a julio de 1995.

4. MARCO TEORICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL:

El propósito de la evaluación de la fertilidad del suelo es el de proveer una guía sobre la contribución que se espera obtener de un nutriente del suelo y predecir la probabilidad de respuesta sobre el rendimiento mediante la adición de fertilizantes específicos y de enmiendas. (15,21,22)

4.1.1. Sistemas de evaluación de la fertilidad de los suelos:

Existen varios sistemas de evaluación de un suelo, los cuales se basan en el análisis de suelo, análisis de planta, técnica de elemento faltante y/o pruebas de campo. Los estudios detallados sobre la evaluación del suelo se realizan basados en los resultados de todos éstos. A continuación se describen los métodos.

4.1.1.1. Análisis de suelo:

Según el Proyecto Internacional de Evaluación y Mejoramiento de la Fertilidad del Suelo (ISFBIP), 1974, mencionado por Sánchez (19), el programa de evaluación de la fertilidad y mejoramiento del suelo es específico en el uso de información para un área específica en la que se consideran factores que afectarán el rendimiento, la capacidad de los agricultores y la disponibilidad de capital.

Según Hunter y Pitts (11, 1969), mencionado por Sánchez (20), este programa tiene seis etapas interrelacionadas: 1) Muestreo; 2) análisis de laboratorio; 3) correlación entre análisis y respuestas de rendimiento; 4) interpretación y recomendaciones; 5) poner la información en uso; 6) investigación. A este respecto, solamente se detallará el punto concerniente al muestreo debido a la importancia del mismo.

A. Muestreo del Suelo:

Para obtener información válida, la muestra debe ser representativa del suelo y es a la vez, el primer paso y la mayor fuente de error. La muestra representativa de suelo se debe componer de 10 a 20 submuestras de 0 a 30 cm de un campo con poca variación en declive, drenaje, color, o historia en cuanto a manejo en el pasado (19), o pueden tomarse de 16 a 25 submuestras por muestra compuesta para cometer un error no mayor del 33%, extrayendo una muestra compuesta por cada 7 a 10 hectáreas (21).

También la cantidad de submuestras va a depender del elemento que va a ser cuantificado. La profundidad de la muestra depende del objetivo del análisis, para fines de fertilidad se realiza de 0 a 30 cm, es decir, donde se realizan las enmiendas a los suelos. (19,22).

4.1.1.2. Análisis de planta:

Según Tisdale (22), se han empleado dos tipos generales de análisis de plantas, uno es la prueba de los tejidos frescos en el campo y el otro es el análisis total realizado en el laboratorio con técnicas analíticas precisas. Los análisis de las plantas se basan en la premisa de que la cantidad de un elemento dado en una planta es una indicación del suministro de este nutriente, y por tanto se relaciona directamente con la cantidad presente en el suelo.

A. Pruebas de tejidos:

En estas pruebas la savia procedente de las células rotas es analizado para el nitrógeno, el fósforo y el potasio, también se utilizan para otros elementos como el magnesio y el manganeso (22). Existen algunas limitantes en el caso del análisis de tejidos frescos en el campo y es que a pesar que la concentración de los nutrientes en el tejido celular es generalmente una buena indicación del grado presente en la planta *en el momento de la*

prueba, cuando una deficiencia de un elemento limita el crecimiento, otros elementos se pueden acumular en la célula y presentar niveles altos, sin tener en cuenta el suministro (21). Por ejemplo, si el maíz carece de nitrato, la prueba de fósforo puede ser alta, sin embargo, ello no indica que si se suministrase el nitrógeno adecuado al maíz la cantidad de fósforo fuese adecuado. Otro factor que en algunos casos se considera limitante es el buen conocimiento de la fisiología de la planta con la cual se está trabajando, así como la parte de la misma que debe tomarse para la prueba en función del tiempo (22). Los resultados para estas pruebas se expresan en niveles: muy bajo, bajo, mediano o alto.

B. Análisis total:

El análisis total se realiza sobre toda la planta o sobre diversas partes de la misma. Se emplean técnicas analíticas para medir los diversos elementos después que el material vegetal se ha secado, triturado e incinerado. Con éstos métodos cuantitativos se pueden detectar muchas más diferencias pequeñas que con las pruebas de tejidos frescos, incluyéndose los nutrientes asimilados y los no asimilados. Con el análisis total se pueden determinar muchos elementos, como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, manganeso, cinc, boro, cobre, hierro, molibdeno, cobalto, sílice y aluminio. Como en las pruebas de tejidos, la parte de la planta seleccionada es de primordial importancia, el material preferible es aquel que haya madurado recientemente (21).

4.1.1.3. Técnica del elemento faltante con ensayos en invernadero y ensayos en campo con microparcels:

Según Sánchez (19), la técnica del elemento faltante ha sido utilizada en forma rutinaria por los investigadores del IRAT en Africa de habla francesa. La primera etapa del proceso de evaluación consiste de pruebas de macetas en el invernadero en

las que se usan cereales como plantas indicadoras y en el campo con "microparcelas" de maíz, con menos de 1 m² de superficie.

La técnica es muy importante y se basa en la identificación de deficiencias de elementos nutritivos, en un suelo en el que se agrega una fuente fertilizante completa y una serie de tratamientos en los cuales se deja de agregar uno de los nutrientes provistos en la forma completa, las plantas se cosechan antes de su madurez, para evaluar el rendimiento relativo. (19,25)

Según Chaminade (1972), mencionado por Sánchez (19), los experimentos en macetas con la técnica del elemento faltante dan tres tipos de información: 1) cuáles son los elementos deficientes; 2) la importancia relativa de las deficiencias; y 3) la tasa a que se agota la fertilidad con los cortes sucesivos cuando se usa un pasto como planta indicadora. Los investigadores del IRAT consideran que las deficiencias son serias cuando la producción de materia seca baja al 40% o menos del tratamiento completo.

Los experimentos en macetas son seguidos por ensayos de campo con los elementos faltantes apropiados y sirven de base para las recomendaciones sobre fertilizantes. Además Sánchez (19), indica que el procedimiento francés pone énfasis en los reconocimientos de suelos para seleccionar aquellos con que se va a trabajar.

Los experimentos para determinar las dosis se complementan con investigación sobre sistemas de rotación, efectos residuales de la fertilización, y las cantidades necesarias para mantener el nivel adecuado de fertilidad, la absorción de nutrientes sirve de base para las aplicaciones de mantenimiento.

Las técnicas del elemento faltante tienen las siguientes desventajas: sólo se obtienen datos a principio del crecimiento de las plantas, las deficiencias nutritivas pueden resultar

exageradas por el poco volumen de suelo, y por el esfuerzo que se requiere excluye su uso para un gran número de suelos en los campos de los agricultores. (19)

4.1.1.4 Estudios de sorción:

Según Díaz-Romeu (10), estos estudios de sorción se llevan a cabo añadiendo a submuestras del suelo, una solución con distintas cantidades de elementos. La cantidad de solución agregada es suficiente para saturar completamente la muestra de suelo y dejar un ligero exceso cubriéndola. Esto producirá una condición anaeróbica en la muestra durante algunos días. El recipiente que contiene la muestra se deja destapado hasta que se seque, lo que usualmente toma alrededor de cuatro días. Este sistema permite que los elementos reaccionen con el suelo bajo una condición de humedad hasta la sequedad, lo que reduce en un corto período de tiempo las reacciones que se llevan a cabo cuando esto sucede a nivel de campo. (10,13,25)

Estos estudios son necesarios para definir los tratamientos en un ensayo de invernadero, mediante la técnica del elemento faltante.

4.1.2. El rendimiento, los límites de la respuesta del rendimiento y el rendimiento relativo:

La distinción entre rendimiento, la respuesta del rendimiento y el rendimiento relativo representa un obstáculo para el entendimiento del objetivo y evaluación de la fertilidad de los suelos. (21,22)

El concepto sobre el aumento del rendimiento como función de la adición de fertilizantes parece muy simple, pero frecuentemente se encuentran dificultades cuando se trata de diferenciar los límites de una respuesta debida a un sólo nutriente de la que se debe a una mezcla de nutrientes. (15)

4.2 MARCO REFERENCIAL:

4.2.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYA -CATBUL-:

4.2.1.1 LOCALIZACION:

La finca Bulbuxyá, esta ubicada en el municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez; tiene un extensión de 89.5253 ha. (4), colinda al norte con las fincas Guadiela y Ponderosa, al sur con la finca Versailles, al este se encuentra la finca Trinidad y al oeste el río Nahualate y Cantón Barrios I y II, figuras 1 y 2.(4)

4.2.1.2 UBICACION GEOGRAFICA:

El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, está ubicada en las coordenadas $14^{\circ}29'39''$ de latitud norte y $91^{\circ}22'0''$ longitud este. figura 1 (8,4).

4.2.1.3 GEOLOGIA:

Según el mapa geológico de Guatemala a escala 1:250,000 (8); el material parental de los suelos son aluviones Cuaternarios (Qa); que han sido formados a lo largo del litoral del Pacífico por los productos de erosión de las tierras altas volcánicas, arenas gravas, pómez y depósitos laháricos de espesor desconocido, (8). Debido al gran volumen de detritas en abanicos fluviales coalescentes, y quizás a un posible hundimiento, el drenaje es deficiente, (8); en estas zonas a lo largo de las playas fluviales se han encontrado arenas negras ricas en magnetita. (4,8)

4.2.1.4 FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA:

De acuerdo al mapa Provincias Fisiográficas de la República de Guatemala, (8), el área está comprendida dentro de la provincia fisiográfica Llanuras Costeras del Pacífico, comprendiendo el material

aluvial cuaternario que cubre los estratos de la Plataforma Continental, (6). Los ríos que corren desde el altiplano volcánico, al cambiar de pendiente han depositado grandes cantidades de materiales que han formado la planicie de poca ondulación, cuenta con mal drenaje, se encuentran áreas sujetas a inundaciones particularmente al oeste (conformada por terrazas aluviales recientes y subrecientes formadas por el río Nahualate), en la parte sur y este son zonas colinares que conforman parte del pie de monte de las montañas adyacentes. (4).

4.2.1.5 ZONA DE VIDA:

Según de la Cruz, (1,9), con el sistema propuesto por Holdridge, el área experimental se encuentra en la zona de vida Bosque Subtropical Húmedo. (1).

4.2.1.6 HIPSOMETRIA:

De acuerdo a Flores (4), la finca tiene un relieve muy variado, la parte más alta se encuentra a 325 msnm y la parte más baja a 240 msnm.

4.2.1.7 CLIMATOLOGIA e HIDROLOGIA:

Según el INSIVUMEH, (7), el área tiene una precipitación de 4,000 mm. de lluvia anuales, distribuida en 140 días al año, una temperatura media anual de 25 grados centígrados. Según Thornthwaite, el clima del área es cálido con invierno benigno, muy húmedo sin estación seca bien definida. Según Flores (4), la principal fuente de agua con que cuenta la finca Bulbuxyá es el río Nahualate, con sus afluentes: río Bujiyá, los Trozos y quebradas de menor importancia, estos ríos se encuentran recargados hacia la parte sur y occidente de la finca.

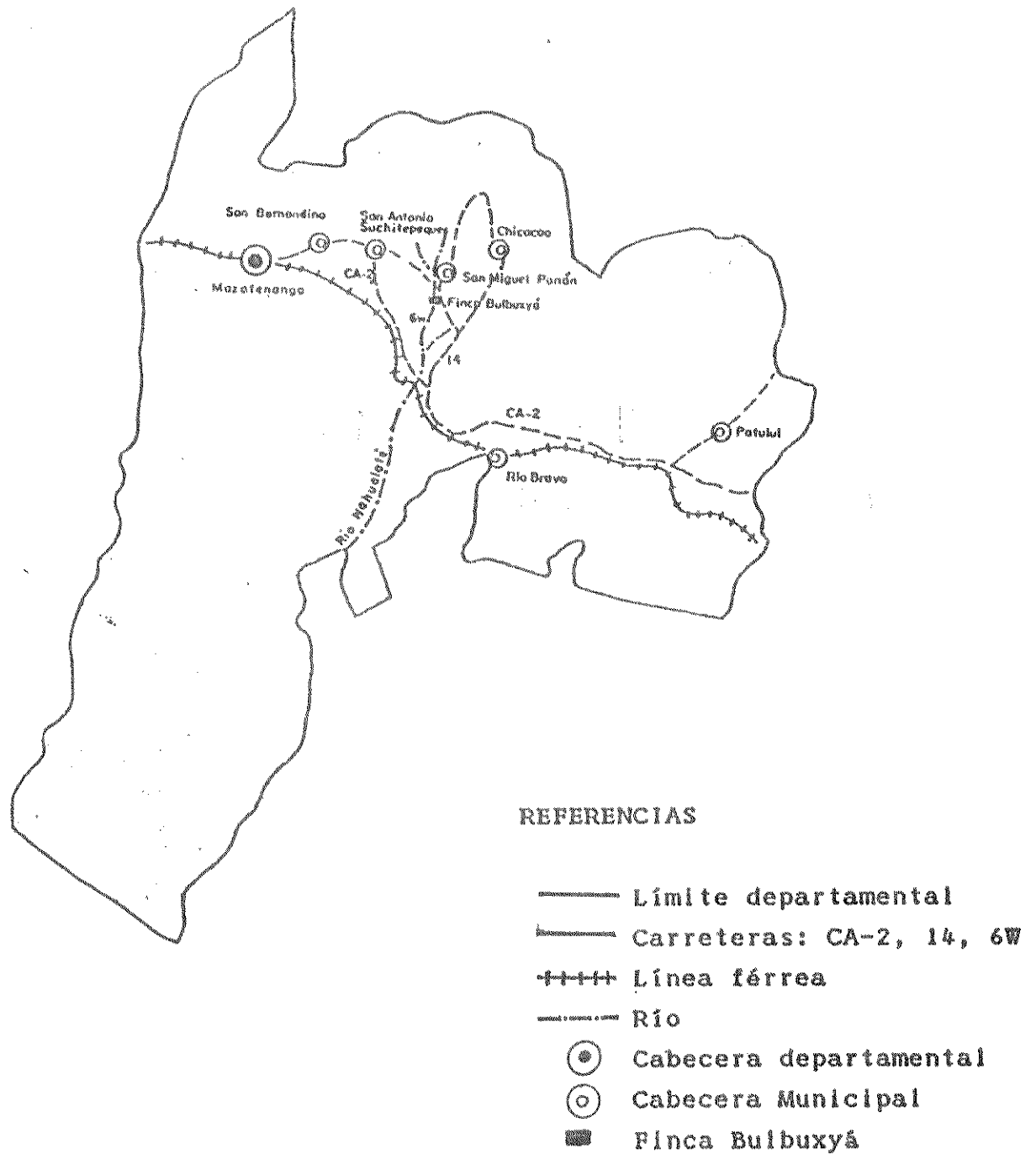


FIGURA 1 Ubicación del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá en el departamento de Suchitepéquez, Guatemala.

4.2.1.8 SUELOS:

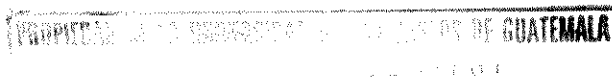
Según Simmons et al, (20), la finca Bulbuxyá se encuentra comprendida dentro de la división fisiográfica que corresponde a los suelos de Declive del Pacífico, que se extiende desde el pie de monte de las montañas volcánicas, hasta la orilla del litoral; las series que pueden encontrarse son: Panán y Cutzán. Son suelos desarrollados sobre material fluvio y volcánico reciente a elevaciones medianas; el área está formada por abanicos fluviales traslapados de material arrojado por los volcanes en época relativamente reciente. Los suelos son jóvenes y profundos. (20). Según Rodas y Tobias (17), los suelos de la finca pertenecen a los órdenes Entisol e Inceptisol, de acuerdo a la Clasificación Taxonómica del USDA.

4.3 Descripción de las consociaciones evaluadas:

4.3.1 UNIDAD LA PLAYA I:

Según Rodas y Tobias (17), esta unidad ocupa una extensión de 4.072 has. y representa el 4.55% del área total estudiada (cuadro 1 y figura 2). Está constituida por niveles antiguos del Río Nahualate; el material originario contiene aluviones cuaternarios especialmente de ceniza volcánica, y por el contenido pedológico lo han clasificado dentro de la consociación Typic Dystrandeps. A la vez estos autores indican que los suelos son de mediano potencial de fertilidad, en algunas partes se presentan niveles freáticos altos principalmente en época lluviosa, pero el agua tiene circulación interna; hacia el Sur de la unidad existen algunos afloramientos rocosos lo que dificulta su mecanización, por su capacidad de uso, lo han incluido en la clase IIId, lo cual implica que son partes que pueden ser usadas para cultivos anuales, pastos o cultivos perennes.(17)

4.3.2 UNIDAD CACAOTAL:



Según Rodas y Tobias (17), esta unidad ocupa una extensión de 5.942 has. lo que representa el 6.64% del área total estudiada (cuadro 1 y

figura 2), fisiográficamente constituye un pie de monte de la zona de colinas. Los suelos desarrollados son medianamente evolucionados, taxonómicamente estos autores lo han clasificado en la consociación Typic Dystropepts. También indican estos son suelos de mediano potencial de fertilidad, profundos. El relieve es ligeramente inclinado, por lo que el peligro de erosión es moderado; el contenido de arcilla es alto, lo que los hace poco permeables y pesados en época lluviosa, además de que tienen alta capacidad de retención de humedad; por su capacidad de uso a estos suelos se les ha incluido en la clase II₂, lo cual implica que pueden ser usados para cultivos anuales, semi-perennes o perennes.

4.4 OTRAS INVESTIGACIONES REALIZADAS EN EL CATBUL SOBRE SUELOS:

En 1981 Flores Auceda, realizó el estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá. (4)

En 1983 Más López, en un suelo clasificado por Flores Auceda dentro de los suelos Fluventics Eutropepts, evaluó el efecto de cuatro niveles de N, P, K y dos épocas de aplicación sobre el rendimiento de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en la finca Bulbuxyá, bajo condiciones de un suelo con pH 6.9 y alta disponibilidad de fósforo, potasio, calcio y magnesio. (14)

En 1987 Rodas y Tobías, realizaron el levantamiento detallado de suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, en el cual se presenta la descripción de las unidades taxonómicas de suelos a nivel de familia, las clasificaciones por capacidad de uso de la tierra y capacidad de fertilidad de los suelos. (17)

Cuadro 1 Leyenda edafológica del levantamiento de suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxá -CATBUL-. 1987.

Unidad de Mapeo	Símbolo	Clasificación Taxonómica	Capacidad de Uso	Area (ha)	Area (%)
Consociación La Playa I **	A11	Typic Dystrandents Cenizosa Isohipertérmica	IIId	4.075	4.55
Consociación Platanar de Vega	A12	Typic Ustipsaments Mixta Isohipertérmica	IIIsd	2.001	2.24
Consociación La Playa II	A13	Typic Ustipsaments Mixta Isohipertérmica	IIIs	3.031	3.38
Consociación Milagro II	A14	Typic Dystrandents Cenizosa Isohipertérmica	IIIs	12.067	13.48
Consociación Retazo I	A15	Typic Ustropepts Fr. gruesa mixta Isohipertérmica	IIIs	2.668	2.98
Consociación Retazo II	A16	Typic Ustipsaments mixta Isohipertérmica	IIIs	1.832	2.05
Consociación Potrero I	A17	Typic Ustipsaments Fr. gruesa mixta Isohipertérmica	IVs	2.571	2.87
Consociación Potrero II	A18	Typic Ustipsaments esquelética arenosa silicea Isohipertérmica	Vs	8.886	9.88
Consociación Chaguette	A19	Typic Tropoquents esquelética Fr. mixta Isohipertérmica	IIIsd	2.937	2.72
Cauce Actual	A10	Litlic Ustipsaments	VIIIs	3.299	3.69
Consociación El Campo I	B11	Typic Tropoquents Fr. gruesa mixta Isohipertérmica	IIIsd	2.158	2.41
Consociación El Campo II	B12	Pluventic Dystropepts Fr. fina mixta Isohipertérmica	IIIs	2.74	3.06
Consociación La Isla	B13	Typic Tropofluvents Fr. gruesa mixta Isohipertérmica	IISe	1.83	1.60
Consociación Buñías	B14	Typic Dystropepts Arcillosa fina mixta Isohipertérmica	IIIs	1.88	2.1
Consociación Cacotal **	B21	Typic Dystropepts Arcillosa fina mixta Isohipertérmica	IISe	5.942	6.64
Consociación Versalles	B22	Ustic Dystropepts Fr. gruesa mixta Isohipertérmica	IISe	2.631	2.94
Consociación Ceiba San Pedro	B23	Typic Dystropepts Fr. fina mixta Isohipertérmica	IYe	25.08	28.02
Consociación Lagunaeta	B24	Typic Tropofluvents Fr. gruesa mixta Isohipertérmica	IIIs	2.195	2.45
Consociación Arbotero	B25	Typic Tropofluvents Fr. gruesa mixta Isohipertérmica	IIIs	2.511	2.80

** Áreas estudiadas. Fuente: Rodas y Tobías, Levantamiento detallado del CATBUL. 1987.

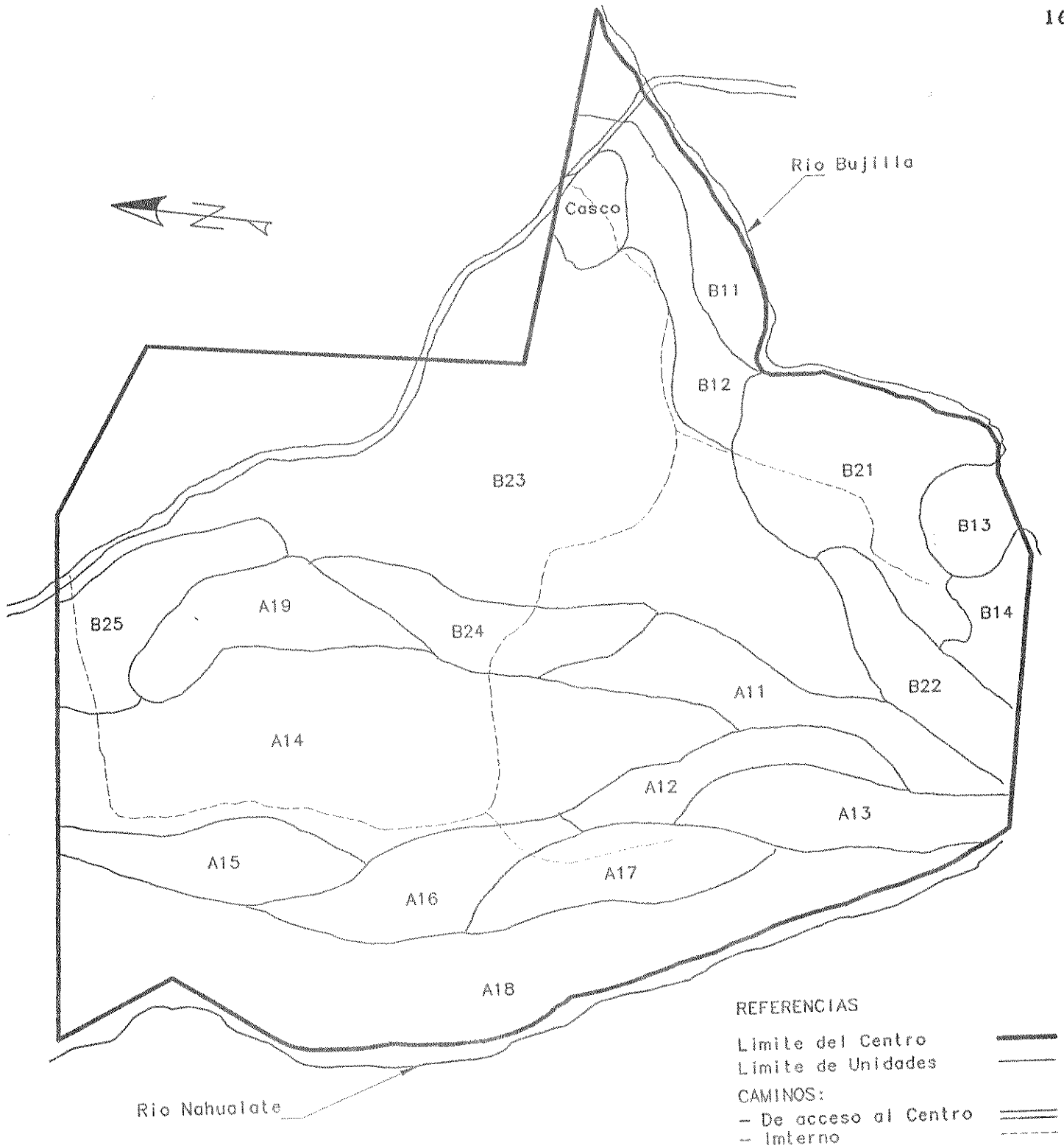


FIGURA 2 Ubicación de las consociaciones La Playa I (A11) y Cacaotal (B21) aparecen ashuradas en el mapa base del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. Fuente: Rodas y Tobías, 1987. Levantamiento detallado del CATBUL.

5 OBJETIVO GENERAL

Generar información sobre el estado nutricional del suelo en la finca Bulbuxyá, que permita formular programas de fertilización apropiados para los cultivos comerciales.

5.1 OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar los nutrientes que limitan el rendimiento de materia seca en dos subgrupos de suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá: *Typic Dystrandeps* y *Typic Dystropepts*, con la técnica del elemento faltante y el sorgo como planta indicadora, a nivel de invernadero.

6. HIPOTESIS:

- 6.1 En los suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, *Typic Dystrandeps* y *Typic Dystropepts*, los nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn, Mo y B, limitan el rendimiento de las plantas, al obtener la planta indicadora un rendimiento relativo en biomasa menor al 60 % para cada nutriente, mediante la utilización de la técnica del elemento faltante bajo condiciones de invernadero.

7. METODOLOGÍA:

Los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, que se evaluaron en el estudio, fueron clasificados como *Typic Dystrandeps cenizosa isohipertérmica* y *Typic Dystropepts arcillosa fina mixta isohipertérmica*, respectivamente, en el Levantamiento Detallado de Suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. (17)

7.1. MUESTREO DE SUELO:

Previo al muestreo de suelos, se realizó un reconocimiento del área ocupada por las dos consociaciones de suelos a evaluar; se delimitó y ubicó las subunidades de muestreo en mapa de la finca. El muestreo se realizó en zig-zag, con submuestras a cada 20 m. una de la otra, de 0 a 0.20 m., la cantidad de suelo colectada fué de 45 Kg. para cada subgrupo.

Previo a los análisis químicos, la muestra de suelo fue secada a la sombra y tamizada a 10 mesh, por último el homogenizado se realizó en un homogenizador de doble flujo. (16, 25)

7.2. ANALISIS QUIMICO DE LOS SUELOS:

Los análisis físico químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta "Ing. Salvador Castillo" de la Subárea de Manejo y Uso del Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos. Las metodologías para el análisis de las concentraciones de los nutrientes así como las pruebas de sorción se resumen en el anexo 1, los resultados del análisis físico químico de los suelos se observan en los cuadros 2 y 3.

En el suelo *Typic Dystrandeps*, el P, Mg, K, Cu, Mn y Zn se encuentran deficientes, el Fe y Ca adecuados. Los porcentajes de materia orgánica y de nitrógeno total se encuentran en niveles medios y altos respectivamente, el pH neutro (cuadro 2). Las relaciones Ca/Mg (7:1), Mg/K (5:1), se encuentran adecuadas y (Ca + Mg)/K (43:1) Ca/K (38:1)

se encuentran desbalanceadas debido al bajo contenido del potasio.

Cuadro 2 Análisis físico químico efectuado al suelo de la Consociación La Playa I (*Typic Dystrandepts*) del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1993.¹

CONSOCIACION	DENSIDAD gr/cc.	pH	M O %	N %	mg/Kg						meq/100 ml		pH NaF
					P	K	Fe	Cu	Mn	Zn	Ca	Mg	
LA PLAYA I	0.97	6.9	6.46	0.65	1.1	80	11.5	0.35	3.5	1.5	7.8	1.03	11.6

¹ Análisis efectuados en el laboratorio de suelos "Salvador Castillo", Subárea de manejo de suelo y agua de la Facultad de Agronomía de la USAC.

En el suelo *Typic Dystropepts* el P, Cu y Zn se encuentran deficientes, el Fe, Mg y Ca adecuados y el K y Mn altos. Los porcentajes de materia orgánica y de nitrógeno total se encuentran en niveles adecuados, el pH ligeramente ácido (cuadro 3). Las relaciones Ca/Mg (4:1), Ca/K (9:1), Mg/K (2:1) y (Ca + Mg)/K (11:1) se encuentran adecuadas.

Cuadro 3 Análisis físico químico efectuado al suelo de la Consociación Cacaotal (*Typic Dystropepts*) del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1993.¹

CONSOCIACION	DENSIDAD gr/cc.	pH	M O %	N T %	mg/Kg						meq/100 ml	
					P	K	Fe	Cu	Mn	Zn	Ca	Mg
Cacaotal	1.0	5.7	4.22	0.37	2.75	365	17.5	1.0	30	3.0	8.73	2.0

¹ Análisis efectuados en el laboratorio de suelos "Salvador Castillo" de la Facultad de Agronomía de la USAC.

7.3. PRUEBAS DE SORCION:

Cinco gramos de suelo se incubaron en recipientes con soluciones de concentraciones crecientes de P, K, Cu, Zn y Mo. Las cuales se dejaron secar bajo sombra por varios días. Posteriormente, las concentraciones

no retenidas de cada nutriente se extrajeron y determinaron con los procedimientos convencionales descritos en el anexo 1 (10,13,18,19). Con base en los resultados de las pruebas de sorción de los nutrientes, se construyeron las curvas de sorción para lo cual el límite crítico del nutriente bajo estudio se multiplicó por tres, este valor se ploteó en la gráfica con el fin de definir la concentración del nutriente para que no fuera limitante en el suelo (ver anexos 8 a 11).

7.4. PRUEBA DE INVERNADERO Y CARACTERISTICAS DE LA PLANTA INDICADORA:

La técnica del elemento faltante consiste en formular un tratamiento óptimo teórico basado en las curvas de sorción y el análisis químico (13,15). Para ello se utilizaron vasos plásticos con 300 cc de suelo, y se les adicionaron diferentes cantidades de cada nutriente evaluado. Se utilizó el híbrido de sorgo *Sorghum sudangrass*, debido a que presenta las cualidades de ser sensitiva a la mayoría de las deficiencias, crece rápido en un amplio rango de condiciones climáticas y tiene semillas pequeñas. (10)

7.5. SELECCION DE TRATAMIENTOS:

Para la definición de los niveles de los nutrientes se utilizaron los resultados de la prueba de sorción (anexos 8-11), y los del análisis de suelo (cuadros 2 y 3). De acuerdo a Díaz-Romeu (10), excepto para N, B, Fe, S y Mo, el tratamiento óptimo debe estar basado en los datos obtenidos del laboratorio. Las concentraciones de los nutrientes aplicados pueden observarse en el cuadro 4, y los tratamientos establecidos para el ensayo en el cuadro 5.

CUADRO 4. Cantidad y fuentes de nutrientes aplicados a los suelos evaluados en el ensayo de fertilidad. Datos de acuerdo al análisis de sorción.

NUTRIENTE	Fuente de Nutrientes	Typic Distrandeps	Typic Dystropepts
N	NH_4NO_3	50 ppm	50 ppm (*)
P	H_3PO_4	243.75 ppm	177.5 ppm
K	KCl	286 ppm	78 ppm (*)
Ca	CaCO_3	1 meq (*)	1 meq (*)
Mg	MgO	1 meq (*)	1 meq (*)
Cu	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	54 ppm	25.8 ppm
Mn	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	17 ppm	30 ppm (*)
Zn	ZnCl_2	15.2 ppm	26 ppm
Fe	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	20 ppm (*)	20 ppm (*)
Mo	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	2 ppm (*)	2 ppm (*)
S	H_2SO_4	36 ppm (*)	36 ppm (*)
B	H_3BO_3	0.6 ppm (*)	0.6 ppm (*)

(*) Niveles tomados de Hunter & Diaz-Romeu, 1978, debido a que están adecuados en el suelo y/o no se realizó sorción.

CUADRO 5. Tratamientos para la evaluación de fertilidad de dos suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá

TRATAMIENTO	Typic Dystrandeps	Typic Dystropepts
A	N+P+K+Cu+Mn+Zn+Fe+Mo+S+B	N+P+Cu+Zn+Fe+Mo+S+B
B	-N	-N
C	-P	-P
D	-K	+K
E	-Cu	-Cu
F	-Mn	+Mn
G	-Zn	-Zn
H	-Fe	-Fe
I	-Mo	-Mo
J	-S	-S
K	-B	-B
L	+Ca	+Ca
M	+Mg	+Mg
N	TESTIGO	TESTIGO

7.6. VARIABLES DE RESPUESTA:

- 7.6.1 Rendimiento de biomasa: Expresado en materia seca a las 4 semanas (gramos/maceta).
- 7.6.2 Altura promedio de la parte aérea en centímetros, desde el cuello hasta el ápice de las plantas/maceta o tratamiento a las 4 semanas, después de germinadas.

7.7. DISEÑO EXPERIMENTAL:

Tomando en consideración las condiciones del lugar donde fué realizado el ensayo, se utilizó un diseño experimental Completamente al Azar, con 14 tratamientos y 3 repeticiones para cada suelo.

7.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO:

- 7.8.1 **FERTILIZACION:** Cinco días anteriores a la siembra, se realizó la aplicación de las soluciones nutritivas. La cantidad de nutriente agregado a la muestra de suelo fué de acuerdo al tratamiento (Cuadro 4). La aplicación de las soluciones nutritivas a los 300 cc de suelo, se realizó en las bolsas plásticas, las cuales se dejaron destapadas para que el agua de las soluciones se evaporara. Con el suelo seco, éste se mezcló dentro de la bolsa para distribuir los nutrientes aplicados al mismo.
- Posteriormente este suelo fué trasladado a los vasos plásticos con capacidad para 450 cc. El Nitrógeno fué aplicado en dos épocas, el 50% un día antes de la siembra y el resto a los 10 días de germinadas las plantas.
- 7.8.2 **SIEMBRA:** Se colocaron 10 semillas en cada maceta, enterradas a una profundidad de 1 cm.
- 7.8.3 **RIEGO:** El riego se realizó cada dos días a partir de la germinación de las plantas, agregando 100 cc de agua destilada por maceta en cada riego, con ello se compensó la evapotranspiración de las plantas en el invernadero.
- 7.8.4 **ENTRESAQUE:** se realizó a los dos días después de que las plantas germinaron, dejando 6 plantas/maceta.
- 7.8.5 **COSECHA:** A los 35 días, posterior a la germinación de las plantas, se realizó la cosecha, cortando la parte aérea a nivel del cuello de las plantas (1cm.). En el momento de la cosecha se anotaron las alturas de las seis plantas/maceta. La parte vegetativa se introdujo dentro de una bolsa de papel y se trasladó al laboratorio para ser sometida a secado.

7.8.6 MANEJO DE LAS MUESTRAS EN LABORATORIO: Las plantas cosechadas, se secaron en un horno de convección a 65 grados centígrados durante 24 horas. En balanza analítica se obtuvieron los pesos de la materia seca por cada muestra.

7.9. ANALISIS DE LOS RESULTADOS:

Para deteminar el efecto de los tratamientos se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de los datos de la materia seca y de la altura. El modelo estadístico utilizado para evaluar el efecto de los distintos tratamientos fué al Completo Azar, de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Variable respuesta de ij-ésima unidad experimental.
- M = Media general.
- T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.
- E_{ij} = Efecto del error experimental.

Se realizó una prueba múltiple de medias de Tukey al 5 % para cada una de las variables respuesta en cada consociación. Para la realización del ANDEVA y Tukey, se utilizó el paquete estadístico SAS "Statistics Analysis System" del Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía. El rendimiento expresado en forma relativa, fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$Rr = \frac{Ps \ T-N}{Ps \ T \ Op} * 100$$

Donde:

- Rr = Rendimiento relativo, expresado en porcentaje de materia seca/unidad experimental (maceta).
- Ps T-N = Peso seco Tratamiento: todos nutrientes menos uno.
- Ps T Op = Peso seco del Tratamiento Optimo.

8. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a la metodología, los niveles de los nutrientes fueron determinados para cada uno de los suelos evaluados por separado, en consecuencia los resultados y discusión de éstos, se presentan en forma independiente.

8.1 CONSOCIACION LA PLAYA I *Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica*

El rendimiento de biomasa en materia seca y el promedio en alturas que se obtuvieron de los tratamientos en la consociación La Playa I, pueden observarse en los anexos 2 y 3. Los valores de F y la probabilidad de F, obtenidos en el análisis de varianza, para la biomasa en gramos de materia seca/maceta y las alturas se observan en el cuadro 6.

CUADRO 6 Valores de F y probabilidad de F obtenidos en el análisis de varianza para el rendimiento en materia seca y alturas de sorgo (*Sorghum sudangrass*) en el suelo *Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica*

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Biomasa		Altura	
		Valor F	Pr > F	Valor F	Pr > F
Tratamientos	13	46.59	0.0001	4.16	0.0008
Error	28				
Total	41				
Coeficiente variación (%)		7.63		11.095	

Como puede observarse en el cuadro 6, el valor de probabilidad de F al 5%, indica que existen diferencias significativas para materia seca y altura, es decir existe respuesta de la planta indicadora a los nutrientes aplicados.

8.1.1 Rendimiento materia seca:

En el cuadro 7, se observa que en el tratamiento sin hierro se obtuvo el mayor rendimiento; los tratamientos sin molibdeno, sin potasio y sin nitrógeno, obtuvieron un rendimiento bajo pero éstos tres, fueron superiores al sin fósforo y el testigo, los cuales presentan los rendimientos más bajos. Todos los demás tratamientos, no presentaron diferencias entre sí, para el rendimiento en materia seca.

Lo anterior indica que los nutrientes hierro, boro, cinc, azufre, manganeso y cobre, se encontraban en un nivel adecuado en el suelo, debido a que la no adición de ellos, no influyó en el rendimiento de materia seca del sorgo (*Sorghum sudangrass*).

CUADRO 7 Comparación múltiple de medias para el rendimiento en materia seca, altura y rendimiento relativo de sorgo (*Sorghum sudangrass*) en el suelo *Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica*

Tratamiento	Materia seca (*)	Altura (cm) (*)	Rendimiento Relativo (*)
Optimo	5.606 ABC	94.553 A	100.00 A
-N	4.774 C	89.087 AB	85.16 A
-P	1.380 D	57.430 C	24.62 B
-K	5.144 BC	90.443 AB	91.76 A
-Cu	5.631 ABC	93.400 A	100.45 A
-Mn	5.633 ABC	79.390 ABC	100.48 A
-Zn	5.891 ABC	79.433 ABC	105.08 A
-Fe	6.389 A	81.543 ABC	113.97 A
-Mo	5.232 BC	90.150 AB	93.33 A
-S	5.652 ABC	89.420 AB	100.82 A
-B	5.918 AB	82.357 ABC	105.57 A
+Ca	5.616 ABC	89.377 AB	100.18 A
+Mg	5.507 ABC	88.730 AB	98.23 A
Testigo	1.762 D	63.780 BC	31.43 B

* Medias con igual letra son estadísticamente iguales

Los nutrientes calcio y magnesio, que en forma separada fueron adicionados Optimo, produjeron una respuesta no superior al tratamiento óptimo ni a los otros donde éstos no se incluyeron, con lo cual se corrobora que se encontraban en cantidades adecuadas en el suelo (cuadro 2). En el caso de los nutrientes Cu, Zn y Mn, que se encontraron deficientes en el análisis químico, cuadro 2, se infiere que la solución extractora utilizada no extrae el total de estos nutrientes en el suelo.

Con menor rendimiento en materia seca resultaron los tratamientos testigo y sin fósforo. Estos presentaron un peso seco promedio de 1.762 y 1.380 gramos, respectivamente. La alta respuesta del sorgo a la adición de fósforo es debido a su baja concentración disponible en el suelo en forma natural y posiblemente a su retención en el mismo debido a la presencia de arcillas alófanas (pH en NaF 11.58). Con ello se indica que el nutriente que limita el rendimiento en materia seca del suelo *Typic Dystrandepts Cenizosa Isohipertérmica* es el fósforo.

La falta de respuesta de la planta indicadora a la aplicación del nitrógeno comparada con la del fósforo, se justifica al analizar el cuadro 2, donde se observa que los niveles de nitrógeno total y materia orgánica se encuentran altos y el fósforo se encuentra bajo. Esta situación del fósforo es similar a la del potasio, cuya concentración en el suelo se encuentra por debajo del límite crítico.

Los otros nutrientes que en algún momento pueden ser limitantes y que deben ser incorporados en éste tipo de suelo son: nitrógeno, potasio y molibdeno, debido a que presentaron un rendimiento de materia seca un poco bajo, en comparación al tratamiento Optimo.

Con base a lo expuesto anteriormente, los nutrientes: fósforo, nitrógeno, potasio y molibdeno, en el suelo *Typic Dystrandepts Cenizosa Isohipertermica*, deben ser evaluados en diferentes niveles para su evaluación en el sustrato suelo, debido a que su exclusión afecta el rendimiento de materia seca.

8.1.2 Altura:

Los tratamientos con mayor altura promedio fueron el Optimo y el sin adición de cobre, los cuales tienen una altura promedio de 94.553 y 93.4 centímetros, respectivamente. Los demás tratamientos, a excepción del testigo y el sin fósforo, resultaron ser estadísticamente iguales con respecto a su altura promedio (cuadro 7).

Con esto se indica que los micronutrientes cobre, potasio, molibdeno, azufre, nitrógeno, boro, hierro, cinc y manganeso se encontraban en un nivel adecuado en el sustrato, debido a que sin la adición de ellos en el suelo, no influyeron en la altura del sorgo (*Sorghum sudangrass*). Los nutrientes calcio y magnesio, al igual que en el rendimiento de materia seca, presentaron una altura promedio similar al tratamiento óptimo, cuando fueron agregados a éste, por lo que se infiere de que no es necesario incorporarlos a éste tipo de suelo. Los tratamientos con menor rendimiento en altura promedio fueron el testigo y sin fósforo, que presentaron 63.78 y 57.43 centímetros respectivamente.

8.1.3 Rendimiento Relativo:

En el cuadro 7, se presentan los valores de rendimiento relativo. En el mismo se puede observar que los tratamientos con menor valor son el sin fósforo (24.62%) y el testigo (31.43%), los demás presentaron valores mayores al 80 % comparados con el Optimo. Por lo que la adición del fósforo al suelo tendrá una alta probabilidad de respuesta. Según Tisdale (22), los suelos tendrán respuesta a la aplicación de nutrientes cuando su rendimiento relativo sea menor del 60%, valores mayores del 80% tienen una baja respuesta.

Con estos resultados se verifica y confirma que el nutriente limitante en el suelo *Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica* es el fósforo, debido a que influye en el rendimiento de materia seca, altura promedio de la planta indicadora y rendimiento relativo, aunque se apliquen los otros nutrientes al suelo.

8.2 CONSOCIACION CACAOTAL *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica*

El rendimiento de biomasa en materia seca y el promedio en alturas que se obtuvieron de los tratamientos en la consociación Cacaotal, pueden observarse en los anexos 4 y 5. Los valores de F y la probabilidad de F, obtenidos en el análisis de varianza, para la biomasa en gramos de materia seca/maceta y las alturas se observan en el cuadro 8.

CUADRO 8 Valores de F y probabilidad de F obtenidos en el análisis de varianza para el rendimiento en materia seca y alturas de sorgo *Sorghum sudangrass* en el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica*

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Biomasa		Altura	
		Valor F	Pr > F	Valor F	Pr > F
Tratamientos	13	29.47	0.0001	3.74	0.0017
Error	28				
Total	41				
Coeficiente variación (%)		11.866		16.333	

Como puede observarse en el cuadro 8, el valor de probabilidad de F al 5%, indica que existen diferencias significativas para materia seca y altura, es decir existe respuesta de la planta indicadora a los diferentes nutrientes aplicados.

8.2.1 Rendimiento materia seca:

En el cuadro 9, se observa que todos los tratamientos son iguales al 5% de probabilidad con respecto a sus medias, excepto el testigo y al que no se le aplicó fósforo que presentaron un rendimiento bajo en materia seca. Lo anterior indica que los nutrientes cinc, cobre, hierro, molibdeno, boro, azufre y nitrógeno se encontraban en un nivel adecuado en el suelo, debido a que la no adición de ellos, no influyó en el rendimiento de materia seca del sorgo (*Sorghum sudangrass*).

CUADRO 9 Comparación múltiple de medias para el rendimiento en materia seca, altura y rendimiento relativo de sorgo (*Sorghum sudangrass*) en el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica*

Tratamiento	Materia seca (*)	Altura (cm) (*)	Rendimiento Relativo (*)
Optimo	5.300 A	87.303 A	100.00 A
-N	4.600 A	73.507 AB	86.79 A
-P	0.821 B	44.460 B	15.49 B
+K	6.146 A	82.027 AB	115.96 A
-Cu	6.041 A	80.687 A	113.98 A
+Mn	5.730 A	77.263 AB	108.11 A
-Zn	6.229 A	72.960 AB	117.53 A
-Fe	5.843 A	84.157 A	110.25 A
-Mo	5.836 A	80.813 A	110.11 A
-S	5.176 A	80.163 AB	97.66 A
-B	5.292 A	70.487 AB	99.85 A
+Ca	5.858 A	74.813 AB	110.53 A
+Mg	4.888 A	85.383 A	92.23 A
Testigo	0.674 B	44.357 B	12.72 B

* Medias con igual letra son estadísticamente iguales

Los nutrientes potasio, calcio y magnesio, que en forma separada fueron adicionados Optimo, produjeron una respuesta no superior al tratamiento Optimo ni a los otros donde éstos no se incluyeron, con lo cual se corrobora que se encontraban en cantidades adecuadas en el suelo (cuadro 3). En el caso de los nutrientes Cu y Zn, que se encontraron deficientes en el análisis químico, cuadro 3, se infiere que la solución extractora utilizada no extrae el total de estos nutrientes en el suelo, o tal vez, los niveles críticos reportados para éstos son más bajos con la solución Carolina del Norte.

Con menor rendimiento en materia seca resultaron los tratamientos sin fósforo y el testigo. Estos presentaron un peso seco promedio de 0.821 y 0.674 gramos, respectivamente. La alta respuesta del sorgo a

la adición de fósforo es debido a su baja concentración disponible en el suelo en forma natural y posiblemente a su retención en el mismo debido a la presencia de arcillas alófanas. Con ello se indica que el nutriente limitante del rendimiento en materia seca en el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertérmica*, es el fósforo.

La falta de respuesta de la planta indicadora a la aplicación de nitrógeno, se justifica al analizar el cuadro 3, donde se observa que los niveles de nitrógeno total y materia orgánica se encuentran altos en forma natural en el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica*.

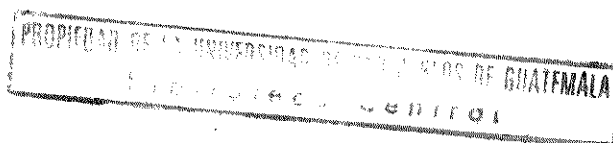
8.2.2 Altura:

Los tratamientos con mayor altura promedio en centímetros, fueron el Optimo, +Mg, -Fe, +K, -Mo y -Cu. Los demás tratamientos, a excepción del testigo y el sin fósforo, resultaron ser estadísticamente iguales y es un grupo que no está bien definido con respecto a su altura (cuadro 9).

Con menor altura promedio resultaron también los tratamientos sin fósforo y testigo, con 44.46 y 44.357 centímetros respectivamente. Esto corrobora lo expuesto anteriormente con relación al rendimiento en materia seca de la planta indicadora, para el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica*, donde se hace referencia a que el nutriente limitante es el fósforo.

8.2.3 Rendimiento Relativo:

En el cuadro 9, se presentan los valores de rendimiento relativo. En el mismo se puede observar que los tratamientos con menor valor son el sin fósforo (15.49%) y el testigo (12.72%), los demás presentaron altos valores mayores al 80% comparados con el Optimo; por lo que la adición del fósforo al suelo tendrá una alta probabilidad de respuesta, debido a su bajo rendimiento relativo.



Con estos resultados se verifica y confirma que el nutriente limitante en el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica* es el fósforo, debido a que influye directamente en el rendimiento de materia seca, altura promedio de la planta indicadora y rendimiento relativo, por lo que aunque se apliquen los otros nutrientes al suelo, las plantas no obtendrán un rendimiento alto sin este nutriente.

9. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos durante el ensayo se concluye lo siguiente:

- 9.1. En el suelo de la consociación La Playa I, *Typic Distrandepts Cenizosa Isohipertermica*, la aplicación de fósforo tiene una probabilidad de respuesta del 75.38%, el nitrógeno 14.84%, el potasio 8.24% y molibdeno 6.67%; mientras que el hierro, boro, cinc, azufre, manganeso, cobre, calcio y magnesio, no tienen respuesta. Esto indica que la capacidad productiva de este suelo, está limitada por el fósforo, debido que al no ser adicionado en el suelo se obtuvo un bajo valor de materia seca, altura y rendimiento relativo de la planta indicadora sorgo (*Sorghum sudangrass*).
- 9.2. En el suelo de la consociación Cacaotal *Typic Distropepts Arcillosa Fina Isohipertermica*, la aplicación de fósforo tiene una probabilidad de respuesta del 84.51% y el nitrógeno del 13.21%; mientras que el cinc, cobre, hierro, molibdeno, boro, azufre, nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, no tienen respuesta. Esto indica que la capacidad productiva de este suelo, está siendo limitada por el nutriente fósforo, debido que al no ser adicionado en el suelo se obtuvo un bajo valor de materia seca, altura y rendimiento relativo de la planta indicadora sorgo (*Sorghum sudangrass*).

10. RECOMENDACIONES

- 10.1 Para los programas de fertilización en los cultivos comerciales y colecciones existentes en los suelos estudiados, se recomienda utilizar la curva de fijación del fósforo obtenida en este trabajo, para definir la cantidad que se debe aplicar de dicho nutriente, para que se encuentre en un nivel de 7 ppm disponibles en el suelo.
- 10.2 Es necesario continuar con la investigación en los suelos del CATBUL a corto y mediano plazo, para ello se sugiere la secuencia siguiente:
- A. Evaluar niveles de fósforo de acuerdo al cultivo establecido, basados éstos en la curva de fijación de fósforo previamente definidas.
 - B. Evaluar fuentes fosfatadas de diferente solubilidad y mezclas con abonos orgánicos e inorgánicos con el fin de disminuir el efecto de adsorción de las arcillas alófanas.
 - C. Evaluar métodos de aplicación para el fósforo de acuerdo a los cultivos establecidos o por establecer en los suelos estudiados.
- 10.3 Los nutrientes que deben ser evaluados, debido a que pueden llegar a ser limitantes cuando se corrija el fósforo, son: nitrógeno, potasio y molibdeno, en el suelo *Typic Dystrandepsts*, y nitrógeno en el suelo *Typic Dystropepts*.
- 10.4 Se recomienda una evaluación para redefinir los niveles de Zn, Cu y Mn, extraídos con la solución extractora Carolina del Norte, debido a que en este estudio no existió concordancia entre lo reportado en el análisis químico y los resultados obtenidos en la prueba biológica.

11 BIBLIOGRAFIA

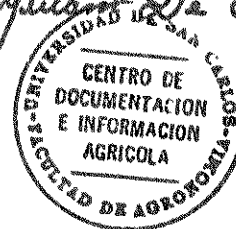
1. CRUZ, J. R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. DIAZ LIMA, B. 1984. Determinación del rango crítico de concentración de nitrógeno en plántulas de trigo (*Triticum aestivum* L). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 116 p.
3. FIELDS, M.; PERROT, I. 1966. The nature of allophar, in soils; III rapid field and laboratory test for allophane. *Journal of Science (New Zeland)* 9(3):623-629.
4. FLORES AUCEDA, C. D. 1981. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 116 p.
5. GAVANDE S. 1892. Física de suelos; principios y aplicaciones. México, LIMUSA. 351 p.
6. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1970. Mapa de cuencas de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500000. Color.
7. _____ 1971. Mapa topográfico de Suchitepéquez, hoja cartográfica no. 1959111. Guatemala. Esc. 1:50000. Color.
8. _____. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METERELOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de Control de estaciones metereológicas de Guatemala, 1970-1979. Guatemala.

sin publicar.
9. HOLDRIDGE, L. 1959. Zonificación ecológica de América Central. Turrialba, Costa Rica, IICA. 216 p.
10. HUNTER, A.; DIAZ-ROMEY, R. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis de tejido vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68p

11. HUNTER, A. H.; FITTS, J. W. 1969. Estudios de Interpretación de análisis de suelos: ensayos de campo. Raleigh, USA, ISFEI. Boletín Técnico No. 5. 46 p.
12. JACKSON, M. L. 1970. Análisis químico de suelos. 2 ed. Barcelona, España, Omega. 662 p.
13. MARTINI, J. A. 1969. Caracterización del estado nutricional de los principales "latosoles de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. Turrialba (C.R) 19(3):394-408.
14. MAS LOPEZ, C.E. 1983. Evaluación de niveles de N, P₂O₅, K₂O y épocas de aplicación sobre el rendimiento de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la finca Bulbuxyá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.
15. NORERO, A. 1977. Diagnóstico de la fertilidad del suelo; III análisis de tierra y ensayos biológicos. Mérida, Venezuela, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. Serie Suelos y Clima. No. Sc-16. s.p.
16. PRATT, P.; CHAPMAN, H. 1991. Métodos de análisis para suelos plantas y aguas. Traductor Agustín Contín. México, Trillas. 195 p.
17. RODAS, O.; TOBIAS, H. 1987. Levantamiento detallado de suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepequez. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 81 p.
18. SALAS, R.; PACHECO, R. 1985. Estudio de la fertilidad de suelos dedicados a potreros en la zona norte de Heredia, mediante la técnica del elemento faltante. Agronomía Costarricense 9(2):181-185.
19. SANCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico: características y manejo. Traducido del inglés por Edilberto Camacho. San José, Costa Rica, IICA. 660 p.

20. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. p. 276-277, 279.
21. TEUSLCHER, H.; ADLER, R. 1987. El suelo y su fertilidad. Traducido por Rodolfo Vera. México, Continental. 540 p.
22. TISDALE, S.; NELSON, W. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Traducido por José Balasch y Carmen Piña. México, UTEHA. 760 p.
23. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. 1989. Política de investigación del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL). Guatemala. 23 p.
24. WALKER, J. L.; BEJARANO, W. 1978. Uso práctico de los modelos discontinuos para interpretación rápida de la respuesta de los cultivos a la aplicación de fertilizantes. Costa Rica, CATIB. 75 p.
25. WAUGH, D. L.; FITTS, J. W. 1966. Estudios de interpretación de análisis de suelo: laboratorio y macetas. Raleigh, USA, ISFEI. Boletín Técnico No. 3. 36 p.

Vo. Bo. Yucan De La Boca



A P E N D I C E S

Anexo 1 Métodos utilizados en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta de la Facultad de Agronomía, en el análisis químico de rutina y pruebas de sorción para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal. 1993-1994

DETERMINACION	METODOLOGIA	REFERENCIA
Fósforo	Extracción con Solución Carolina del Norte y cuantificación Colorimétrica.	Pratt y Chapman (15)
Nutrientes Disponibles: K, Ca, Mg	Extracción con Solución Carolina del Norte y cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica	Hunter y Díaz-Romeu (10) Pratt y Chapman (15)
Micronutrientes Disponibles: Cu, Mn, Fe y Zn	Extracción con solución de HCl 0.5 N., y cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica.	Pratt y Chapman (15)
Nitrógeno	Combustión Húmeda y destilación con semimicrokjeldahl, titulación con HCl 0.5 N	Hunter y Díaz-Romeu (10)

Anexo 2. Rendimiento de biomasa expresada gramos de materia seca de sorgo (*Sorghum sudangrass*), en la consociación La Playa I *Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica*. Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. 1994.

REP	OPTIMO	-N	-P	-K	-Cu	-Mn	-Zn	-Fe	-Mo	-S	-B	+Ca	+Mg	TESTICO
I	5.6264	4.5002	1.4160	5.1866	5.5517	5.6562	6.5990	5.8863	4.5898	6.3238	5.8178	5.0754	5.5294	1.6165
II	5.3572	5.0359	1.3304	5.0935	5.6638	5.6023	5.1953	6.4769	5.5260	4.8353	5.9745	6.1546	5.4743	1.7906
III	5.8363	4.7865	1.3951	5.1504	5.6775	5.6393	5.8791	6.8061	5.5790	5.7955	5.9615	5.6167	5.5185	1.8798

Anexo 3. Altura promedio de sorgo (*Sorghum sudangrass*), en la consociación La Playa I *Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertermica*. Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. 1994.

REP	OPTIMO	-N	-P	-K	-Cu	-Mn	-Zn	-Fe	-Mo	-S	-B	+Ca	+Mg	TESTICO
I	99.72	91.42	58.77	87.80	88.80	85.42	91.13	85.06	90.33	92.72	59.92	86.50	86.22	62.18
II	92.92	87.42	56.67	92.42	97.62	95.25	89.00	78.41	90.40	86.42	93.72	91.48	91.43	61.13
III	91.02	89.42	56.85	90.11	93.21	57.50	58.17	81.74	90.37	89.57	93.43	88.99	88.83	68.03

Anexo 4. Rendimiento en materia seca de la planta indicadora *Sorghum sudangrass*, obtenidos en el ensayo de la técnica del elemento faltante en el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica*. Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. 1994.

REP	OPTIMO	-N	-P	+K	-Cu	+Mn	-Zn	-Fe	-Mo	-S	-B	+Ca	+Mg	TESTIGO
I	5.0364	4.0212	0.8502	6.0795	5.7046	5.5641	6.7704	5.7418	5.3424	5.2129	4.2055	5.9214	4.8941	0.6119
II	6.1039	5.9564	0.9075	6.2804	6.1944	5.8602	6.2961	5.8262	5.7384	5.2731	5.9747	5.7784	5.9152	0.4893
III	4.7595	3.8233	0.7039	6.0777	6.2248	5.7645	5.6218	5.9602	6.4286	5.0417	5.6967	5.8753	3.8537	0.9223

Anexo 5. Altura promedio de la planta indicadora *Sorghum sudangrass*, obtenida en los diferentes tratamientos del ensayo con la técnica del elemento faltante en el suelo *Typic Dystropepts Arcillosa Fina Isohipertermica*. Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. 1994.

REP	OPTIMO	-N	-P	+K	-Cu	+Mn	-Zn	-Fe	-Mo	-S	-B	+Ca	+Mg	TESTIGO
I	90.33	68.13	44.50	48.77	76.00	86.48	89.62	84.13	85.80	77.75	79.53	77.33	47.08	43.60
II	91.83	82.92	44.75	49.25	85.25	83.55	69.42	83.68	81.02	44.00	78.08	82.33	77.42	37.17
III	79.75	68.47	44.13	46.42	84.83	85.02	72.75	74.25	85.65	97.13	84.83	79.83	86.96	52.30

Anexo 6.

PROGRAMA UTILIZADO PARA ANALISIS DE LOS DATOS
 CONSOCIACION LA PLAYA I Y CACAOTAL
 (materia seca)

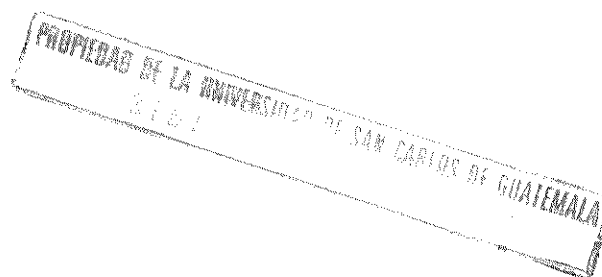
```
options ls=80 ps=66 nodate;
data tesis;
input TRAT $ LP EC;
LABEL
TRAT='TRATAMIENTOS'
LP='RENDIMIENTO MATERIA SECA LA PLAYA EN GR'
EC='RENDIMIENTO MATERIA SECA EL CACAOTAL EN GR';

RUN;
PROC ANOVA;
CLASS TRAT;
MODEL LP=TRAT;
MEANS TRAT/TUKEY;
RUN;
PROC ANOVA;
CLASS TRAT;
MODEL EC=TRAT;
MEANS TRAT/TUKEY;
RUN;
```

Anexo 7.

PROGRAMA UTILIZADO PARA ANALISIS DE LOS DATOS
 CONSOCIACION LA PLAYA I Y CACAOTAL
 (altura)

```
OPTIONS LS=80 PS=66 NODATE;
DATA TESIS;
INPUT TRAT $ ALTEC ALTLP;
LABEL
TRAT= 'TRATAMIENTOS'
ALTEC='ALTURA CONSOCIACION EL CACAOTAL EN CM'
ALTLP='ALTURA CONSOCIACION LA PLAYA EN CM';
RUN;
PROC ANOVA;
CLASS TRAT;
MODEL ALTEC=TRAT;
MEANS TRAT/TUKEY;
RUN;
PROC ANOVA;
CLASS TRAT;
MODEL ALTLP=TRAT;
MEANS TRAT/TUKEY;
RUN;
```



Anexo 8.

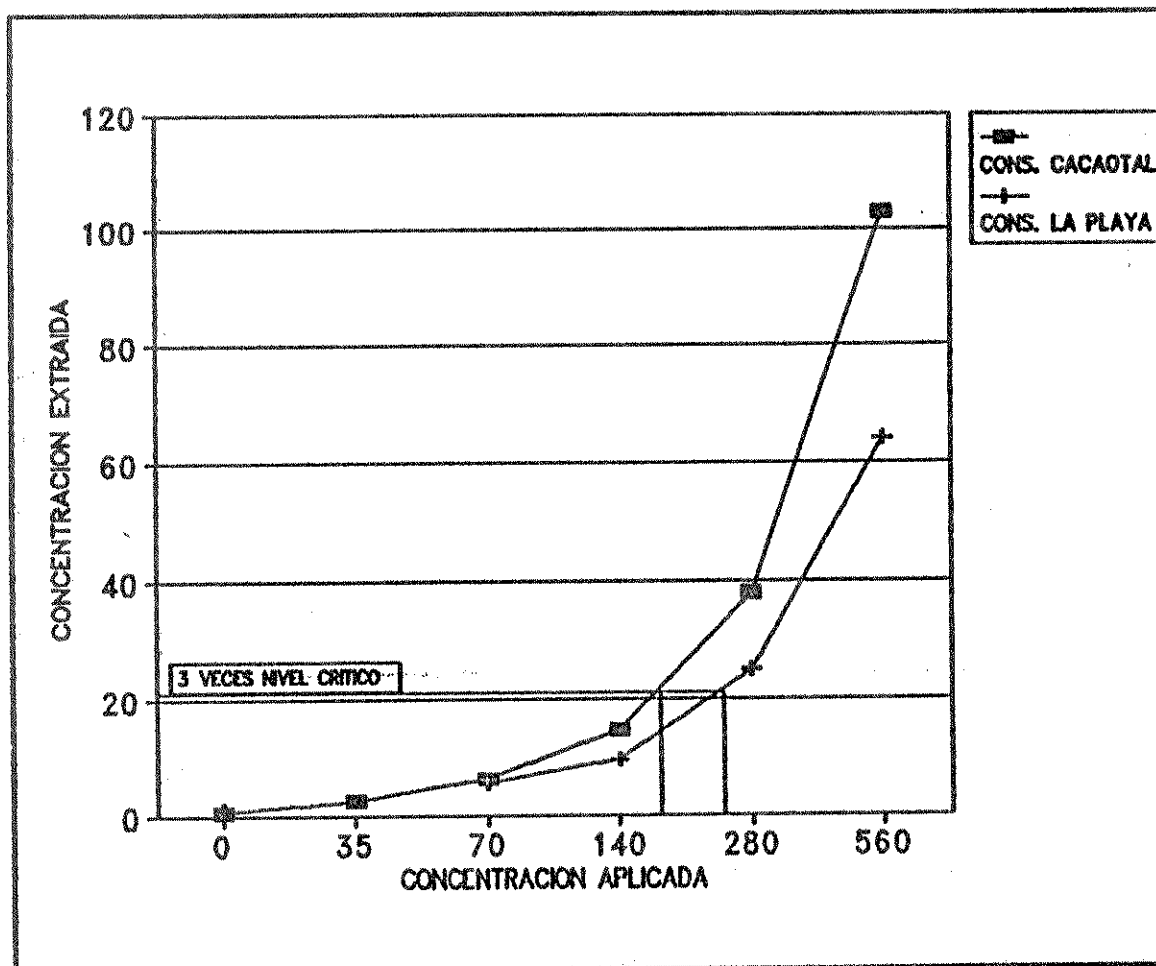


FIGURA 3. Curva para sorción de fósforo y cálculo de la concentración a aplicar en el tratamiento óptimo, para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, CATBUL, 1994.

Anexo 9.

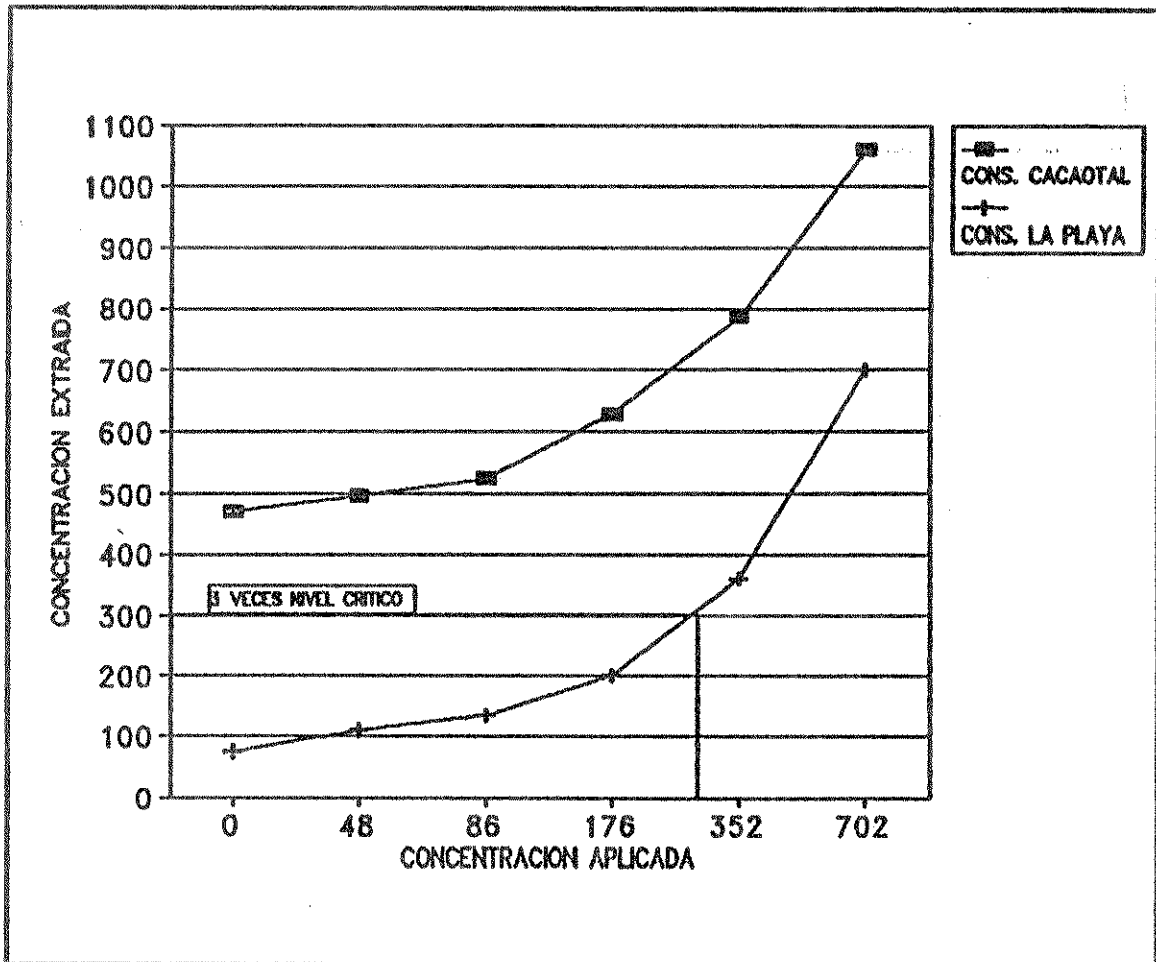


FIGURA 4. Curva para sorción de potasio y cálculo de concentración a aplicar en el tratamiento óptimo para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, CATBUL. 1994

Anexo 10

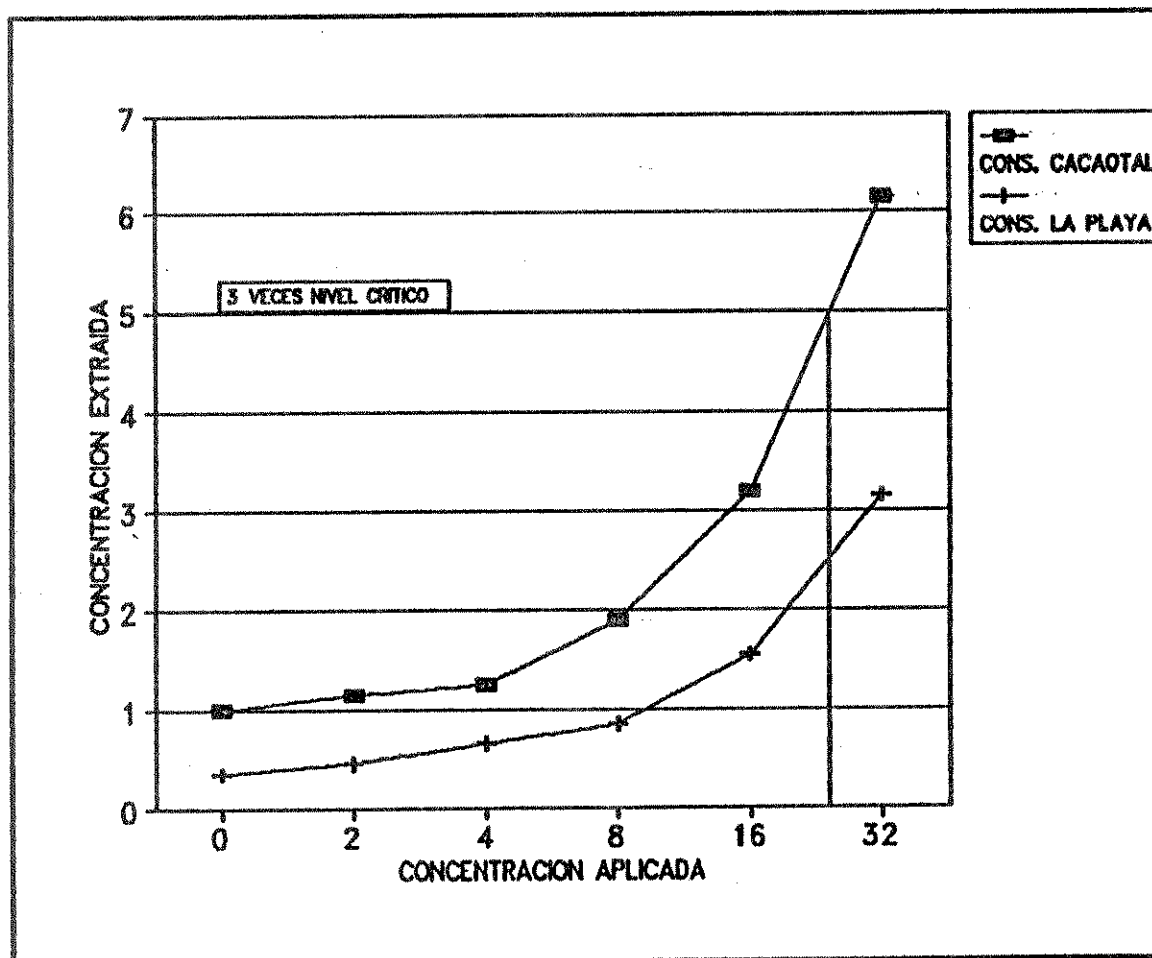


FIGURA 5. Curva para sorción de cobre y cálculo de concentración a aplicar en el tratamiento óptimo para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, CATBUL, 1994.

Anexo 11

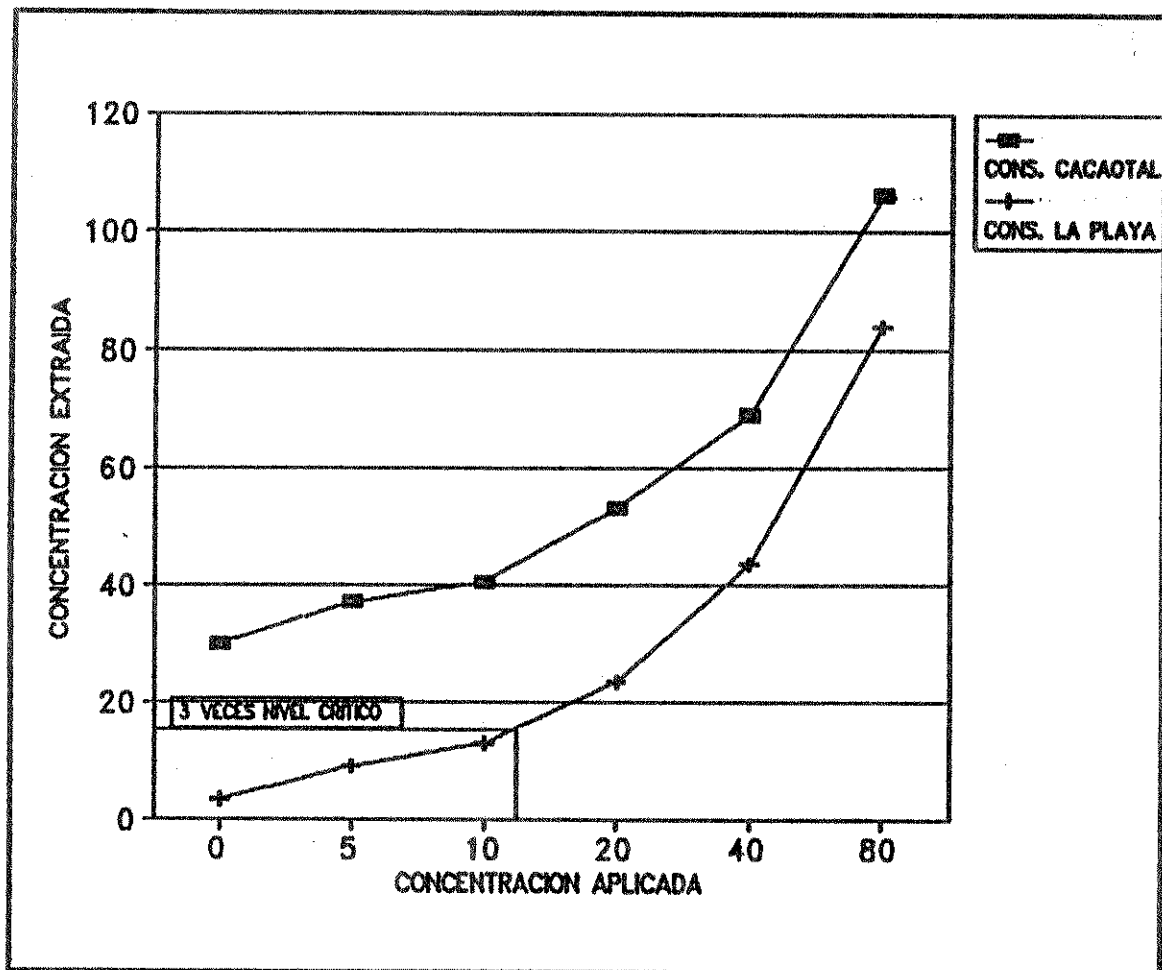


FIGURA 6. Curva para sorción de Manganeso y cálculo de concentración a aplicar en el tratamiento óptimo para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaoatal, CATBUL, 1994.

Anexo 12

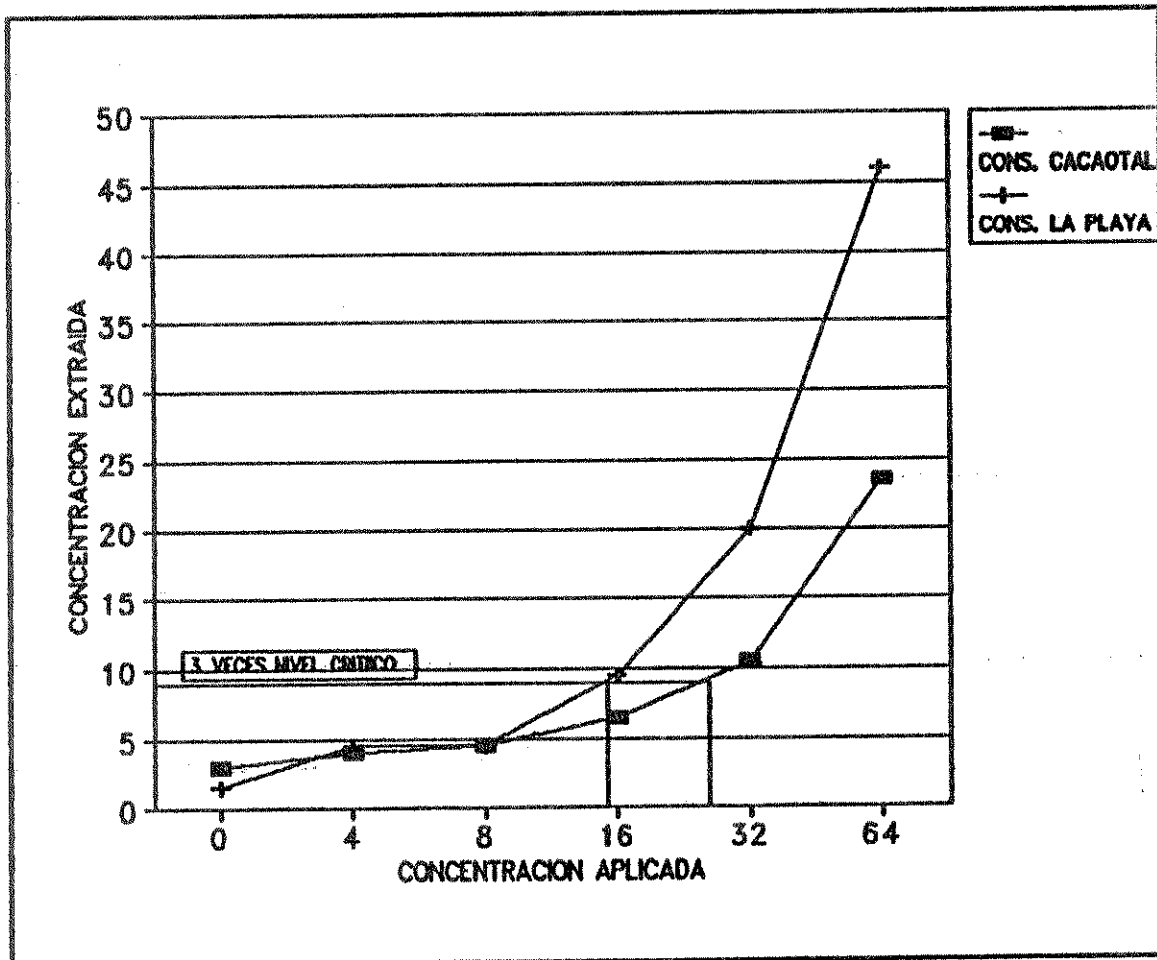


FIGURA 7. Curva para sorción de Zinc y cálculo de concentración a aplicar en el tratamiento óptimo para los suelos de las consociaciones La Playa I y Cacaotal, CATBUL, 1994.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS

Ref. Sem.077-95

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE DOS SUELOS (Typic Dystrandeps
 Y Typic Dystropepts), DEL CATBUL, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITE-
 PEQUEZ".


DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: LUIS RICARDO YUP PEREZ


CARNET No: 8917062

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Maxdelio Herrera
 Ing. Agr. Edgar Martínez
 Ing. Agr. Efraín Medina

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
 cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de
 la Universidad de San Carlos de Guatemala.

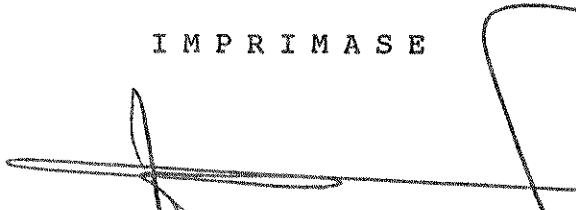

 Ing. Agr. Anibal Sacabajá
 ASESOR


 Ing. Agr. MSc. José Jesús Chonay
 ASESOR


 Ing. Agr. Fernando Rodríguez B
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DECANO



::Control Académico
 Archivo
 FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770