

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

EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE DOS SUELOS
DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYA,
CULTIVADOS CON CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum
L.)
Y CACAO (Theobroma cacao L.)



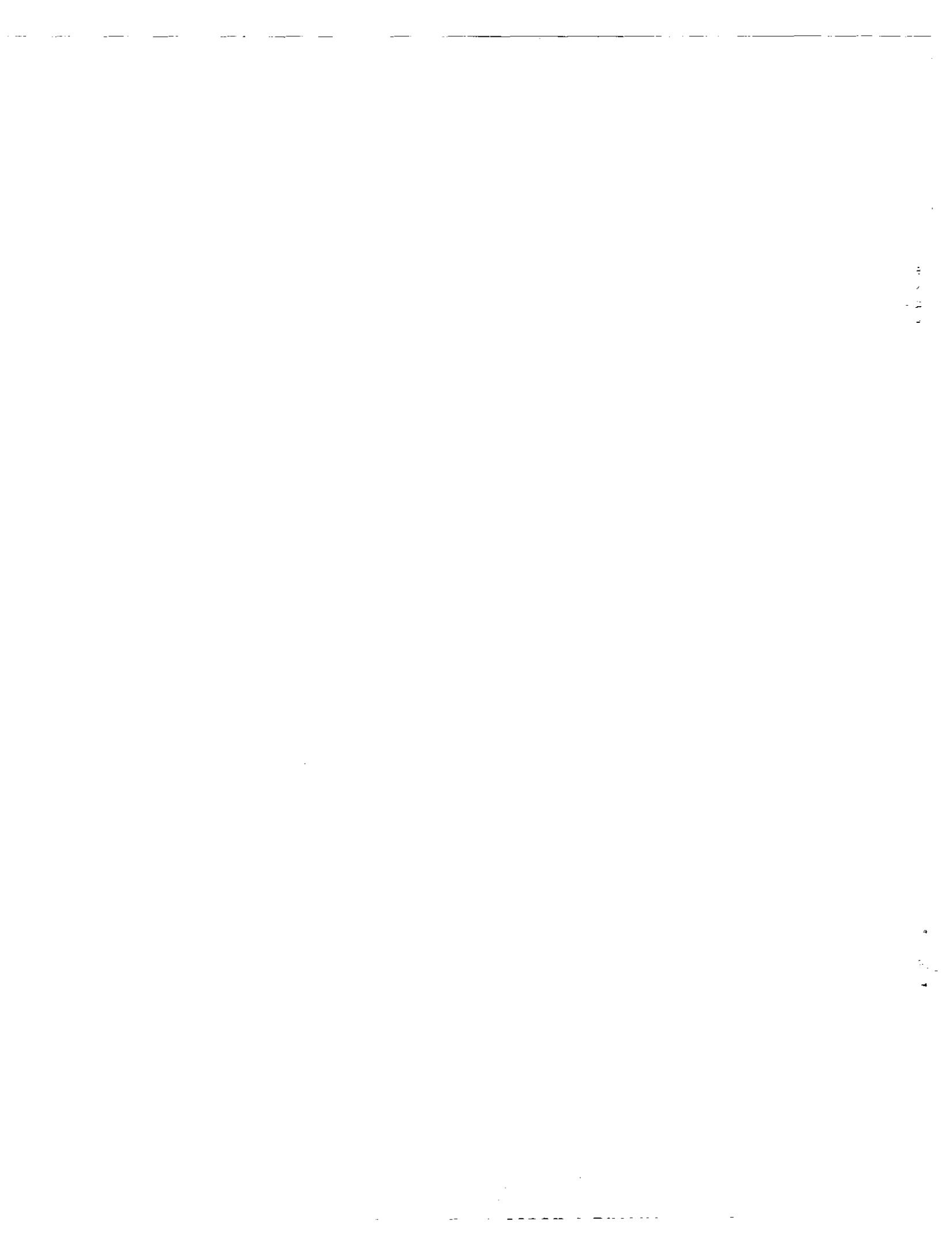
T E S I S
PRESENTADA A LA
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
POR

MILTON RODERICO TOBIAS VASQUEZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Noviembre de 1994

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



DL
01
TC500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL I	ING. AGR. MAYNOR ESTRADA ROSALES
VOCAL II	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL III	ING. AGR. ROBERTO MOTTA DE PAZ
VOCAL IV	PROF. GABRIEL ROSALES AMADO
VOCAL V	Br. AUGUSTO SAUL GUERRA
SECRETARIO	ING AGR. MARCO ROMILIO ESTRADA

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ MUÑOZ
EXAMINADOR	ING. AGR. EDIL RODRIGUEZ QUEZADA
EXAMINADOR	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
EXAMINADOR	ING. AGR. MARIO E. VELIZ
SECRETARIO	ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO

Guatemala, Noviembre de 1994.

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

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

Evaluación de la fertilidad de dos suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxya, cultivados con Cacao (Theobroma cacao L.) y Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.)

Como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo de ustedes, respetuosamente.



P. AGR. MILTON RODERICO TOBIAS VASQUEZ

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODO PODEROSO

Eterna gratitud por la oportunidad que me ha brindado para llegar a éste momento.

A MIS PADRES

Julia Vásquez de Tobias. (Q.E.P.D.)
Con su amor sembró en mí ejemplos dignos de imitarse.
Roderico Tobias Samayoa.
Con el amor que me brinda, motivó en mí la superación personal.

A MI ESPOSA

Gloria Elena de Tobias.

A MIS HIJOS

Milton Alberto y Evelia Sofia Tobias P.

A MIS ABUELITOS

Evelia S. vda. de Tobias (Q.E.P.D.)
Ejemplo digno de trabajo.
Mardoqueo Vásquez O. (Q.E.P.D.)
Sofia Magariño (Q.E.P.D.)
Por sus sabios consejos brindados en vida.

A MIS HERMANOS

En General.

A MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL.



TESIS QUE DEDICO

A

MI PATRIA GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

LA UNIDAD SECTORIAL DE PLANIFICACION AGROPECUARIA





CONTENIDO

	Página
CONTENIDO GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	2
3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	3
4. MARCO TEORICO	5
1. Marco conceptual	5
a. Métodos de evaluación de la fertilidad	5
b. Técnicas de producción de Cacao	6
c. Técnicas de producción de Caña de Azúcar	7
2. Marco referencial	8
a. Características generales del CATBUL	8
b. Fisiografía y geomorfología	9
c. Zona de vida	9
d. Características climáticas	9
e. Hidrología	10
3. Localización del experimento	10
5. OBJETIVOS	11
6. HIPOTESIS	11
7. METODOLOGIA	12
1. Suelos utilizados	12
2. Muestreo de suelos	13
3. Estudio de sorción	14
a. Planta indicadora	14
b. Nutrientes evaluados	14
4. Incubación de calcio y magnesio	14
5. Prueba biológica	16
5.1 Diseño experimental	17
5.2 Modelo estadístico	17
5.3 Variables respuesta	17
5.3.1 Altura	18
5.3.2 Materia seca de raíz	18
5.3.3 Diámetro de tallo	18
5.4 Análisis de datos	18
8. RESULTADOS Y DISCUSION	19
8.1 Suelo cultivado con cacao	19
8.1.1 Rendimiento en biomasa	21
8.1.2 Rendimiento relativo	21
8.1.3 Altura de planta	21
8.1.4 Materia seca de raíz	25
8.1.5 Diámetro de tallo	25

8.2	Suelo cultivado con caña de azúcar	27
8.2.1	Rendimiento en biomasa	27
8.2.2	Rendimiento relativo	29
8.2.3	Altura de planta	29
8.2.4	Materia seca de raíz	33
8.2.5	Diámetro de tallo	34
9.	CONCLUSIONES	35
10.	RECOMENDACIONES	36
11.	BIBLIOGRAFIA	37
12.	APENDICES	41



INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Elementos disponibles en los suelos estudiados	12
2	Nutriente y niveles evaluados en el suelo cultivado con Cacao	15
3	Nutrientes y niveles evaluados en el suelo cultivado con Caña de Azúcar	16
4	Comparación múltiple de medias de rendimiento relativo de biomasa, diámetro de tallo, altura, materia seca de raíz y diámetro de tallo, en suelo cultivado con Cacao	20
5	Análisis de varianza para rendimiento de biomasa, en el suelo cultivado con Cacao	20
6	Comparación múltiple de medias de rendimiento relativo de biomasa, diámetro de tallo, altura, materia seca de raíz y diámetro de tallo, en suelo cultivado con Caña de Azúcar	27
7	Análisis de varianza para rendimiento de biomasa, en el suelo cultivado con Caña de Azúcar	28

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Crecimiento de las plantas de sorgo en altura con la aplicación de macronutrientes, suelo cultivado con Cacao.	23
2.	Crecimiento de las plantas de sorgo en altura, con la aplicación de micronutrientes, suelo cultivado con Cacao.	24
3.	Crecimiento de las plantas de sorgo en altura, con la aplicación de macronutrientes, suelo cultivado con Caña de Azúcar.	31
4.	Crecimiento de las plantas de sorgo en altura, con la aplicación de micronutrientes, suelo cultivado con Caña de Azúcar.	32



EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE DOS SUELOS
DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYA
CULTIVADOS CON CAÑA DE AZUCAR (Saccharum
officinarum L.) Y CACAO (Theobroma cacao L.)

EVALUATION OF FERTILITY IN TWO SOILS OF "BULBUXYA"
TROPICAL AGRICULTURAL CENTER, WITH CACAO
(Theobroma cacao L.) AND SUGAR CANE (Saccharum
officinalis L.) CULTURE.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo bajo condiciones del invernadero de la Facultad de Agronomía, con suelos Dystropepts y Dystrandeps cultivados con Cacao (Theobroma cacao L.) y Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.) provenientes del Centro de Agricultura Tropical -Bulbuxyá- ubicado en el Departamento de Suchitepéquez.

El objeto de la investigación fue evaluar la respuesta de los nutrientes N, P, K, S, Cu, Mn, Zn, Mo y B, utilizando la técnica del elemento faltante, para lo cual se usó la planta indicadora Sorgo (Sorghum vulgare). Se tomaron como variables de respuesta, el rendimiento en biomasa, el rendimiento relativo, altura de planta, materia seca de raíz y diámetro de tallos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se encuentra que en los dos suelos son limitantes los elementos fósforo y cobre; sin embargo, en el Dystropepts (cultivado con Cacao) la respuesta a la aplicación de cobre no es tan marcada, como en el caso del Dystrandeps (cultivado con Caña de Azúcar).



1. INTRODUCCION

El suelo, además de servir como anclaje para el sistema radicular de las plantas, es el proveedor y almacén de sustancias nutritivas, para el crecimiento y el desarrollo de plantas y de los seres vivos (29).

Guatemala, posee una gran diversidad de suelos, que de acuerdo a su origen, condiciones climáticas, cada una de ellas posee características propias que hacen necesaria la aplicación de prácticas agronómicas específicas, para el uso racional con miras a aumentar la producción y la conservación del mismo, buscando con ello el desarrollo de una agricultura sustentable a partir del suelo.

Sin embargo, el recurso suelo es afectado por una serie de factores que le han causado daños irreversibles, entre éstos se puede mencionar: la tenencia de la tierra, la creciente población del país, falta de políticas de desarrollo acordes a las características de los recursos. Pero, además existen otras causas de manejo de suelos que no permiten el mejor aprovechamiento de los cultivos y que son fácilmente identificables como: manejo de la fertilidad natural de los suelos, fertilización con fórmulas adecuadas y balanceadas y finalmente técnicas de conservación de agua y suelo.

El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, -CATBUL- anteriormente fue considerado como una finca productiva y a partir de 1981, se le conceptualizó como un Centro de Investigación. Este es utilizado por la Facultad de Agronomía para los propósitos de Apoyar la realización de los Programas de Investigación del Instituto de Investigaciones, contribuir al desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje y las actividades de extensión de la Facultad de Agronomía y de otras Unidades académicas de la Universidad de San Carlos.

Con el presente trabajo se pretende dejar las bases para planificar el manejo de la fertilización y enmiendas de los principales cultivos, como son la Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.) y Cacao (Theobroma cacao L.), los cuales ocupan en la actualidad el 41.48 % de superficie total del CATBUL.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El Centro de Agricultura Tropical -CATBUL-, es una Unidad de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, que sirve de apoyo a los programas de investigación del Instituto de Investigaciones Agronómicas. Este centro realiza actividades de investigación y de producción en los rubros de caña de azúcar, café, cacao, achiote, árboles frutales tropicales nativos y exóticos, yuca, cítricos, hule y papaya; entre éstos rubros productivos los que producen ingresos por la venta son, la caña de azúcar, café pergamino, semilla híbrida de cacao, achiote comercial y semilla de achiote.

De la fertilización práctica en el manejo de los cultivos de cacao y caña de azúcar, necesita una investigación que proporcione la base técnica que permita establecer cuales son los nutrientes deficientes.

Actualmente la fertilización de los cultivos en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá -CATBUL-, se realiza en base a la experiencia acumulada realizada por varios años, en lo relativo al comportamiento de los nutrientes en el suelo y su relación con la planta; de tal forma que aun se desconoce la proporción de fijación de nutrientes y su capacidad de liberación o disponibilidad para los cultivos.

En los suelos Dystrandpts (haplustands) que se cultivan con caña de azúcar, según Tobías V., H. y Rodas C., O. (25), encontraron la presencia de altos contenidos de materiales amorfos que fijan nutrientes especialmente el fósforo, de tal manera que reducen la posibilidad de aprovechamiento este nutriente que se agregan al suelo.

Los suelos seleccionados para el ensayo no se quieren comparar entre sí, la razón del estudio de éstos suelos se debe a que son los que se encuentran en mayor proporción dentro del CATBUL. Los resultados de la investigación, harán posible manejar los niveles de producción y la mejora en el manejo de los cultivos que el Centro realiza en éstos suelos y por lo tanto incrementar los ingresos económicos de la Facultad de Agronomía y generación

tecnológica acorde a las características de los suelos y condiciones del área geográfica dónde se encuentra el CATBUL; además que posteriormente se pueda ayudar y orientar en la fertilización de los cultivos a los agricultores del área de San Miguel Panán y municipios circunvecinos.

Al incrementar el rendimiento por área, el CATBUL puede aumentar la generación de ingresos económicos, ya que el área cultivada por éstos 2 rubros ocupan el 41.48% del área total del Centro; esto equivale al 25.08 ha. de Cacao y; 12.067 ha. de Caña de Azúcar.

3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

El presente trabajo se realizó en suelos clasificados como INCEPTISOLES cultivados con cacao (Theobroma cacao L.) y caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), cultivos que se enmarcan dentro de las Políticas de Investigación del CATBUL (30).

Los rendimientos con las prácticas tradicionales, (5 qq. de triple 15), de fertilización en los cultivos mencionados son: 49 ton/ha., 0.2, ton/ha para caña de azúcar y cacao respectivamente.

Dentro del CATBUL se han realizado con anterioridad trabajos de investigación relacionados con la propagación de material genético y producción en cultivo de cacao y caña de azúcar. Además de las investigaciones anteriores, existen trabajos sobre clasificación de suelos y evaluación niveles de fertilización en caña de azúcar.

En los estudios sobre la determinación de niveles de fertilización en caña de azúcar, no se han considerado las características físicas y químicas del suelo, únicamente se ha pretendido conocer los niveles de fertilizantes a aplicar sobre la base de los requerimientos del cultivo (19).

Los suelos sujetos a estudio, poseen gran cantidad de Coloide Amorfo que tiene la particularidad de fijar los fosfatos.

Este trabajo dejará bases sobre la capacidad de fijación de P y K, la facilidad o dificultad de aportar los nutrientes para que se pueda planificar la cantidad de fertilización a aplicar en suelos que se encuentran cultivados con Caña de Azúcar y Cacao respectivamente.

Las recomendaciones como resultado de éste trabajo, para Caña de Azúcar y Cacao puede ser utilizadas para investigación que se realice a otros cultivos que posteriormente se planten en el CATBUL, en los suelos bajo estudio.

En forma indirecta también se pretende desarrollar ésta investigación para que sus resultados puedan ser utilizados dentro de los proyectos de investigación con materiales genéticos; además que posteriormente se pueda ayudar y orientar en la fertilización de los cultivos a los agricultores del área de Suchitepéquez.

4. MARCO TEORICO

4.1. Marco conceptual

4.1.1 Métodos de Evaluación de la Fertilidad:

Sánchez (26), menciona que la fertilidad del suelo tiene que ser evaluada de acuerdo a los elementos químicos esenciales para las plantas, y las características físicas y químicas del mismo.

El análisis de los niveles de disponibilidad de nutrientes en el suelo, deben realizarse con solución de extracción calibrados y correlacionados con el crecimiento de las plantas.

Chaminade citado por Sánchez (26), indica que en los experimentos en macetas con la técnica del elemento faltante se obtiene tres tipos de información: 1) que nutrientes son deficientes; 2) la importancia relativa de las deficiencias; 3) la tasa a la que se agota la fertilidad con los cortes sucesivos cuando se usa un pasto como planta indicadora.

Además, Sánchez (26) menciona que es uno de los procedimientos que sirve para la identificación de deficiencias de nutrientes, es la técnica del elemento faltante, esto involucra el uso de plantas indicadoras crecidas en el invernadero.

Carbajal (2), indica que los datos obtenidos del análisis de tejido vegetal reflejan una correspondencia de la capacidad de suministro de nutrimentos por parte del suelo con la influencia de factores externos. Dow y Robert citados por Medina (21), menciona que existen cuatro criterios para interpretar resultados de análisis de tejido: el nivel crítico, rango crítico, valores standard y el sistema de diagnóstico y recomendación integrado (DRIS).

Richard y Chaminade (23) menciona que para la fertilización son necesarios los siguientes aspectos :

- A) Que los nutrientes deben estar disponibles, de acuerdo a la fertilidad del suelo.
- B) Los requerimientos de las plantas que se cultivan. Según Schenkel et al (27) una adecuada fertilización implica el conocimiento de:

- a) Los nutrientes que deben aplicarse con la fórmula de fertilizantes.
- b) Dosis de cada uno de éstos nutrientes que se aplicará en conjunto o separadamente en el suelo.
- c) Forma de aplicación del fertilizante.
- d) Método de aplicación.

Wagner, en 1883 citado por Schenkel (27) dice, que el ensayo en macetas se convierte en una excelente técnica para estudiar fórmulas comerciales del fertilizante, esto sirve para establecer los nutrientes que faltan en el suelo, sin especificar las cantidades requeridas.

También Schenkel (27) dice que cualquier programa de exploración de deficiencia nutritiva pretende conocer las reservas de elementos que posee el suelo.

Holme (15), evaluó suelos cañeros para obtener la curva de respuesta al Nitrógeno, logró correlacionar entre el crecimiento vegetativo del maíz en la micro-parcela y tonelaje de caña de azúcar producido.

b. Técnicas de producción de cacao

Durante el período de plantía necesitan un sombramiento abundante, el cual puede ser de 50 a 70 % proporcionada por especies temporales y/o permanentes. La planta adulta, a medida que va autosombreándose con el desarrollo exige más luz, y mediante la eliminación paulatina del sombrío transitorio como el plátano (Musa sp), gandul (Cajanus Indicus), higuerío (Ricinus comunis) u otros que hayan plantado al principio, se reduce la sombra la cual puede variar entre 25 y 35 % (10).

Puede realizarse el almácigo con las características siguientes: 1.20 m. de ancho, de 0.10 a 0.20 m. de alto, la distancia utilizada para siembra es de 0.30 m. por 0.30 m. al cuadro, éste se puede realizar en macetas ó bolsas plásticas (10).

Según Martínez (18) el valor energético de los productos de cacao, es extraordinario por el alto contenido de grasas asimilables y de carbohidratos. Es de fácil digestión debido a que

dichas grasas contienen ácido palmítico, oléico y esteóico, los cuales se absorben más lentamente que los ácidos grasos de bajo peso molecular. Este autor dice que cuando consume 28.2 gramos de cacao en polvo, equivale a 14 unidades de vitamina A., 0.03 miligramos de vitamina B₂. (riboflabina), 0.08 miligramos de vitamina B₁. (tiamina), 2 miligramos de vitamina B₃. (ácido nicotínico) además hierro y fósforo.

Caceros, O. (1), considera que el cacao necesita 300 gramos por planta de 20-20-0, aplicados en mayo, 300 gramos por planta de urea en septiembre.

López C. (17) indica que en el país el 70 % de los agricultores no fertiliza el cacao, el 17 % hacen una sola fertilización al año y 13 % realizan dos o más al año.

DIGESA (13), recomienda a los cuatro meses de la siembra en el vivero, la aplicación de 22 gramos de urea por planta, con una aplicación total durante el año siendo de 66 gramos por planta. A los cuatro meses de trasplante recomienda aplicar 56 a 100 gramos, de 16-20-0 por planta aplicadas al inicio de las lluvias y antes que terminen las mismas.

c. Técnicas de producción de Caña de Azúcar

Según Matheu, L. (20), éste cultivo se caracteriza por la facilidad de captar energía luminica y la formación de cabohidratos.

Flores C. (10), indica que con base a los resultados de los estudios efectuados en varios países y a los análisis de hojas, tallos y de la evaluación con N, P, K, se ha concluido la dosis por planta, se aplican: 150 a 181 kg N/ha. para los deficientes en fósforo, aplicar de 86 a 115 Kg. P/ha. y para suelos deficientes en K, recomienda aplicar niveles iguales a N.

El mismo autor confirma que cuando se fertiliza la caña con 64 Kg de urea ó 127 Kg de sulfato de amonio por ha., no hay seguridad de obtener una ganancia, cuando se aplica más de 255 Kg de sulfato de amonio por ha., la cantidad es excesiva y en lugar de ser benéfica, puede causar problemas en la elaboración de sacarosa debido a que produce un colchamiento en los tallos.

Con aplicaciones de nitrógeno en dosis de 0-100-200 kg/ha, de 0-100-200 Kg P_2O_5 /ha, y 0-50-100 Kg K_2O /ha, concluye que aumenta el peso de caña, el fósforo ayuda a la respuesta de nitrógeno, aumentando los pesos de caña y en ausencia de fósforo, el aumento de las dosis de nitrógeno no incrementa el peso. En cuanto al potasio, la dosis en combinación con 120 Kg N/ha y de 50 Kg P/ha aumentó el peso de caña. De tal forma se deduce que los elementos N-P-K fueron limitantes en el peso de caña y que la mayor influencia la tuvo el N. en su dosis más alta (200 Kg/ha), en combinación con el fósforo; desde el punto de vista económico, la mejor dosis de 50 kg de fósforo por hectárea. (Matheu, 20)

Mas L. (19), menciona que la aplicación de los niveles de N-P-K y las diferentes épocas de aplicación de nitrógeno, sí influyen en el rendimiento de caña. El nitrógeno tiene un efecto positivo en dosis de 60-100 Kg/ha, ahora el P_2O_5 en dosis de 40-387 Kg/ha, K_2O dosis de 60-100-100 Kg/ha. En éstas proporciones, el autor dice que los elementos son aprovechados por el cultivo. Al aplicar el P_2O_5 y K_2O al momento de la siembra, el nitrógeno en tres fracciones, un tercio al momento de la siembra, el otro tercio a los dos meses y el último tercio a los cuatro meses.

2. Marco referencial

2.1 Características generales del Centro de Agricultura Tropical bulboxyá -CATBUL- " El CATBUL se ubica en el Municipio de San Miguel Panán, del Departamento de Suchitepéquez, es propiedad de la Universidad de San Carlos de Guatemala; bajo la administración de la Facultad de Agronomía, tiene una extensión de 89.5253 hectáreas". IIA (30)

Ubicación geográfica. Está ubicado en las coordenadas $14^{\circ}39'39''$ de Latitud Norte y $91^{\circ}22'00''$ Longitud Este, a 340 mts snm. Colindancias: Limita 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.(30)

2.1.1 Geología:

Según el Atlas Nacional de Guatemala, a escala 1:250,000 (14)

los suelos se han desarrollado sobre un material parental de aluviones del cuaternario (Qa); que han sido formados a lo largo del Litoral del Pacífico por los productos de erosión de las tierras altas volcánicas, gravas, pómez y depósitos laháricos de espesor desconocido.

2.2.2 Fisiografía y Geomorfología

De acuerdo a Flores A. (9) " El área se encuentra comprendida en la provincia fisiográfica, llanura costeras del Pacífico, está cubierta con el material aluvial cuaternario que está sobre los estratos de la Plataforma Continental. Los fluvios que corren del Altiplano Volcánico, al cambiar su pendiente han depositado grandes cantidades de material que han formado esta planicie de poca ondulación con un mal drenaje; encontrándose áreas sujetas a inundaciones particularmente al Oeste, ya que está conformada por terrazas aluviales recientes y subrecientes formadas por el río Nahualate, la parte Sur y Este son zonas colinares que conforman parte del Pie de Monte de las montañas adyacentes".

2.2.3 Zona de Vida

Según el mapa elaborado por De la Cruz (5) basado en el sistema Holdrige el área se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido.

2.2.4 Características climáticas

Con base a la estación meteorológica más cercana a Bulbuxyá es "tipo C, ubicada en el Municipio de San Antonio Suchitepéquez, (8). La estación reporta los datos siguientes:

Precipitación pluvial 4,000 mm. de lluvia anual distribuidos en 140 días al año. Entre los meses de Mayo a Octubre y son ocasionales algunas lluvias en Abril y Noviembre.

Temperatura: Se ha calculado una temperatura media anual de 25°C.

De acuerdo a la información climática Thorntwhite, citado por

Flores A. (9), define el clima como, cálido con invierno benigno, muy húmedo, sin estación seca bien definida.

2.2.5 Hidrología:

La zona no tiene problemas de abastecimiento de agua, existiendo ríos y quebradas que bajan de las montañas proporcionando el agua suficiente en época de verano, para el riego de los diferentes cultivos así como para el abastecimiento de la población.

El principal curso de agua superficial, es el río Nahualate, con sus afluentes: río Bujiyá, Los Trozos y algunas quebradas de menor importancia que escurren el área, de Norte a Sur. (30).

3. Localización del experimento

El experimento se desarrolló bajo las condiciones del invernadero de la Facultad de Agronomía ubicada en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria, zona 12. Su localización geográfica es de 14°35'11" Latitud Norte y 90°31'58" Longitud Oeste, a una altura de 1,502 msnm"

5. OBJETIVO

Determinar la respuesta a nutrientes N, P, K, Cu, Mn, Zn, Mo, S y B en el rendimiento en biomasa de la planta indicadora Sorgo (Sorghum vulgare) con la técnica del elemento faltante bajo condiciones de invernadero, en suelos Dystrandeps y Dystropepts.

6. HIPOTESIS

H1. Los suelos Dystrandeps y Dystropepts responden a la aplicación de N, P, K, Cu, Zn, Mn, Mo, S y B variando su rendimiento en biomasa por efecto de la presencia o ausencia de los nutrientes evaluados.

7. METODOLOGIA

7.1. Suelos utilizados

Tomando como base los resultados del Levantamiento Detallado de Suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), (30) se seleccionaron las unidades cartográficas por su extensión y uso de la tierra; los suelos a nivel de grandes grupos Dystropepts y Dystrandeps sirvieron como sustrato para la prueba biológica. En el cuadro 1 se presenta las concentraciones de los elementos disponibles, los cuales fueron extraídos por el método de "Doble ácido diluido", conocido también como método de Carolina del Norte.

Cuadro 1: Elementos disponibles de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn y Fe en los suelos evaluados.*

Suelo Cultivado con	mg/kg		[Meq/100][mg/kg]					
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
Cacao	15	180	4	0.8	1	2	0.8	12
Caña de Azúcar	15	185	3	0.7	1.5	2	0.5	13

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

7.2. Muestreo de suelos:

El trabajo se desarrolló en invernadero y laboratorio, requirió previamente obtener muestras compuestas homogenizadas de los suelos Dystropepts y Dystrandeps. Atendiendo a las características de los cultivos se consideró importante obtener muestras a profundidad a la distribución del sistema radicular de cada cultivo.

La técnica del muestreo en cada unidad de mapeo de cada cultivo se realizó un muestreo al azar para la formación de una muestra compuesta, tomando a cada 20 m. una submuestra; éstas se mezclaron para obtener la compuesta de 20 kg. representativos de cada área de cultivo(7), a una profundidad de 0 a 0.60 m.

Procesamiento de las muestras:

Las muestras de suelos obtenidas en el campo previo al análisis, se identifican, se secan a la sombra, tamizado a 2 mm. y homogenizado con homogenizador de doble flujo. La extracción se realizó con la solución extractora de doble ácido diluido (carolina del norte).

3. Estudio de sorción

Las características del suelo, se ven sujetas a cambios físicos, químicos y biológicos, esto es debido a reacciones que se dan dentro del suelo; por lo tanto la disponibilidad de nutrientes para la planta tiende a variar con la adición de los elementos químicos agregados, además influyen los presentes en el suelo. Diaz Romeu y Hunter (7) definen el proceso de sorción, como una actividad que consiste en la adición en cantidades crecientes de los nutrientes a evaluar, de tal forma que estos interactúen dentro del suelo y posteriormente determinar su disponibilidad.

Con las curvas de sorción se pueden establecer los niveles de elementos a aplicar en los ensayos biológicos; asegurando la absorción de nutrientes según lo indica Coronado (3), menciona que los suelos de la costa sur cultivados con algodón, estableció que multiplicando el resultado de la concentración del elemento en el punto de inflexión de la curva por un factor 1.5; de ésta forma se estima la cantidad del nutriente que es objeto de incubación.

Planta Indicadora

Dadas las características de los cultivos, su grado de perennidad, se simuló la extracción el aporte de nutrientes de los suelos evaluados con la planta indicadora.

Como planta indicadora se utilizó el Sorgo (Sorghum vulgare), variedad Guatecau, la cual presenta características siguientes: Sensible a la mayoría de deficiencias, crece rápido, se desarrolla en un amplio rango de condiciones climáticas y edáficas, además de tener una germinación rápida (22).

4. Incubación de Calcio y Magnesio

Se utilizó 4 vasos de 250 ml por cada suelo en estudio, aplicando 100 g de suelo, a éstos se les agregó cantidades crecientes de óxido de calcio (CaO) y óxido de magnesio (MgO), como se detalla en los cuadros del apéndice. En los recipientes con el suelo tratado se regó con 20 ml por vaso de agua destilada por día, para mantener la humedad necesaria en suelo de tal forma que se facilitaran los procesos químicos en el suelo. A los 25 días de incubación, se procedió a realizar evaluación de la concentración de calcio y magnesio, la dosis aplicada para suelo Dystropepts 0.1912 gramos de CaO, 0.1321 gramos de MgO por 100 g de suelo con pH 6.60 y Dystrandeps 0.3312 g de CaO y 0.1462 g por 100 g de suelo de MgO con pH 6.90. En los cuadros 5 y 6 se presentan las cantidades con las cuales se realizaron las pruebas de sorción, para los suelos estudiados.

b. Nutrientes Evaluados

Los nutrientes evaluados se establecieron con base a las análisis químicos de cada suelo, los cuales se muestran cuadro 1, otras características fisico-químicas. Los niveles de Calcio y Magnesio se estimaron con base a los resultados de la incubación de estos mismos elementos, cuyos resultados se encuentran en los cuadros del apéndice.

En los cuadros 2 y 3 se presentan los tratamientos evaluados con la técnica del elemento faltante.

cuadro 2. Nutrientes y niveles evaluados en el suelo cultivado con Cacao.

ELEMENTO	TRATAMIENTO
Testigo	0 ppm
N	20 ppm
P	165 ppm
K	0 ppm
Ca	0.1912 g/100g de suelo
Mg	0.1321 g/100g de suelo
Cu	0 ppm
Zn	5 ppm
Mn	15 ppm
Mo	0.2 ppm
S	12 ppm
B	0.2 ppm

Cuadro 3. Nutrientes y niveles evaluados en el suelo cultivado con Caña de Azúcar.

ELEMENTO	TRATAMIENTO
Testigo	0
N	20 ppm
P	570 ppm
K	362.5 ppm
Ca	0.3312 g/100g de suelo
Mg	0.1462 g/100g de suelo
Cu	21 ppm
Zn	17.7 ppm
Mn	3.0 ppm
Mo	0.2 ppm
S	12 ppm
B	0.2 ppm

5. Prueba Biológica:

El ensayo se realizó en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, el cual tiene las siguientes características: paredes y techo de vidrio, sobre bases de concreto, islas interiores (mesas) de trabajo de concreto, circulación normal de aire y regulación de temperatura con base a movimientos de las escotillas de vidrio en paredes y techo.

Se utilizó macetas plásticas de 500 ml. de capacidad, con 300 ml de suelo por cada unidad experimental. La aplicación de nutrientes se hizo 5 días antes de la siembra, en solución, de acuerdo a dosis establecida por medio de las curvas de fijación de nutrientes (sorción), como se indica en cuadros 3 y 4. A los 5 días después de la aplicación de nutrientes, se procedió a efectuar la siembra de sorgo variedad Guatecau, colocando 4 semillas en cada maceta. Cada una de las macetas con la muestra de suelo, se saturó con agua destilada, tratando de llevarlo a "capacidad de campo", se aplicó 25 ml de agua destilada con un intervalo de 2 días por cada maceta.

El corte de las plántulas de sorgo se efectuó 40 días después de la siembra, cortando las plantas a una altura de 1 cm. arriba de la superficie del suelo.

5.1. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 11 tratamientos y 3 repeticiones.

5.2. Modelo Estadístico:

El modelo matemático estadístico lineal para el análisis de las variables es el siguiente.

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

Y_{ij} = variable respuesta de la ij -ésima Unidad Experimental

M = efecto de la media general

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

i = 1, 2, 11 = número de tratamiento

j = a 1, 2, 3 = número de repeticiones de cada tratamiento.

e_{ij} = error experimental asociado a la ij - ésima unidad

experimental.

5.3. Variables respuesta:

5.3.1 Materia seca de la parte aérea:

El periodo de duración del ensayo biológico (40 días), fué fijado de acuerdo al tiempo de crecimiento de las plantas de la parte que es proporcional al desarrollo de las raíces; cuando se realizan ensayos a nivel de invernadero y macetas, el desarrollo de las raíces es afectada por el volumen de las macetas y de suelo utilizado. Se determinó que un periodo de 40 días las raíces han logrado el máximo desarrollo permitido por los recipientes; por lo tanto la planta detendría su crecimiento foliar y podría iniciarse una muerte prematura.

Se cortó el material vegetal (cosecha) de cada maceta para secar a 65 grados centigrados, de cada unidad experimental. El peso seco sirvió para comparar la producción de materia seca de las plantas en cada tratamiento. El rendimiento de biomasa se expresó en rendimiento relativo.

5.4. Altura:

Se midió la altura promedio para cada tratamiento a los 40 días de haber plantado el ensayo; la altura fué medida a partir de 1 cm. arriba del suelo. Según la técnica recomendada y la metodología utilizada se midió hasta el ápice de la última hoja presente. Con una frecuencia de 8 días se realizó la toma de datos de tal forma que se registran alturas a los 12, 20, 28, 36, y 40 días después de la siembra.

5.5. Materia seca de raíz:

Para el análisis de ésta variable, se pesó la raíz de cada unidad experimental, por tratamiento y repetición al final del ensayo, que es de 40 días, se expresó en gramos por maceta.

5.5. Diámetro de tallo:

Esta variable se midió a los 40 días de desarrollo que duró el ensayo, se tomó con Vernier a cada una de las plantas indicadoras por tratamiento y repetición, se expresa en centímetros.

5.7. Análisis de Datos:

A los datos obtenidos se les realizó análisis de varianza

(ANDEVA), en éste caso los datos analizados fueron la biomasa producida por tratamiento, expresado en gramos por maceta, secado a 65 grados centigrados y la altura de las plantas por cada suelo y por cada tratamiento. Para el análisis de varianza, se consideró un nivel de significancia del 10 %.

Al encontrar diferencia significativa entre tratamientos, se realizó una "prueba múltiple de medias", utilizando para el efecto la prueba de Tukey al 5 y 1%.

8. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente estudio, los cuales se discuten en forma individual para cada uno de los dos suelos estudiados.

8.1. SUELO DYSTROPEPTS

8.1.1. Rendimiento en biomasa

En el cuadro 4, se presenta el rendimiento de materia seca, en este se aprecia el efecto de la aplicación de nutrientes. Los menores rendimientos se obtuvieron al no aplicar fósforo, cobre y en el tratamiento sin ningún elemento aplicado; el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento con todos los elementos.

Al practicar el análisis de varianza, con el 10% de probabilidad de error, se encuentra que existe diferencia estadística entre tratamientos, por lo cual se realizó la comparación de medias con el estadístico de Tukey (cuadro 4).

Con base a los resultados de rendimiento en biomasa y a la comparación de medias, se deduce que la producción de biomasa es afectada por la ausencia de fósforo y cobre; en tanto que los otros elementos en evaluación: nitrógeno, potasio, azufre, zinc, manganeso, molibdeno y boro, no se detectan entre el tratamiento que tiene todos los elementos, por lo cual se considera que los mismos no son necesarios para la producción de cultivos; sin embargo llama la atención el caso del nitrógeno, el cual se considera un elemento indispensable y en el suelo tiene una alta movilidad; la situación del nitrógeno en este caso se atribuye al contenido de materia orgánica del suelo.

Cuadro 4. Comparación múltiple de medias del rendimiento relativo de biomasa, diámetro de tallo, altura y peso de raíz. Suelo cultivado con Caña de Azúcar.

Tratamiento	Rendimiento Biomasa	Rendimiento Relativo	Altura	Peso de raíz	Diámetro de tallo
Testigo	0.289 b	10.513 b	25.180 d	0.245 b	0.0166 e
-N	2.356 a	85.503 a	37.660 c	1.041 a	0.0413 e
-P	0.295 b	10.587 b	21.370 d	0.246 b	0.0166 e
-K	2.608 a	94.050 a	38.200 c	1.070 a	0.0447 b
-S	2.843 a	100 a	43.430 b	0.912 a	0.0451 c
-Cu	0.259 b	9.447 b	22.377 c	0.241 b	0.0136 e
-Zn	2.511 a	90.550 a	40.037 b	0.940 a	0.0456 a
-Mn	2.240 a	80.430 a	44.510 a	1.252 a	0.0453 b
-Mo	2.283 a	83.240 a	38.420 c	1.255 a	0.0451 b
-B	2.843 a	93.197 a	45.600 a	1.310 a	0.0456 a
Completo	2.752 a	100 a	42.947 a	1.168 a	0.0478 a

Cuadro 5. Análisis de varianza para rendimiento de biomasa, en el suelo cultivado con cacao.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	Pr > F			
		MATERIA SECA AEREA 1	RAIZ 2	TALLO 3	ALTURA 4
Tratamiento	10	0.0141	0.0033	0.0001	0.0001
Error	22				
Total	32				
Coef.te variación		42	31	2.19	4.79

8.1.2. Rendimiento Relativo

En el cuadro 4, se presentan los valores de rendimiento relativo, los valores menores corresponde a los tratamientos testigo y sin la aplicación de fósforo y cobre; los valores mayores se presentan cuando no se aplicó nitrógeno, potasio, azufre, manganeso, molibdeno, boro, zinc y en la solución completa.

Al efectuar el análisis de varianza, con el 10% de probabilidad (cuadro 8), indica que se presenta diferencia entre los resultados obtenidos, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias con Tukey al 5% (cuadro 4).

Al analizar los resultados de biomasa, el cual se consideró como base para rendimiento relativo, se mantiene la misma estructura en conformar los grupos, presentando valores bajos el testigo (sin ningún elemento aplicado), fósforo y cobre, estos valores nos permiten inferir que el cobre debe incluirse dentro de los planes de fertilización, así como fósforo que se encuentra en baja concentración y que correlciona con los análisis del suelo .

8.1.3. Altura de Planta

En el cuadro 4, se encuentran los resultados del efecto de los diferentes elementos aplicados, sobre la altura de la planta indicadora; la variable altura fue medida a los 12, 20, 36, y 40 días después de la siembra. Las menores alturas se obtuvieron con el testigo y cuando no se aplicó fósforo; las mayores alturas se lograron en los siguientes casos:

cuando no se aplicó azufre, potasio y en la solución completa.

El análisis de varianza reflejó exactamente esa situación, de tal forma que se confirma la diferencia entre tratamientos; al practicar la prueba de medias con el estadístico de Tukey, se establece el siguiente orden en cuanto diferencia entre tratamientos: (cuadro 4)

sin manganeso, sin molibdeno, sin boro y completo (a),
sin zinc y sin azufre (b),

sin nitrógeno, sin potasio, sin molibdeno y sin cobre (c)
testigo y sin fósforo (d)

Con base a la información anterior, se vuelve a confirmar el efecto que tiene la ausencia del elemento fósforo en el suelo; en tanto que cuando no están los elementos manganeso, molibdeno, boro, zinc y azufre no tiene mayores efectos sobre la altura, considerándose que estos elementos no son indispensables.

En las figuras 1 y 2 se aprecia en forma gráfica los resultados antes descritos se presentan en forma separada por macronutrientes y micronutrientes respectivamente.

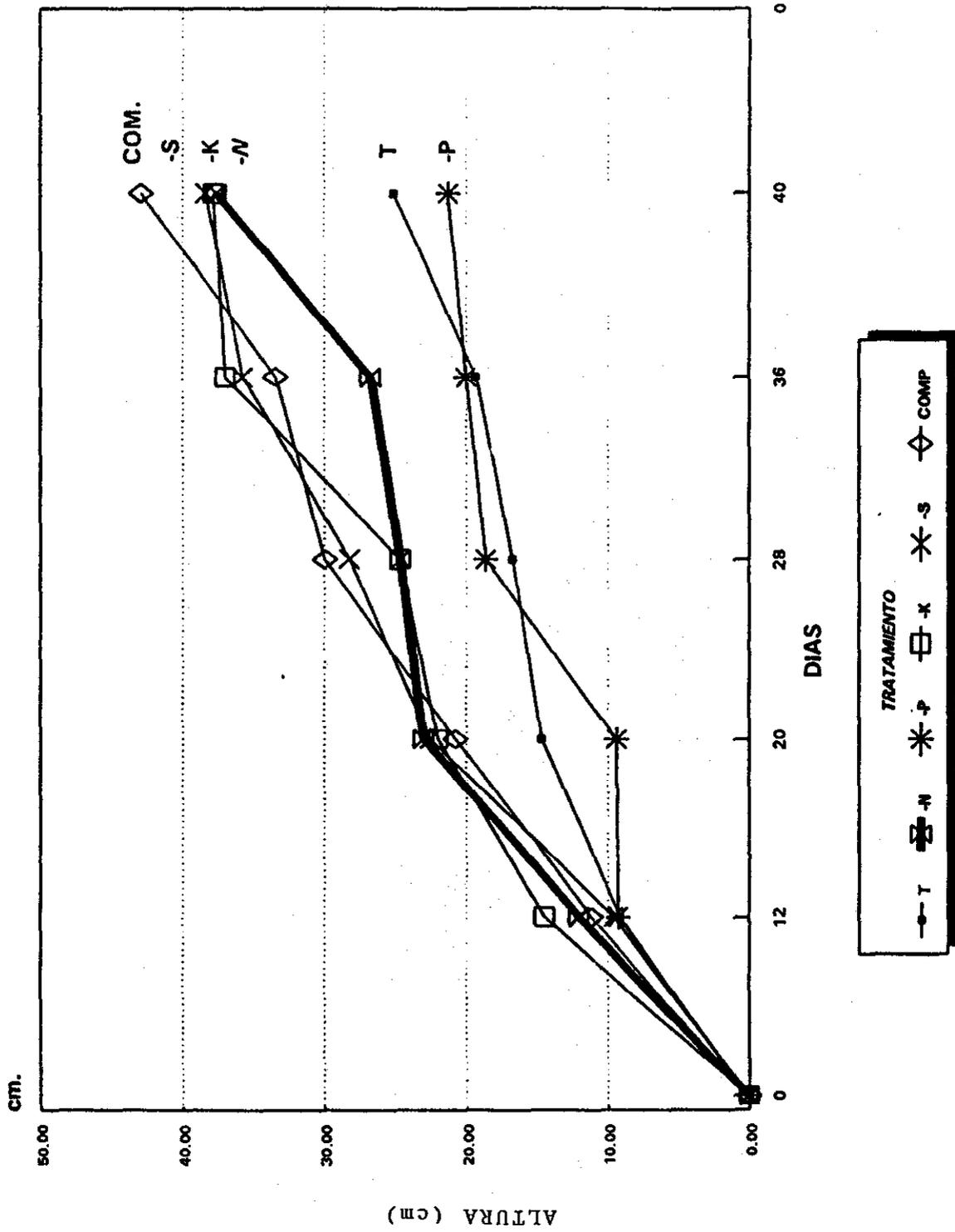


Figura 1. Crecimiento de plantas en altura (cm) con la aplicación de macronutrientes. Suelo Dystropepts.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

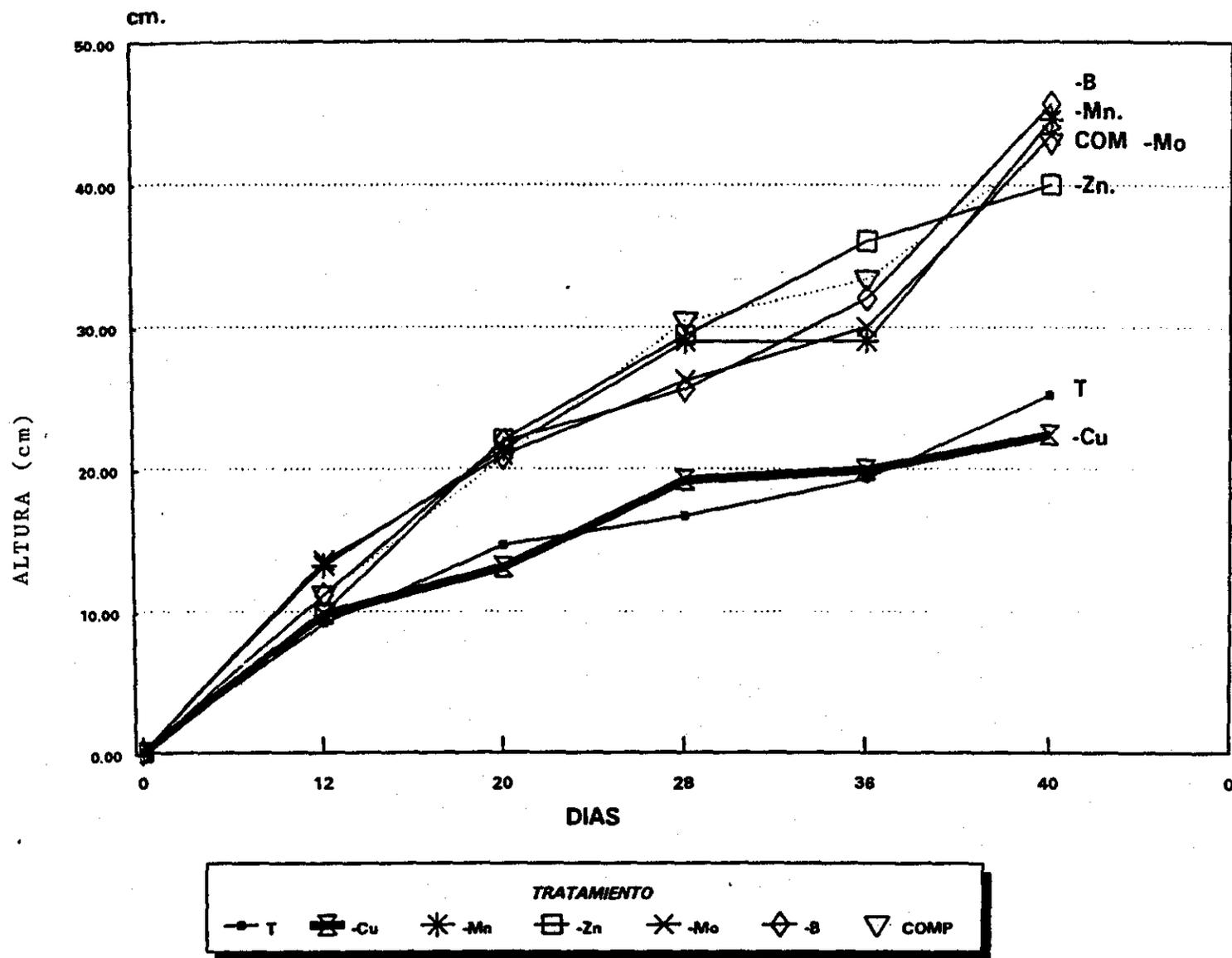


Figura 2. Crecimiento de plantas en altura (cm) con la aplicación de micronutrientes. Suelo Dystropepts

8.1.4. Diámetro de tallo

En el cuadro 4, se presentan los valores promedio del diámetro de las plantas por tratamiento por el efecto de la no aplicación de ciertos nutrientes, en éste caso los valores menores corresponden a los tratamientos sin la aplicación de fósforo, testigo (sin la aplicación de ningún elemento) y de cobre, en contraposición con el tratamiento que no tenía molibdeno, con el mayor rendimiento el cual es superior incluso, al tratamiento con todos los elementos evaluados.

Al realizar el análisis de varianza al 10% de probabilidad, de la variable diámetro de tallo, se presentan diferencias entre los resultados de la no aplicación de determinados elementos; en la comparación múltiple de medias con Tukey al 5 %, agrupa a los tratamientos con menor rendimiento que son, el testigo (sin ningún elemento aplicado), sin la aplicación de fósforo. Los mayores resultados se obtienen sin la aplicación de potasio, con la aplicación de todos los elementos evaluados y sin la aplicación de zinc.

8.1.5. Materia Seca de la Raíz:

En el cuadro 4, se presentó los datos de la variable materia seca de raíz en forma de promedios por tratamiento. Estos resultados al ser analizados estadísticamente por su varianza, se encontró diferencia entre los mismos y al practicar la prueba de medias de Tukey, se genera un agrupamiento de resultados de la siguiente forma:

El testigo (sin la aplicación de ningún nutriente) y cuando no se aplica fósforo tienen los mas bajos rendimientos, comparados con la ausencia de azufre, potasio y zinc, los cuales son superiores al tratamiento con todos los elementos presentes (Completo).

En resumen, el testigo (sin ningún elemento aplicado) y la falta de fósforo, afectan significativamente el peso de raíz.

8.2. SUELO CULTIVADO CON CAÑA DE AZÚCAR (DYSTRANDEPTS)

8.2.1 Rendimiento en biomasa

En el cuadro 6, se presentan los rendimientos promedio de biomasa con los tratamientos evaluados. Se observa que la no aplicación de ciertos nutrientes tales como el cobre, sin la aplicación de ningún elemento y fósforo producen los menores rendimientos en comparación con los tratamientos completo, sin la aplicación de azufre y potasio, en donde el último supera al valor del tratamiento completo, que posee todos los elementos evaluados. Estos resultados son lógicos si se considera que el suelo es un Andisol y debido a la dominancia en su complejo de cambio por la Alofana, tiene alta capacidad de fijación de fosfatos con valores de 85% o mas; los análisis iniciales practicados a las muestras de suelos, refieren bajas concentraciones de fósforo incluso menores de una parte por millón y por otra parte el cobre que también se encuentra en bajas concentraciones.

Cuadro 6. Comparación múltiple de medias de rendimiento en biomasa, rendimiento relativo, altura de planta, materia seca de raíz y diámetro de tallo, en suelo cultivado con caña de azúcar.

Tratamiento	Rendimiento Biomasa	Rendimiento Relativo	Altura	Peso de raíz	Diámetro de tallo
Testigo	0.199 a	17.76 b	25.773 d	0.246 b	0.192 c
-N	0.971 a	79.39 a	39.723 c	1.041 a	0.796 b
-P	0.197 a	18.06 b	21.370 e	0.246 b	0.219 c
-K	1.293 a	87.74 a	37.003 c	1.0 0 a	0.857 a
-S	1.162 a	85.22 a	43.430 b	0.912 a	0.857 c
-Cu	0.739 a	62.60 b	22.377 e	0.241 b	0.645 c
-Zn	0.967 a	76.95 a	36.087 c	0.940 a	0.923 a
-Mn	1.126 a	89.19 a	44.510 a	0.252 a	0.748 b
-Mo	0.882 a	68.28 b	35.950 c	1.255 a	0.828 b
-B	1.215 a	92.97 a	45.600 a	1.310 a	0.747 c
Completo	1.288 a	100 a	42.947 a	1.168 a	0.853 b

Al efectuar el análisis de varianza del rendimiento de biomasa (cuadro 7), se encuentra que existe diferencia significativa entre los resultados de la no aplicación de determinados elementos, concretamente no se encuentra diferencia estadística cuando no se aplican los elementos zinc, molibdeno, nitrógeno, manganeso, potasio, y boro.

Al aplicar la prueba de Tukey al 5% (cuadro 6), se observa exactamente la misma situación en lo referente a la forma de agrupar la respuesta del suelo a los tratamientos de la siguiente forma:

La falta de cobre, testigo (sin ningún elemento aplicado), y fósforo afectan el rendimiento en biomasa.

La ausencia de los elementos zinc, molibdeno, nitrógeno, manganeso, potasio, y boro no afectan el rendimiento de biomasa en la planta indicadora.

En el suelo cultivado con caña de azúcar se deduce que al no aplicar cobre y fósforo afectan la producción de biomasa foliar de cultivos y se puede traducir en bajos rendimientos de los cultivos que se lleguen a implantar en éste suelo.

Cuadro 7. Análisis de varianza para rendimiento de biomasa, expresado en gramos por media de tratamientos, suelo cultivado con caña de azúcar.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Pr > F			
		Raíz (1)	Tallo (2)	Altura (3)	Biomasa (4)
Tratamiento	10	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Error	22				
Total	32				

Coefficiente de variación: 1 : 22 2 : 19 3: 3.78 4 : 22

8.2.2 RENDIMIENTO RELATIVO:

En el Cuadro 6, se presentan los datos del rendimiento relativo de biomasa; en los datos que se ofrecen, se puede visualizar que con la no aplicación de molibdeno, cobre, fósforo y testigo son los que presentan los menores rendimientos; luego en orden creciente, están los tratamientos sin la aplicación de boro y el completo y finalmente el tratamiento sin la aplicación de azufre que fue con el que se obtuvo el mejor rendimiento relativo.

Al efectuar el análisis de Varianza del rendimiento relativo, se encuentra diferencia estadística entre los resultados de la no aplicación de determinados elementos; de tal forma que se da un agrupamiento de tratamientos de la siguiente manera:

No se encuentra diferencia estadística entre tratamientos cuando no se aplican los elementos cobre, fósforo y el testigo; cambia la situación con respecto a la no aplicación de manganeso, existiendo una gran diferencia entre el primer grupo y el que no tiene manganeso.

Con la prueba de Tukey al 5%, se encuentran dos grupos de tratamientos, de tal forma que del análisis se deduce que los elementos que influyen en el rendimiento relativo son: cobre, fósforo y que los elementos que no influyen en el rendimiento relativo son: nitrógeno, azufre, potasio, manganeso, zinc, boro.

8.2.3 Altura de planta

En el cuadro 6 se presentan los datos de altura de planta con la aplicación de los diversos tratamientos, las mediciones de las alturas de planta fueron realizadas a 12, 20, 28, 36 y 40 días de desarrollo.

Se puede visualizar en el cuadro 6, que los menores valores en altura se obtuvieron sin la aplicación de los elementos cobre y fósforo, en comparación con las mayores alturas que se presentaron en los tratamientos que no tuvieron aplicación de azufre y en el tratamiento completo.

El análisis de varianza aplicado a la altura de planta, que se presenta en el cuadro 7, identifica que existe diferencia

estadística entre los tratamientos en los que no se aplicaron determinados elementos, así:

No se encuentra diferencia estadística cuando no se aplica nitrógeno, potasio, azufre, zinc, molibdeno, manganeso y boro.

La respuesta del suelo a los tratamientos evaluados, se presentan de la siguiente forma:

Sin la aplicación de cobre, testigo y fósforo, en los cuales es afectada la altura.

La ausencia de los elementos nitrógeno, potasio y zinc afectan el crecimiento en altura. En tanto que el tratamiento completo (con la aplicación de todos los elementos), manganeso y boro; no son afectados en cuanto al incremento en altura de planta indicadora; en la figura 3 aparece el comportamiento de cada uno de los tratamientos macronutrientes. En la figura 4 aparece el desarrollo alcanzado con la aplicación de los micronutrientes.

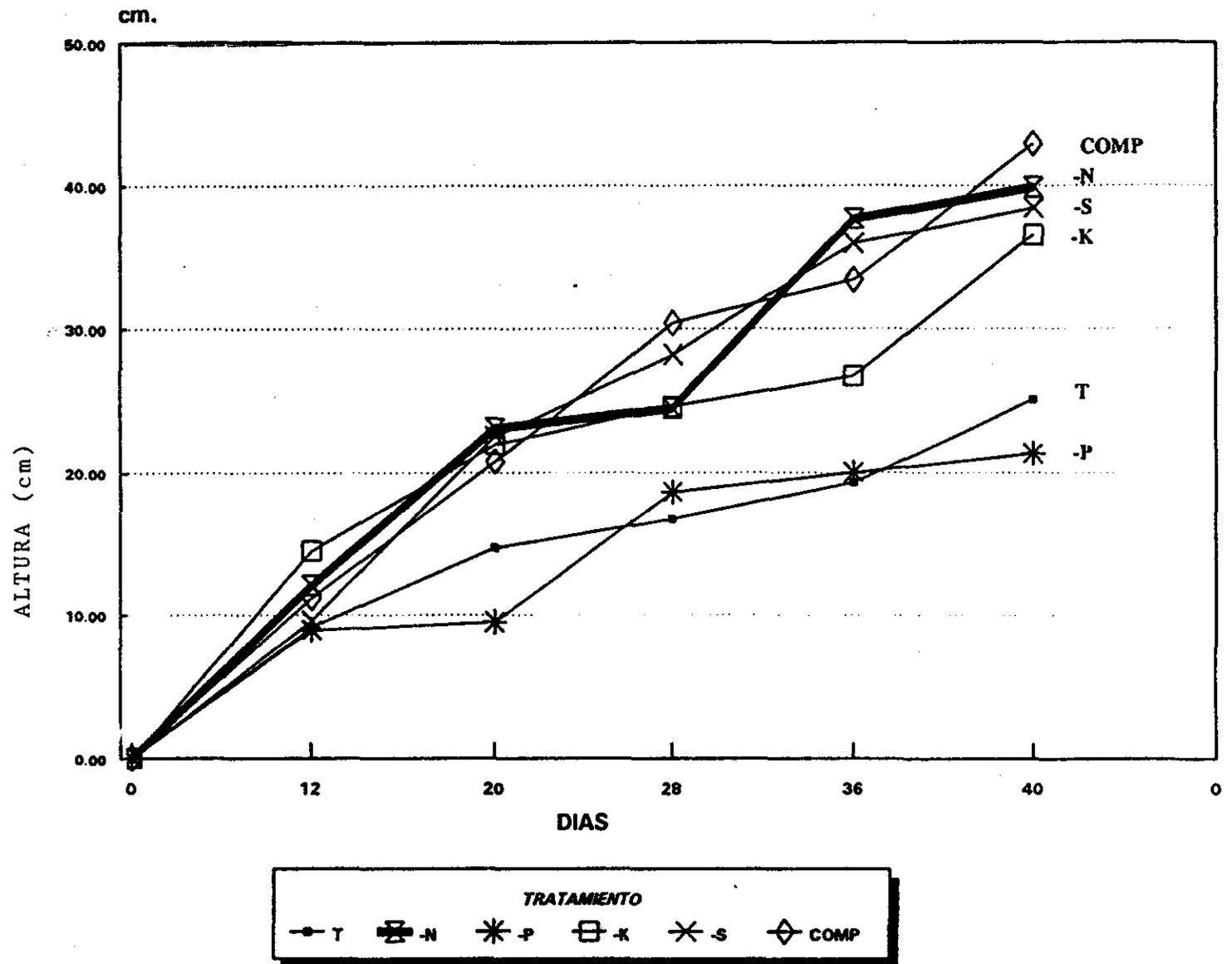


Figura 3.

Crecimiento de plantas en altura (cm), con la aplicación de macronutrientes. Suelo Dystrandeps.

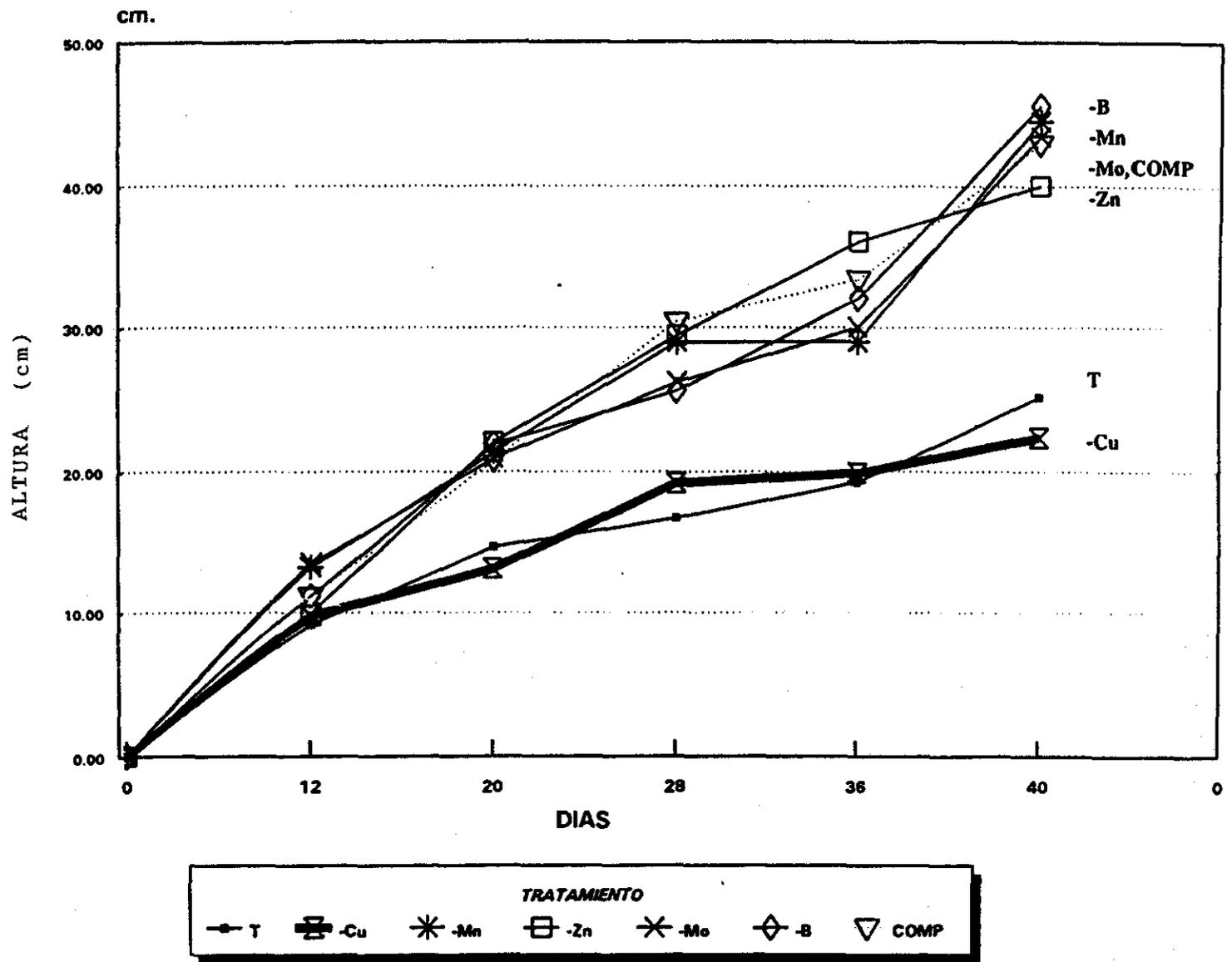


Figura 4.

Crecimiento de plantas en altura (cm) con la aplicación de micronutrientes. Suelo Dystrandeps.

8.2.4. Materia seca de raíz.

En el cuadro 6, se presentan los resultados promedio por tratamiento, del peso que alcanzaron las raíces como consecuencia de los elementos que se adicionaron al suelo. El cuadro 6, se observa que en los tratamientos sin fósforo, sin cobre y en el testigo (sin ningún elemento adicionado), se presentan los menores pesos en raíz. En los tratamientos sin potasio y sin zinc se presentan los mayores diámetros.

Al referirse al análisis de varianza del rendimiento en biomasa de raíces, se presenta diferencia entre tratamientos.

Los resultados de los análisis anteriores motivaron efectuar la prueba de Tukey al 5% (cuadro 6) y se encuentra que se mantiene la misma agrupación, en cuanto a respuesta del suelo a los tratamientos aplicados; a continuación se describe la forma en que quedan agrupados:

Sin la aplicación de cobre, testigo, (sin ningún elemento aplicado), con la ausencia de fósforo afectan el rendimiento de biomasa en raíz.

La ausencia de los elementos zinc, azufre, nitrógeno, potasio, completo (con la adición de todos los elementos), manganeso, molibdeno y boro, no afectan el rendimiento de biomasa en las plantas indicadas; esto indica que no son limitantes para este suelo, notando la variación que aparece debido a la técnica utilizada.

8.2.5 Diámetro de tallo.

En el cuadro 6, se encuentran los datos del promedio de cada uno de los tratamientos aplicados y su respuesta en términos de la influencia sobre el grosor expresado en diámetro de los tallos de la planta indicadora. Los resultados obtenidos permiten una diferenciación en cuanto a los tratamientos de la siguiente forma: Los menores grosores de tallo se tienen, sin la aplicación de fósforo y en el testigo. Posteriormente, en orden creciente de diámetro se encuentran:

Sin cobre, sin boro, sin manganeso, sin nitrógeno, sin molibdeno, completo, sin azufre, sin potasio y sin zinc.

Al efectuar el análisis de varianza de los valores de diámetro de tallo, aparece que existe diferencia entre los tratamientos utilizados.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (cuadro 6), se mantiene la misma estructura en agrupar la respuesta del suelo a los tratamientos:

El testigo, la falta de fósforo, sin la adición de cobre, presentan los valores mas bajos dentro de ellos, continúan con baja respuesta sin la aplicación de boro, manganeso, nitrógeno y molibdeno.

La no aplicación de los elementos completo (con la adición de todos los elementos evaluados), azufre, potasio y zinc, no afectan el rendimiento en diámetro de tallo en planta todos los elementos evaluados, por lo que éstos no son limitantes para éste suelo.

9 CONCLUSIONES

9.1 Suelo cultivado con Cacao (Dystropepts)

Existen algunos nutrientes que no es necesaria su aplicación en la fertilización, por el grado de disponibilidad de los mismos en el suelo. Con esto se acepta parcialmente la hipótesis propuesta en la presente investigación.

El suelo cultivado con cacao responde totalmente a la aplicación de fósforo, en el cual es deficiente. Este suelo también tiene una respuesta parcial a la aplicación del elemento cobre.

No se encontró respuesta a la aplicación de los siguientes elementos:

nitrógeno, potasio, azufre, manganeso, molibdeno, boro y zinc.

9.2 Suelo cultivado con caña de azúcar (Dystrandeps)

El suelo cultivado con caña de azúcar presenta deficiencias en algunos elementos, y responde a la aplicación de ellos; con lo anterior se acepta parcialmente la hipótesis propuesta al inicio de ésta investigación.

Este suelo responde a la aplicación de cobre y fósforo, por lo que necesitan ser incorporados para la producción.

El suelo Dystrandeps (cultivado con caña de azúcar) localizado en el área de estudio, no requiere la aplicación de potasio, zinc, manganeso, molibdeno, azufre y boro.

10. RECOMENDACIONES

10.1 Para la producción de Cacao en suelo Dystropepts, es importante que se consideren las siguientes recomendaciones:

Aplicar fósforo en los programas de fertilización.

Previo a considerar la posible de aplicación de nitrógeno a este suelo y bajo condiciones del cultivo de Cacao, es importante evaluar la producción de materia orgánica que genera el cultivo y su sombra, además de considerar los índices de mineralización, para establecer aportes reales nitrógeno al suelo.

Evaluar la respuesta económica a la aplicación cobre dentro de los programas de fertilización del cultivo.

10.2 Para la producción de Caña de Azúcar en el suelo Dystrandeps
Incluir en los planes de fertilización a los nutrientes cobre y fósforo. Para las estimaciones de cantidades a aplicar, es conveniente hacer ensayos de invernadero y de campo, previo a la aplicación en la áreas de producción comercial.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. CACEROS, O.A. 1992. Manejo de cultivos del CATBUL. Comunicación personal.
2. CARBAJAL, J.F. 1972. Cafeto cultivo y fertilización. Suiza, Instituto Nacional de la Potasa. 141 p.
3. CORONADO G., R. V. 1988. Evaluación de fertilidad en los suelos franco arenosos de la región de Tiquisate, Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades. p 35.
4. CHAMINADE, R. 1964. Diagnostic des carences minerals des sol pra i' experimentation em petitis vases de vegetation.

Sin publicar.
5. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. DIAZ LIMA, B. 1985. 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. 40 p.
7. DIAZ-ROMEY, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis de tejido vegetal e investigación en inverandero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
8. FIELDS, P.; PERROT, M. 1966. The nature of allophane in soils; iii rapid field and laboratory test for allophane. Journal of Sciencee (New Zeland) 9(3):623-629.

9. FLORES AUCECEDA, C.D. 1981. Estudio agrológico a nivel detallado, de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing.Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 116 p.
10. FLORES CACERES, S. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 171 p.
11. GARZA, A.M. 1988. Diseños Experimentales: Métodos y elementos de teoría. México, Editorial Trillas. p. 149-160.
12. GAVANDE, S. 1982. Física de suelos: principios y aplicaciones. México, LIMUSA. 351 p.
13. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. 1985. Recomendaciones técnicas para la región vii. Guatemala. 48 p.
14. ----- . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1970. Atlas geográfico nacional. Guatemala. p. 48 - 64.
15. HOLME, R.V. 1944. The importance of soil test as shown by the use of crop microplot experiments. In Meeting of British West Indies Sugar Technologists of Barbados. (1944, Barbados). Barbados, Proceedings Barbados Sugar Association. p. 46-58
16. JACKSON, M.L. 1970. Análisis químico de suelos. 2 ed. Barcelona, España, Omega, 662 p.
17. LOPEZ CABRERA, E.A. 1991. Diagnóstico de la situación del cacao en Guatemala. Guatemala, IICA. 21 p.

18. MARTINEZ ORDÓÑEZ, C.A. 1991. Diagnóstico de la producción-consumo, análisis y perspectivas de del sistema productivo de cacao (Theobroma cacao) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 149 p.
19. MAS LOPEZ, C.E. 1983. Evaluación de niveles de n-p₂ o₅-k₂ o y épocas de aplicación sobre rendimiento de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en la finca Bulbuxyá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.
20. MATHEU DE LEON, L.R. 1966. Ensayo de fertilización en caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) con nitrógeno, fósforo y potasio. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 44 p.
21. MEDINA, G.E. 1983. Relation of the composition of plant tissue in mesquite (Prosopis velutina) and grapefruit (Citrus paradisi) to soil composition. Thesis Mag. Texas, University. 62 p.
22. MENESES OJEDA, A,A. 1986. Determinación del nivel crítico de fósforo y potasio con tres soluciones extractoras en la serie de suelos Alotenango. Tesis Ing.Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
23. RICHAU, M.; CHAMINAI, R. 1968. II compte rendus des debats. L'Agronomie tropicale (Francia) 23 (2):184.
24. RIVERA, S.E. 1978. El cultivo racional y beneficio del cacao. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 36 p.

25. RODAS C., O.; TOBIAS, H. 1987. Levantamiento detallado de suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. p 17-19, 85-88.
26. SANCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico; Características y manejo. Trad. Edilberto Camacho. San José, C.R., IICA. p. 301-340
27. SCHENKJEL, G. 1971. Evaluación de la fertilidad de un suelo mediante la producción de materia seca en ensayo de macetas.. Turrialba, C.R., IICA. p. 252-262.
28. ----- . 1971. Exploración de deficiencias nutritivas en suelos en macetas. ii parte. Turrialba, C. R., IICA. 65 p.
29. TEUSCHER, H.; ADLER, R. 1987. El suelo y su fertilidad. México, Continental. 496 p.
30. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. 1989. Políticas de investigación de Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, Facultad de Agronomía. Guatemala. 23 p.
31. ----- . 1990. Informe de investigación. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. p. 24-36, 62-68.

Yo. Bo. Quijano de la Roca



12 APENDICES

APENDICE 1:

DESCRIPCION DE LOS SUELOS SUJETOS A ESTUDIO(*)

A continuación se transcribe las características que se describieron para cada uno de los suelos en estudio con base al trabajo desarrollado por Rodas O.A. y Tobías H.A. (24) "Unidad Ceiba San Pedro" (B₂₃)

Esta Unidad ocupa una extensión de 25.080 has.; fisográficamente constituye la zona de Colinas. Geológicamente está constituida por material volcánico reciente a elevaciones medianas.

Los suelos de ésta Unidad son medianamente desarrollados. Taxonómicamente se les ha clasificado en la consociación Typic Dystropepts, el pedón Bulx-13 es representativo de ésta Unidad.

Estos suelos tienen moderado potencial de fertilidad, son moderadamente profundos, el declive ondulado con pendientes moderadas a fuertes, por lo que el peligro de erosión es alto. Retienen poca humedad. Hacia el Noreste de la Unidad (donde se ubica el arboreto) se presenta un mayor contenido de arcilla y las pendientes más fuertes, así como erosión más avanzada.

Por su capacidad de uso, de éstos suelos se ha incluido en la clase IVE lo cual implica que pueden utilizarse para cultivos semipermanentes o perennes, bloques o limpios con severas limitaciones. Se consideran algunas prácticas de manejo y conservación.

Pedón BULX-13

Ubicación:	40 mts. Norte de carretera a cañal límite entre laguneta y la Ceiba).
Reconocedores:	Ogden Antonio Rodas y Hugo Tobías
Posición fisiográfica:	Escarpe
Forma de terreno circundante:	Fuertemente ondulado.
Pendiente:	24 %

Clima:

Régimen de temperatura:	Régimen Isohipertérmico
Régimen de humedad:	Régimen Udico
Vegetación o uso:	Café, Ingas, Cacao, Maíz y Hule
Material original:	Volcánico reciente
Drenaje:	Bien Drenado
Pedregosidad:	Escasa
Erosión:	Hídrica: Laminar y en surcos leve
Clasificación Taxonómica:	Typic Dystropepts Franca fina mixta Isohipertérmica
Capacidad de uso:	IVE

Tomado de Rodas O. y Tobías H. (25)

DESCRIPCION DEL PERFIL Bulx 13

- A 0-30 cm. Pardo oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arcilloso arenoso; estructura en bloques subangulares, medianos moderadamente definidos, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado, raíces comunes medias y gruesas, límite gradual e irregular".
- Bw 30-45 cm. Pardo oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arcilloso, estructura en bloques subangulares, finos, moderadamente definidos, friable húmedo; adhesivo y plástico en mojado, raíces comunes medias y gruesas, límite neto y ondulado.
- Bc 45-80 cm. Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo pardo muy pálido (10 YR 7/4) en seco; franco arcillo arenoso, bloques subangulares muy finos, débilmente definidos; firme y húmedo, adhesivo y plástico en mojado, raíces comunes, finos y medios".
- C + 80 cm. Amarillo pálido (2.5 y 7/40) en húmedo, blanco (10 YR (8/2) en seco; arenoso, sin estructura, suelto en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado, raíces comunes, medios".

UNIDAD MILAGRO II

Esta Unidad ocupa una extensión de 12.067 has., lo que representa el 13.48% del área total estudiada; fisiográficamente corresponde a terrazas sub-recientes del río Nahualate. Su material geológico está constituido por aluviones cuaternarios con influencia de ceniza volcánica, los suelos existentes son medianamente evolucionados. Taxonómicamente se les ha clasificado en la consociación Typic Dystrandeps, el pedón Bulux-9 es representativo de esta Unidad.

Estos suelos son de mediano a alto potencial de fertilidad; el relieve es bastante plano, por lo que no existe peligro de erosión. Hacia la parte norte de la unidad existe una pequeña área que presenta contacto lítico a menos de 50 cm. de profundidad, clasificándose ahí los suelos, Lithic Dystandeps.

Por capacidad de uso, a éstos suelos se les ha incluido en clase IIs. Lo cual implica que, éstos suelos pueden ser usados para cultivos anuales ó de dos cosechas por año.

La mecanización es dificultosa en la parte norte de la unidad por excesiva pedregosidad en el interior del perfil y contactos rocosos a menos de 50 cm. de profundidad, o bien afloramientos rocosos (principalmente en el sur de la unidad).

PEDON BULX - 9

Ubicación:	50 mts. Al Este de carretera del Cañal y Aprox. 100 mts. al Norte de Ceiba de Milagro III.
Fecha de observación	13-09-86
Reconocedor:	Odgen Antonio Rodas Camas
Posición Fisiográfica:	Planicie
Forma del terreno circundante:	Plano
Pendiente:	4%
Clima:	
Régimen de Temperatura:	Isohipertérmico
Régimen de Humedad:	údic
Vegetación y/o uso:	Caña de azúcar
Material original:	Aluviones cuaternarios de ceniza volcánica pumítica.
Drenaje:	Bien drenado
Pedregosidad:	Escasa
Erosión:	Hídrica: laminar, leve
Clasificación Taxonómica:	Typic Dystrandeps Cenizosa Isohipertérmica
Capacidad de uso:	IIs

DESCRIPCION DEL PERFIL Bulx -9:

Ap 0-35 cm. "Gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en seco; franco arcillo arenoso; estructura en bloques subangulares, finos débilmente definidos o fiáble en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado; raíces comunes finas y muy finas; límite neto y ondulado".

B_w +35 cm. Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; pardo (10 YR 5/3) en seco; medianos, moderadamente definidos, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado, raíces pocas y medias, Muestra 34.

Cuadro 8A. Análisis físicos y químicos Pedón Bulx-13

Horizonte	A	Bw	Bc	C.
Profundidad (cms)	0-30	30-45	45-80	+80
a) Análisis físicos				
1. Distribución de partículas (1)	27.07	37.51	27.40	----
-% Arc.	27.07	37.51	27.40	
-% Limo	24.32	21.73	26.67	----
-% Arena	48.61	40.76	45.93	----
2. Densidad: gr/cc (1)				
-aparente	0.01	0.96	1.08	----
-de partículas	1.94	2.03	1.98	----
b) Análisis químicos				
1. C.O. % (1)	2.53	1.27	----	-----
2. Bases intercambiables meq/100 gr. (2)				
-Ca	7.94	4.70	3.16	-----
-Mg	2.06	1.62	0.97	-----
-Na	0.21	0.19	0.45	-----
-K	0.59	1.41	1.44	-----
3. CIC meq/100 gr (1)	20.47	25.46	23.47	-----
4. Saturación de bases %	52.5	31.11	25.65	-----
5. pH (1)				
H O	6.4	6.4	6.4	6.2
-NaF (un minuto)	7.4	7.55	7.85	---
6. Elementos disponibles (2)				
-P mg/m	12.50	1.67	1.67	22.92
-K mg/ml	210.00	578.00	553.00	258.00
-Ca meq/100 ml	19.21	5.22	2.73	1.50
-Mg meq/100 ml	1.68	1.68	0.78	0.33

Cuadro 9A Análisis físicos y químicos del pedón Bulx-9

Horizonte	Ap	BW
Profundidad (cms)	0-35	+ 35
a) Análisis físicos		
1. Distribución de partículas (1)		
- % Arc.	19.50	16.03
- % limo	22.79	20.77
- % arena	57.71	63.20
2. Densidad: gr/cc (1)		
- aparente	0.88	1.00
- de partícula	1.87	2.05
b) Análisis químicos		
1. C.O. % (1)	7.42	3.24
2. Bases cambiables meq/100 gr (2)		
- Ca	5.20	1.91
- Mg	0.89	0.33
- Na	0.39	0.14
- K	0.06	0.06
3. CIC meq/100 (1)	14.62	21.90
4. Saturación de bases %	18.9	11.1
5. pH (1)		
- H O	6.0	6.0
- Naf (un minuto)	10.95	10.45
6. Elementos disponibles (2)		
- P mg/ml	0.83	0.83
- K mg/ml	23.00	23.00
-Ca mg/ml	7.23	2.73
- Mg mg/ml	0.69	0.33

1/ Análisis efectuado en laboratorio de Suelos, Facultad de Agronomía.

2/ Análisis efectuados en laboratorio de Disciplina de Suelos, ICTA.

APENDICE 2

ASPECTOS METODOLOGICOS COMPLEMENTARIOS

Cuadro 13A Cantidades de CaO y MgO adicionado y pH del suelo a 25 días para la realización del proceso de incubación. Suelo cultivado con caña de azúcar.

Oxido de Calcio (CaO) Aplicado (g/100g de suelo)	Oxido de Magnesio (MgO) Incubado (g/100 g de suelo)	pH del suelo (*)
0.5552	0.1487	7.60
0.3312	0.1462	6.90
0.2192	0.1185	6.40
0	0	5.90

* pH del suelo al final del periodo de incubación.

Cuadro 10A Cantidades de CaO y MgO adicionado y pH del suelo a 25 días para la realización del proceso de incubación. Suelo cultivado con cacao.

Oxido de Calcio (CaO) Aplicado (g/100g de suelo)	Oxido de Magnesio (MgO) Aplicado (g/100g de suelo)	pH (*)
0.8962	0.1487	6.60
0.1912	0.1321	6.60
0.1362	0.1155	6.10
0	0	6.00

* pH del suelo al final del periodo de incubación.

Cuadro 11A. Determinaciones físicas, químicas y metodologías usadas para el análisis de las muestras.

DETERMINACION	METODOLOGIA	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
P, K, Ca, Mg	Carolina del Norte. Extraído con H ₂ SO ₄ 0.25 N. y HCl 0.05 N. P por colorimetría. K, Ca, Mg. Lectura espectrofotométrica.	Diaz-Romeu y Hunter (7)

APENDICE 3

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

Cuadro 12A. Respuesta en altura (cm) a la deficiencia de los micronutrientes en el suelo Dystropepts.

DIAS DE LECTURA	TESTIGO	SIN COBRE	SIN MANGANE- SO	SIN ZINC	SIN MOLIB- DENO	SIN BORO	Solución completa **
12	10.60	11.30	11.60	9.80	9.10	8.20	9.80
20	15.80	19.30	22.70	20.10	23.60	18.60	20.80
28	22.80	20.70	23.10	25.60	24.40	22.20	27.10
36	24.40	24.60	27.50	26.70	27.10	30.90	37.60
40	25.70	30.50	31.90	27.90	30.30	32.10	38.90

* = Días después de siembra, en que se hicieron las observaciones

** = Con todos los elementos

Cuadro 13A. Respuesta en altura (cm), a la deficiencia de nutrientes en el suelo cultivado con caña de azúcar.

No de Días de desarrollo *	testigo	sin N	sin P	sin K	sin S	Completo **
12	9.10	12.00	8.80	14.50	9.60	11.20
20	14.70	23.00	9.50	22.00	22.60	20.80
28	16.70	24.70	18.60	24.70	28.20	30.40
36	19.30	26.70	20.00	26.70	35.90	33.40
40	25.20	33.60	21.40	37.50	38.40	42.90

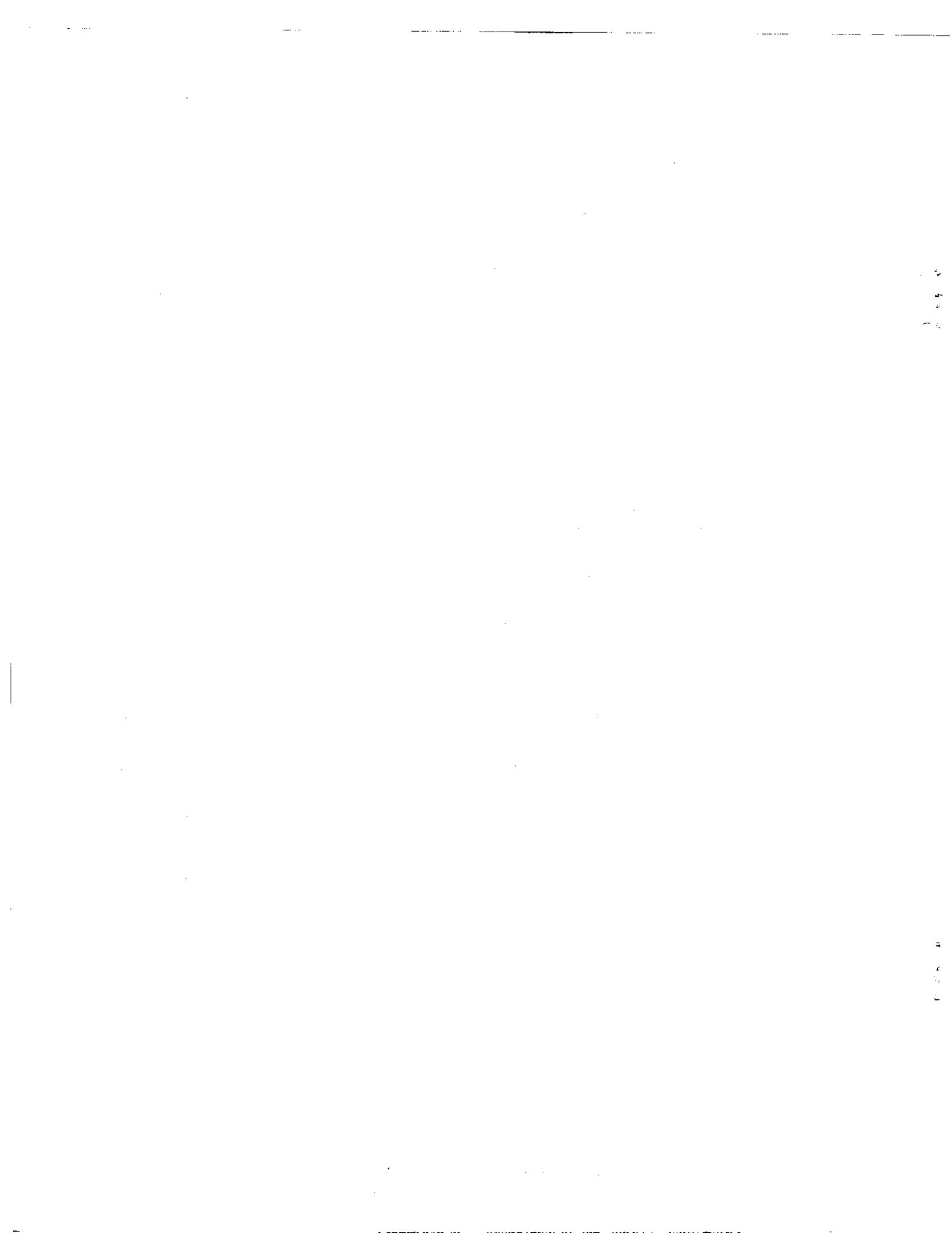
* = días después de la siembra

** = Solución Completa. Con todos los nutrientes.

Cuadro 14A. Respuesta en altura (cm) a la deficiencia de micronutrientes en el suelo cultivado con caña de azúcar.

Lectura D.D.S.*	T	sin Cu	sin Mn	sin Zn	sin Mo	sin B	Completo
12	9.10	9.80	13.20	9.90	13.50	11.20	11.20
20	14.70	13.10	21.40	22.00	20.90	21.90	20.80
28	16.70	19.20	27.50	29.40	26.20	25.60	30.40
36	19.30	19.90	30.50	36.10	30.00	32.00	33.40
40	25.20	22.40	44.50	40.00	43.40	45.60	42.90

* = DDS días después de la siembra.





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

Ref. Sem.039-94

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE DOS SUELOS DEL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL BULBUXYA, CULTIVADOS CON CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) Y CACAO (Theobroma cacao L.)".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MILTON RODERICO TOBIAS VASQUEZ

CARNET No: 78-04501

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Anibal Sacabajá
Ing. Agr. Gustavo Méndez
Ing. Agr. Adalberto Rodríguez

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. Hugo Tobias
ASESOR


Ing. Agr. M.C. José Jesús Chonay
ASESOR


Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


Ing. Agr. Maynor Estrada Rosa
DECANO EN FUNCIONES



c.c.Control Académico
Archivo
/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675

