

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE CALCIO, POTASIO Y NITROGENO, SOBRE EL RENDIMIENTO DE ARROZ (*ORIZA SATIVA L.*) EN LA ALDEA SAN PABLO, MUNICIPIO DE CANTABAL, QUICHE.



Guatemala, marzo de 1988

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRÉSTAMO EXTERNO

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS Y DOCUMENTACIÓN

Dh
01
+ (1097)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Anibal Martínez
VOCAL 1.	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
VOCAL 2.	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL 3.	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL 4.	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL 5.	T. U. Carlos E. Méndez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

4 de febrero de 1988


Ingeniero
Aníbal B. Martínez
Decano Facultad de Agronomía
Presente

Señor Decano:

Al saludarlo cordialmente, informamos a usted, que de acuerdo al nombramiento emitido por la Decanatura de la Facultad, hemos asesorado al estudiante RENE MARDOQUEO CASASOLA PAZ carnet No. 40410 en su trabajo de tesis titulado: "Efecto de diferentes niveles de calcio, potasio y nitrógeno, sobre el rendimiento de arroz (Oriza sativa L.) en la Aldea San Pablo municipio de Cantabal, Quiché.

Asimismo, informamos que ha sido concluída la asesoría y hemos revisado el documento final; por lo cual sugerimos a usted que sea aceptada la tesis del estudiante Casasola Paz, para su discusión en el Examen General Público.

Atentamente.


Ing. Agr. José U. Chonay
ASESOR

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Hugo A. Tobías V.
ASESOR

Guatemala,
1 de marzo de 1988

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos

Honorables señores:

En cumplimiento con lo establecido 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:

"Efecto de Diferentes Niveles de Calcio, Potasio y Nitrógeno, sobre el rendimiento de arroz (*Oriza sativa* L.), en la aldea San Pablo, municipio de Cantabal, Quiché".

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,


René Mardoqueo Casasola Paz

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES Mardoqueo Casasola Duque
Elena Paz de Casasola

A MI ESPOSA Ruth Elizabeth Santisteban de Casasola

A MIS HIJOS René Mardoqueo y Antonio José

A MIS HERMANOS Esperanza, Lolita y Otto

A MIS SUEGROS José Antonio Santisteban Fernández
Paly de Santisteban

A MIS CUÑADOS Judith, Raquel, Gerson, Manuel
Rudy y William

A MI GRAN AMIGO Carlos René Matheu de León
(Q E P D)

TESIS QUE DEDICO

A: Guatemala

A; La Universidad de San Carlos de Guatemala

A: La Facultad de Agronomía

A: Los Agricultores de Guatemala

AGRADECIMIENTO

- A: Los Ingenieros Agrónomos José Jesús Chonay P. y Hugo Tobías Vásquez, por su valiosa colaboración y asesoría en la realización del presente trabajo.
- AL: Licenciado Víctor Augusto Taracena Enríquez, por su apoyo moral
- A: Los Ingenieros Darío A. Monterroso F. y Hugo Font, por sus oportunos consejos.
- A: Amparo Arriaza, por su valioso apoyo en el trabajo mecanográfico.

CONTENIDO

	Página
Indice de Cuadros	iii
Indice de Figuras	iv
Resumen	v
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
A. Requerimientos Ambientales del Cultivo	4
B. Absorción y Distribución de los Fertilizantes en la Parte Aérea de la Planta de Arroz	5
C. Efectos de la Aplicación de los Fertilizantes	6
V. CARACTERISTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL	11
A. Características Geográficas	11
B. Topografía	11
C. Geología	11
D. Características Climáticas	13
E. Zona Ecológica	13
F. Hidrología	13
G. Condiciones Edáficas	14
1. Características del suelo	14
H. Características Socio-económicas	14
VI. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO	16
A. Materiales	16

	Página
1. Suelos	16
2. Variedad de arroz	16
3. Fuente y concentración de fertilizantes	17
4. Niveles de fertilizantes aplicados	18
B. Metodología Experimental	19
1. Diseño experimental	19
C. Manejo del Experimento	20
1. Muestreo de suelos	20
2. Preparación del terreno	20
3. Siembra	20
4. Fertilización	20
5. Prácticas culturales	22
6. Cosecha	22
7. Análisis estadístico para interpretación de datos	22
VII. RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION	23
A. Interpretación del Análisis del Suelo	23
B. Características Generales del Cultivo Observadas Durante el Ciclo	25
C. Características Molineras del Grano de Arroz Granza	25
D. Rendimientos de Arroz Granza	27
E. Análisis de Varianza	28
F. Comparación de Prolongaciones de la Matriz Experimental Plan Puebla I	30
G. Determinación de Dosis Optima Económica para Capital Ilimitado	31
VIII. CONCLUSIONES	35
IX. RECOMENDACIONES	36
X. BIBLIOGRAFIA	37
XI. ANEXO 1	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Fuentes y concentración de fertilizantes	17
2	Niveles de fertilizantes aplicados	18
3	Características físicas y químicas del suelo	24
4	Características molineras del grano de arroz granza	26
5	Medias de rendimiento de arroz granza para cada tratamiento	27
6	Análisis de varianza para los tratamientos del cubo central	28
7	Análisis de varianza para los quince tratamientos objeto de estudio	29
8	Comparación de medias de rendimiento de las prolongaciones versus la media del cubo central	30

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Determinación de dosis óptima económica del factor calcio para capital ilimitado	32
2	Determinación de dosis óptima económica del factor potasio para capital ilimitado	33
3	Determinación de dosis óptima económica del factor nitrógeno para capital ilimitado	34
4	Mapa de la República de Guatemala con la localización de la aldea San Pablo, municipio de Playa Grande, departamento de Quiché	12

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en terrenos de la aldea San Pablo, municipio de Playa Grande, departamento de Quiché. Ubicada a una altura de 220 msnm, con precipitación pluvial media de 4500 mm anuales, a una temperatura media de 31°C.

Cuenta con un suelo de textura arcillosa, P^H de 5.2, contenido de materia orgánica de 5.8 % a 0.76 %, CIC de 36.4 a 50.68 meq/100 g. y saturación de bases de 53.48 a 71.7 % en las profundidades estudiadas de 20 y 40 centímetros respectivamente.

El experimento consistió en determinar el efecto de diferentes niveles de CaO , K_2O y N sobre el rendimiento de arroz granza.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con 14 unidades experimentales cada bloque, repetido tres veces. El arreglo de tratamientos fue un factorial incompleto, distribuido en base a la Matriz Experimental Plan Puebla I.

Los resultados fueron sometidos a análisis de regresión, a análisis de varianza, efecto mínimo significativo sobre efecto factorial medio de los tratamientos del cubo central, diferencia mínima significativa como comparador de las medias de rendimiento de las prolongaciones versus la media de rendimiento de los ocho tratamientos del cubo central, comparación múltiple de medias y análisis económico para capital ilimitado.

El área de la unidad experimental consistió en parcelas de 10.8 metros cuadrados netos y 3.9 metros cuadrados para efectos de borde, haciendo un área bruta de 14.7 metros cuadrados por parcela, lo que para 42 unidades experimentales hace un total de 453.6 metros cuadrados netos y 617.3 de área bruta.

Los tratamientos aplicados fueron: adiciones de cal agrícola con 60 % de C_2O en dosis de 0, 3.27, 6.54 y 9.82 ton/ha, muriato de potasio al 60 % de K_2O en dosis de 0, 167, 333 y 500 kg/ha. Urea al 46 % en dosis de 0, 87, 174 y 261 kg/ha.

Se aplicó una dosis constante de 109 kg/ha de triple superfosfato al 46 % de P_2O_5 .

Las adiciones de cal al voleo, se incorporaron al suelo en sus diferentes tratamientos 45 días antes de la siembra.

Los tratamientos de fertilizantes se aplicaron por postura en tres dosis, espaciadas así: Una con la siembra, otra a los 30 días y la última a los 60 días después de la siembra.

En la primera dosis se incluyó la totalidad del muriato de potasio, fósforo y un tercio de nitrógeno de cada uno de los tratamientos. En la segunda y tercera dosis, sólo nitrógeno en un tercio del tratamiento correspondiente.

Se determinó que la línea GU 3022 de Oriza sativa estudiada, presenta características generales apropiadas para el suelo y área en estudio.

Las características molineras son de 78.5 % de arroz moreno, para 66.7 % de arroz oro, del cual 37.4 % es entero y 29.3 % es quebrado.

Según el método gráfico estadístico propuesto por Turrent Fernández A. (27), las dosis óptimas económicas para capital ilimitado son de 0 ton/ha de cal agrícola, 217 kg/ha de muriato de potasio y 44 kg/ha de urea.

El experimento duró 193 días desde la incorporación de la cal hasta la cosecha. Las condiciones climáticas fueron normales en la zona. No se tuvo ataques de plagas ni enfermedades, por lo que el ensayo no tuvo limitantes en sus objetivos.

I. INTRODUCCION

La importancia del cultivo de arroz a nivel nacional, se evidencia al revisar las estadísticas del país. De acuerdo con Arriaga A. (4) la producción en los años 1957-1962 fue de 14,038 toneladas métricas. Santamaría y Cruz P. (23) indican que en los años 1968-1969 se produjo 25,060 toneladas métricas, de las cuales el 93.8 % se destinó para consumo humano, 4.3 % para semilla y 1.9 % se consideró pérdida.

Arriaga A., Santamaría y Cruz P. (4-23) señalan que las zonas de producción según censo agropecuario de 1964, suman un total de 12,263 hectáreas. La sección de Estadística Agropecuaria del Instituto Nacional de Estadística reporta 13,587 hectáreas para 1969, habiendo sido las zonas norte y suroriental las que mayor producción y área cultivada acumularon. La producción media estimada fue de 1,868 kilogramos por hectárea, equivalente a 28.83 quintales por manzana.

Angladette A. (2) dice que el arroz como parte de la dieta humana aporta en forma de glúcidos el 90.6 %, en forma de proteínas 8.1 % y en forma de lípidos 1.3 %.

Según el informe económico del Banco de Guatemala del año 1967, Guatemala exportó arroz al área centroamericana que produjo divisas equivalentes a 400,806 pesos centroamericanos.

El objetivo principal de este trabajo, dado el potencial de uso de la zona norte del país, persigue evaluar el efecto de los diferentes niveles de nitrógeno, potasio y calcio en la producción de grano del cultivo de arroz granza, utilizando la línea GU 3022, en la aldea San Pablo, municipio de Playa Grande, departamento de Quiché.

II HIPOTESIS

- A: El calcio, el potasio y el nitrógeno, influyen en los rendimientos del cultivo de arroz.
- B: Dentro de los diferentes niveles de calcio, potasio y nitrógeno, existe un nivel óptimo económico que justifica su utilización.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Evaluar la respuesta de la producción comercial del cultivo de arroz a diferentes niveles de los elementos calcio, potasio y nitrógeno, en la aldea San Pablo, Cantabal, Quiché.

B. Objetivos Específicos

1. Evaluar rendimientos en arroz granza del cultivo a diferentes niveles de calcio, potasio y nitrógeno.
2. Determinar las dosis óptimas económicas de fertilizante para la producción de arroz con capital ilimitado.

IV. REVISION DE LITERATURA

A. Requerimientos Ambientales del Cultivo

Angladette A. (2) indica que en condiciones adecuadas de humedad, la semilla de arroz germina a temperaturas que oscilan con la variación del ciclo vegetativo. Para las regiones tropicales la temperatura mínima es de 13 °C, la óptima está entre 35-37 °C y la máxima es de 42 °C.

El sistema radicular del cultivo queda inactivo a partir de la maduración de los granos, aunque el suelo esté húmedo.

Las condiciones óptimas de humedad del suelo para la floración, están entre 70 y 80 %, pareciendo imposible por debajo del 40 % y por sobre 95 %.

Las condiciones de temperatura óptima, mínima y máxima de germinación del polen son de 30 °C, 20 °C y 38 °C respectivamente.

Topolanski E. (26) dice que los suelos preferidos por el cultivo de arroz corresponden a la clase textural de arcillosa a franco arcillosa, a fin de conseguir una mas conveniente contención del agua.

Angladette A. (2) indica que los suelos de aluvión son la categoría más importante para los cultivos de arroz, no importando si son recientes o antiguos, de origen fluvial o marítimo; dice además que las arcillas negras tropicales son importantes para el cultivo acuático, que hay en ellas presencia de concentraciones cálicas en el fondo y de carbonato de calcio libre, pero son deficientes en nitrógeno, fósforo y materia orgánica, siendo además pobres en potasio. Son suelos neutros o ligeramente básicos.

Litzemberger S. C. (16) afirma que en tierras bajas húmedas, arcillosas bastante pesadas o en suelos en los que subyacen capas duras o subsuelos impermeables, se puede cultivar arroz, ya que las pérdidas de agua por filtraciones son pequeñas y que los mismos no pueden ser igualmente adecuados para otros cultivos que requieren sistemas radiculares más profundos para producir rendimientos satisfactorios.

B. Absorción y Distribución de los Fertilizantes en la Parte Aérea de la Planta de Arroz.

Según Perdomo, M. A. et. al. (20), el proceso de absorción de los nutrientes a través de las diferentes etapas de crecimiento, es una función de las propiedades del suelo, cantidad de fertilizante aplicado, variedad de arroz y sistema de cultivo (Ishizuka 1964); se ha observado también que la capacidad de absorción de nutrimentos en las raíces de las plantas de arroz, se adapta fácilmente a condiciones de crecimiento poco favorables, como lo demuestran bajo sombra y a baja temperatura (Yoshida 1976).

El nitrógeno es absorbido rápidamente durante las primeras etapas de desarrollo, no así el fósforo cuya absorción es lenta has-

ta cuando se inicia el primodio floral, posteriormente es un poco más rápida hasta poco después de la floración cuando las necesidades de fósforo de la planta están satisfechas. También indica que el rendimiento en grano de un cultivo de arroz está determinado por la capacidad de recipiente y la producción de contenido. La capacidad de recipiente es el producto de el número de panículas por unidad de área, por el número de espiguillas por panícula, por el tamaño de la cáscara. El número de panículas por unidad de área, el número de espiguillas por panícula y el peso del grano, están relacionados con la cantidad de nutrientes absorbidos por la planta de arroz durante su etapa de desarrollo.

C. Efectos de la Aplicación de los Fertilizantes.

Perdomo & Hampton (21), señalan que el nitrógeno es uno de los elementos mayores más importantes que necesita la planta de arroz para su crecimiento, que además es un elemento generalmente deficiente en los suelos.

El Manual de Producción del Cultivo de Arroz (1), indica que la planta de arroz deberá tener tanto nitrógeno como lo necesite en la etapa temprana y mediana de formación de renuevos para hacer que aumenten al máximo el número de panojas y que además lo seguirán necesitando incluso en la etapa de maduración.

Fagade y De Datta, citados por Arregocés O. y León, L. A. (3), indican que la fertilización nitrogenada aumenta el número de hijos, influyendo en la densidad; indicando también que cuando no se

aplica nitrógeno, el rendimiento aumenta linealmente con el incremento en la densidad, debido a que las altas densidades compensan el efecto adverso del poco número de hijos. La aplicación de nitrógeno estimula el macollamiento, por lo tanto el rendimiento obtenido es mayor que sin aplicación, a medida que aumente la densidad y el nivel de nitrógeno aplicado; el rendimiento asciende hasta alcanzar un punto máximo en la curva, para luego empezar el descenso.

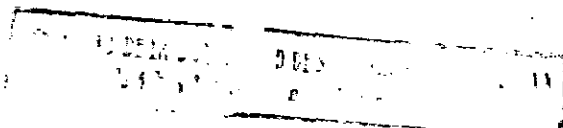
Litzenberger S. C. (16), dice que la planta necesitará de altos a moderados niveles de nitrógeno para el establecimiento de un buen sistema radicular y para que las raíces retoñen; es también necesario al comienzo de la etapa reproductiva, cuando la panoja empieza a desarrollar y cuando se inicia la formación del grano.

Tisdale S. M. & Nelson W. L. (25), dicen que el nitrógeno es el principal constituyente de las sustancias protéicas y permitirá la absorción del fósforo necesario para la floración y fructificación de la planta.

Topolanski E. (26), cree que los tallos de las plantas serán más gruesos si se efectúan aplicaciones correctas de nitrógeno y fósforo, asegura además que en los suelos arcillosos la adición de potasio no aumenta en forma significativa los rendimientos a menos que se adicionen fertilizantes con nitrógeno y fósforo.

De Alba B. R. (7), dice que el crecimiento anómalo de las plantas de arroz se debe a la carencia de un régimen de humedad adecuado para su desarrollo y un desbalance en la asimilación de nitrógeno y potasio.

Sánchez, P. A. (22), afirma que el arroz responde a la fertilización nitrogenada, excepto cuando la tierra está recientemente desmontada.



Pazos, W. R. (19), dice que el efecto de una fertilización adecuada es múltiple, pues con ello se favorece la germinación normal de la semilla, las plantas crecen vigorosamente y resisten mejor el ataque de plagas y enfermedades. Por otra parte, el fertilizante provoca un mejor crecimiento de las raíces y las plantas pueden soportar mejor los efectos adversos de la sequía. Sin embargo, en aquellas áreas con suelos ácidos, cuyo contenido de aluminio es alto, también hay respuesta positiva a la aplicación del elemento fósforo.

León, L. A. Citado por Gudiel L. J. A. (14), comenta que el fósforo se ha clasificado en suelos en bajo y alto, lo cual se basa en la respuesta que la cosecha da a la adición de fertilizantes fosforados. La respuesta es significativamente alta si el suelo es bajo.

Frue A. C. (8), recomienda que la fertilización se haga teniendo en cuenta los análisis de suelo. Los investigadores del Instituto Colombiano Agropecuario, establecieron 15 ppm de fósforo como límite entre un contenido bajo y alto, para lo que aconsejan aplicar entre 0 - 60 kg/ha de P_2O_5 .

Perdomo & Hampton (21) señalan que el potasio afecta la formación o metabolismo de los carbohidratos, división o translocación de los almidones, afecta el metabolismo del nitrógeno y la síntesis de la proteína en plantas verdes, regula la actividad de nutrientes esenciales, neutraliza ácidos orgánicos, es activador de enzimas, ajusta el movimiento estomatal y de relaciones de agua.

Kamprath E. J. (15), cree que el potasio es necesario para la fijación de la celulosa en la base del tallo y regula los excesos de fósforo y nitrógeno.

Buckman H. O. & Brandy N. C. (5), consideran que en suelos aluviales, el fósforo y el potasio no son necesarios.

El Manual de Producción del Cultivo de Arroz (1), indica que en los suelos rojos y amarillos al hacer aplicaciones de potasio, habrá incremento en los rendimientos de grano aproximadamente del cin cuenta por ciento. En los suelos lateríticos muy intemperizados, cer ca del 25 % de los utilizados en cultivos de arroz se manifestarán con deficiencias de potasio. El potasio hace que el cultivo sea más resistente a las enfermedades y a los efectos adversos de las condi ciones climáticas desfavorables; favorecerá además el desarrollo de renue vos e incrementará el tamaño y peso del grano.

Frue A. C. (8), comenta que mundialmente las cantidades de potasio aplicadas al arroz varían de 30-140 kg/ha. Respecto a la dosis, cuando el contenido de potasio intercambiable sea mayor de 0.15 meq/100 g. y la relación de las otras bases intercambiables y el potasio no sea mayor de 30-40 kg/ha de K_2O , aplicar de 20-40 kg/ha de K_2O . Si el contenido de potasio intercambiable es menor de 0.15 meq/100 g. ó la relación entre la suma de las otras bases y el potasio es mayor de 30-35 kg/ha, debe aplicarse entre 50-120 kg/ha de K_2O .

Perdomo & Hampton (21), señalan que el calcio tiene im-
portancia en el aumento del estado de saturación de bases del suelo.

Santamaría G. & Cruz Pérez S. (23), dicen que la aplica-
ción al suelo de dosis altas de carbonato de calcio y fósforo, así co mo el uso de sustancias formadoras de quelatos y fertilización con algunos micronutrientes tiene efectos benéficos en atenuar o corregir la fitotoxicidad inducida por excesos de cobre en el suelo.

Mannix F. J. & Rodríguez R. M. (17), dice que el calcio protegerá a la planta de los ácidos orgánicos tóxicos, asimismo par ticipará en el aumento de la actividad microorgánica favorable en la

nutrición. El calcio inactiva el hierro y aluminio, aumentando así el nivel de fósforo disponible para las plantas.

Worthen E. L. (28), estima al calcio como un elemento necesario para el adecuado funcionamiento y crecimiento de las raíces de las plantas, sirve en la síntesis del protoplasma y para la división celular.

V. CARACTERISTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL.

A. Características Geográficas

Según Mapa Cartográfico del Instituto Geográfico Nacional (10), la aldea San Pablo está ubicada dentro de lo que es el Sector Ixcán de la Franja Transversal del Norte, en el municipio de Cantabal, situada a 15°58' latitud norte y 90°47' longitud oeste. Ver figura 4.

B. Topografía

Varía desde plana hasta suavemente ondulada, con elevaciones de 150 a 220 metros sobre el nivel del mar, planicies anchas y pendientes cortas.

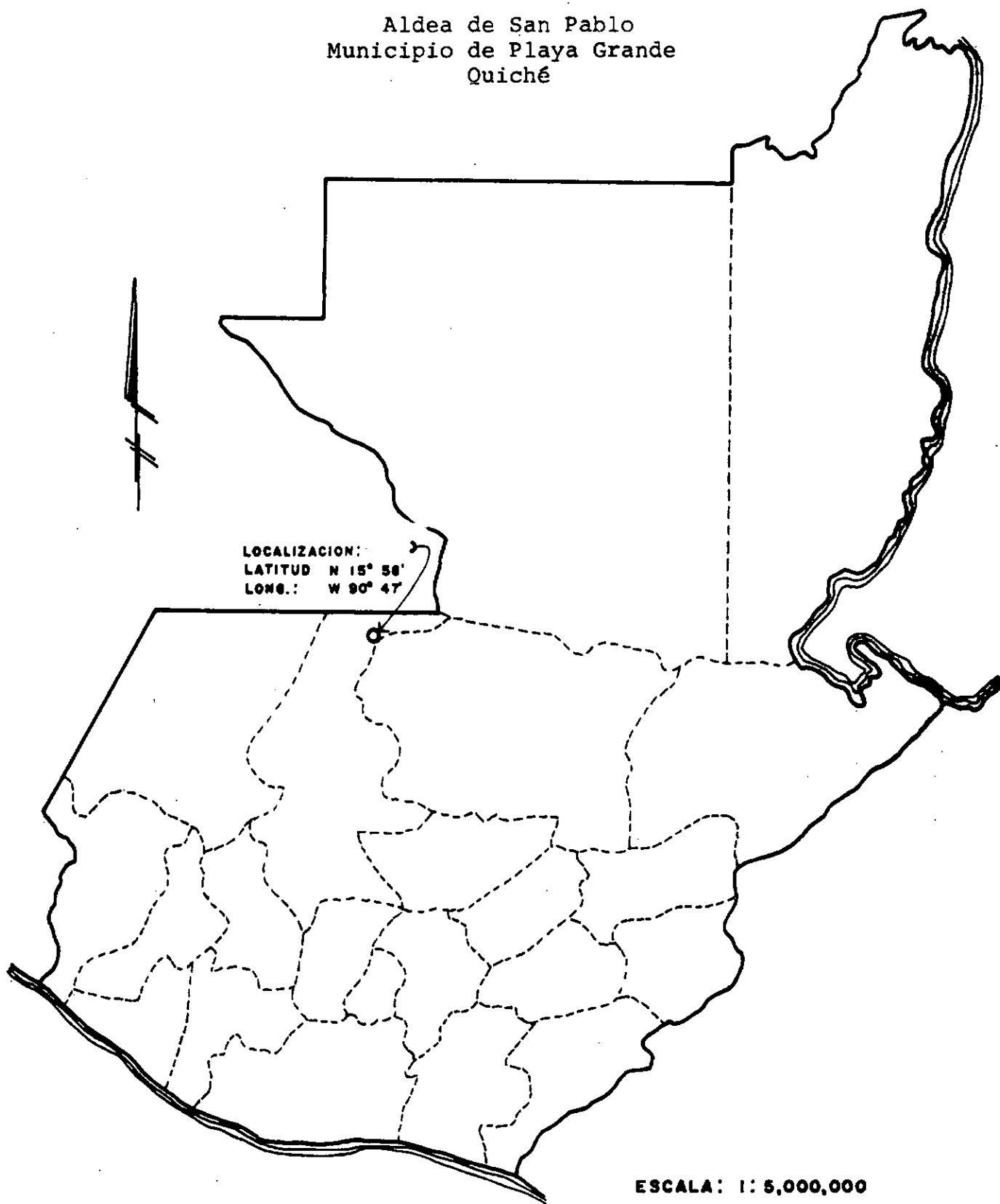
C. Geología

En el Mapa Geológico del Instituto Geográfico Nacional (12), la región en estudio está comprendida en la provincia denominada tierras bajas de Petén, estas representan un área tropical húmeda con elevaciones promedio de cien metros formadas por sedimentos clásticos marinos levemente plegados. Sobre calizas, esquistos y dolomitas cretácicas se desarrolló un relieve kárstico dando lugar a terrenos accidentados. Incluye formaciones toledo, reforma grupos verapaz que datan del cretácico terciario, con formaciones sepur y campanianos-eoceno. La precipitación alta, pendientes de moderadas a fuertes, baja estabilidad estructural y poca profundidad efectiva del suelo, limitan en forma considerable la utilización de recursos naturales disponibles.

Figura 1.

MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

Aldea de San Pablo
Municipio de Playa Grande
Quiché



ESCALA: 1: 5,000,000

D. Características Climáticas

Según Thornthwaite (13), el clima de la región estudiada, en función de la jerarquía de temperatura y carácter del clima, corresponde a cálido-húmedo, sin estación seca ni fría bien definida (A'a'B r).

De acuerdo con la estación climatológica número 14.15.4 del INSIVUMEH ubicada en la cuenca del río Chixoy, en un período de diez años se registran los siguientes datos: 1512.28 milímetros de evaporación a la sombra por año, 72.85 por ciento de humedad relativa promedio con máximas de 100 y mínimas de 22 por ciento, temperaturas absolutas máxima de 43.3 °C y mínima de 7.4 °C, precipitación media de 1358 mm distribuidos en 142 días del año.

Cruz R. de La (6) dice que la estación lluviosa varía y que la estación seca no está bien definida, observándose entre los meses de marzo y abril con presencias nocturnas. La precipitación pluvial tiene una media anual de 4500 mm.

E. Zona Ecológica

La aldea San Pablo, Cruz, R. De La (6), se encuentra dentro de las áreas clasificadas como bosque muy húmedo subtropical cálido, con condiciones climáticas variables por la influencia de los vientos, con un régimen de lluvias de gran duración que inciden grandemente en la composición florística y en la fisionomía de la vegetación. Son suelos poco fértiles, lo que implica una agricultura no muy diversificada.

F. Hidrología

El Mapa de Cuencas de la República de Guatemala, del Instituto Geográfico Nacional (11), registra la cuenca número 3.7, dentro de la cual se localiza el área en estudio. El eje

Principales de dicha cuenca es el Río Chixoy, que recibe como afluentes a los Ríos San Román, Lechugal, Del Cedro, Cantabal y Tzejá; haciendo un área tributaria de 7820 kilómetros cuadrados y un caudal promedio de 1000 metros cúbicos por segundo.

G. Condiciones Edáficas

1. Características del suelo

De acuerdo con Simmons, CH. S. Tarano, J. M. & Pinto J. M. (24), los suelos Chapayal ocupan gran parte del área del municipio de Cantabal, los que son profundos, de imperfectamente a mal drenados, que están desarrollados sobre esquistos arcillosos calcáreos, en un clima cálido y húmedo. Ocupan relieves suavemente ondulados en el sur de Petén y en las partes Norte de Quiché y Alta Verapaz. Están a sociados con los suelos moderadamente drenados Sebol y los poco profundos Chacalté, pero son más gruesos que éstos. En esta serie están incluidas muchas áreas de suelos mal drenados de color casi negro que ocupan depresiones del terreno. En algunos lugares se encuentran rocas grandes de caliza en la superficie del suelo.

H. Características Socio-económicas

La Comisión Para Determinar las Condiciones Agro-socio-económicas de la Franja Transversal del Norte ICTA (9), dice que la aldea San Pablo está formada por familias de campesinos procedentes de distintos lugares de la República (Quiché, Alta y Baja Verapaz), lo que conlleva diferencias de lenguaje, pero que en su mayoría entienden el idioma oficial. La Religión predominante es la católica, aunque también existen evangélicos. Cuentan con una cooperativa agrícola en la que funciona un expendio de productos agrícolas y de consumo familiar.

Del total de habitantes que componen la población económicamente activa, la mayoría se dedican a la agricultura. Existen otras fuentes de trabajo generadas por las instituciones del Sector Público Agrícola, que demandan el resto de la mano de obra disponible para realizar labores diversas dentro de sus planes de trabajo; lo que constituye fuentes de ingresos adicionales para quienes a su vez generan ingresos a los campesinos dedicados exclusivamente a la agricultura al proporcionarles trabajo en sus parcelas en la época agrícola tradicional.

VI. MATERIALES Y METODOS

A. Materiales

1. Suelos

El experimento se realizó en suelos de la serie Chapayal. Ver anexo 1.

2. Variedad de arroz

La variedad de arroz utilizada fue la Línea GU-3022 con las siguientes características:

- a) Desarrollo vigoroso
- b) Macollamiento profuso
- c) Altura de la planta 110 centímetros
- d) Ciclo vegetativo de 148 días
- e) Hojas color verde claro, erectas
- f) Hojas bandera cortas y erectas, un poco más bajas que la espiga
- g) Espiga con longitud media de 25 centímetros, ramificada, resistente al desgrane
- h) Grano largo, sin aristas, cáscara color amarilla, longitud de 9 a 10 milímetros y ancho de 2.5 a 3 milímetros.

3. Fuente y concentración de fertilizantes

En el cuadro 1 se resumen las fuentes, concentraciones y precios de los materiales fertilizantes y adiciones utilizados.

Cuadro 1. Fuentes de los materiales fertilizantes utilizados

<u>FUENTE</u>	<u>CONCENTRACION Q./kg (*)</u>		
Cal Agrícola	0.60	CaO	Q 0.20
Muriato de Potasio KCl	0.60	K ₂ O	Q 0.82
Urea CO (NH ₂) ₂	0.46	N	Q 0.77
Triple Super Fosfato	0.46	P ₂ O ₅	Q 0.86
Ca (H ₂ PO ₄) ₂ H ₂ O			

(*) Precios del mes de febrero del año 1987

4. Niveles de fertilizantes aplicados

Para darle respuesta a los objetivos e hipótesis propuestas, se estudiaron tres factores: calcio, potasio y nitrógeno, los que se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Niveles de Fertilizantes Aplicados en Cada Tratamiento.

t r a t a m i e n t o s					
<u>CaO</u>	<u>K₂O</u>	<u>N</u>	<u>Cal Agric.</u>	<u>Muriato de Potasio</u>	<u>UREA</u>
ton/ha	kg/ha		ton/ha	kg/ha	kg/ha
1.4	100	40	3.27	167	87
1.4	100	80	3.27	167	174
1.4	200	40	3.27	333	87
1.4	200	80	3.27	333	174
2.8	100	40	6.54	167	87
2.8	100	80	6.54	167	174
2.8	200	40	6.54	333	87
2.8	200	80	6.54	333	174
0.0	100	40	0.0	167	87
4.2	200	80	9.82	333	174
1.4	0	40	3.27	0	87
2.8	300	80	6.54	500	174
1.4	100	0	3.27	167	0
2.8	200	120	6.54	333	261
0.0	0	0	0.0	0	0

Se aplicó dosis constante de triple superfosfato a todas las unidades experimentales en 50 kg/ha de P₂O₅, exceptuando al testigo.

B. Metodología Experimental

1. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con 14 unidades experimentales y un testigo cada bloque; repetido tres veces.

El arreglo de tratamientos, es un factorial incompleto distribuido en base a la matriz experimental Plan Puebla I.

La Unidad experimental consistió en parcelas de 10.8 metros cuadrados de área neta y 14.7 metros cuadrados de área bruta por cada unidad.

Las plantas se distribuyeron al cuadro, cada 30 centímetros haciendo de esta manera una densidad de 1.11×10^5 plantas por hectárea.

El modelo lineal estadístico para el análisis de las variables se describe como sigue:

Y_{ij} : $U + T_i + B_j + E_{ij}$

Y_{ij} : Variable respuesta asociada a la ij -ésima unidad experimental.

U : Efecto de la media general

T_i : Efecto de i -ésimo tratamiento

B_j : Efecto de la j -ésima repetición

E_{ij} : Error experimental asociado a la ej -ésima unidad experimental.

i : 1, 2, 3, 4.....tratamientos.

J : 1, 2, 3 repeticiones

Análisis de datos.

Para evaluar los resultados, se tomó en cuenta únicamente los rendimientos de arroz granza en kilogramos por hectárea y los costos e ingresos de la producción.

C. Manejo del Experimento

1. Muestreo de suelos

Se extrajeron dentro del área bruta un total de 30 muestras, 15 con profundidad a 20 centímetros y 15 a 40 centímetros, se homogenizaron y de ellas se obtuvo dos muestras compuestas, una de cada una de las profundidades descritas.

Los resultados de las análisis físico y químico se presentan en el cuadro 3.

2. Preparación del terreno

Se efectuó barbechado previo a la siembra, se delimitó las unidades experimentales, se adicionó al voleo la cal sobre cada una de las parcelas que le correspondió este tratamiento, incorporándola con azadón.

3. Siembra

Se realizó 45 días después del encalado, previo a lo cual también se quitaron del terreno las malezas que se desarrollaron en el lapso de los 45 días apuntados. Las posturas de siembra fueron de 20 granos por macolla y a distancias de 30 centímetros al cuadro dentro de cada parcela, dejando como área de efectos de borde 25 centímetros.

4. Fertilización

La primera aplicación la constituyó la dosis total de muriato de potasio y triple superfosfato y una tercera parte de la dosis total de urea; realizada el mismo día de la siembra, en bandas laterales enterrada a cinco centímetros de la planta. La segunda aplicación fue de un tercio del total de urea enterrada a cinco centímetros a la par del cultivo, treinta días después de la siembra. La tercera aplicación en la misma cantidad y forma que la segunda y sesenta días después de la siembra.

5. Prácticas culturales

Se efectuaron tres limpiezas en el transcurso del desarrollo del cultivo, espaciadas cada treinta días a partir de la siembra.

6. Cosecha.

Se realizó con machete cortando cada macolla, aporreando sobre un tapexco de varas y ventilado con canastos para apartar la basura del arroz granza.

El grano al momento del corte y aporreo estaba con humedad no mayor del 23 %. Se almacenó con humedad no mayor del 12 % lo que se logró por medio de asoleadas.

7. Análisis estadísticos para interpretación de datos

Para evaluar los efectos de los factores en estudio se realizaron las siguientes pruebas:

Análisis de Varianza de los ocho tratamientos del cubo central y de los 15 tratamientos del experimento total.

Efectos factoriales medios significativos para los ocho tratamientos del cubo central.

Comparación de medias de rendimiento en tratamientos de las prolongaciones versus media del cubo central.

Determinación de dosis óptima económica para capital limitado, siguiendo el método gráfico estadístico sugerido por Turrent A. (27).

VII. RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

A: Interpretación del Análisis del Suelo.

La textura, en base a los resultados de los análisis realizados, se puede afirmar que la clasificación textural del suelo corresponde a arcillas, con porcentajes de ellas que van desde 43.89 % hasta 65.03 % en las dos profundidades estudiadas.

El pH, está por debajo de su punto de neutralidad con valores de 5.2 para ambas profundidades, que identifican a suelos moderadamente ácidos.

El aluminio, con relación al calcio magnesio para la capa de suelo de 0 a 20 centímetros es de 3.42 meq/100 g. que equivale al 26 % y para la de 20 a 40 centímetros es de 12.98 meq/100 g. que equivale al 58 % de aluminio intercambiable.

Para la relación calcio magnesio, según Kamprath (15) en la mayor parte de suelos, el calcio predomina dentro de los cationes cambiables y el magnesio guarda una posición intermedia, de lo que puede deducirse que la relación 2:1 del análisis realizado si es congruente con la teoría aludida.

Coleman (1958) citado por Kamprath (15) dice que para hacer enmiendas de calcio deberá consultarse la cantidad de aluminio en la solución del suelo, además afirma que para considerar al catión aluminio como excesivo, éste deberá sobrepasar el 60 % de la relación Al/Ca-Mg en el constitutivo de las arcillas.

El análisis físico-químico realizado al suelo, da una capacidad de intercambio catiónico de 36.40 meq/100 g. y 50.68 meq/100 g. para las profundidades de 0 a 20 y de 20 a 40 centímetros respectivamente, factor en el cual reside el comportamiento del calcio intercambiable que es de 13 meq/100 g. y 22.24 meq/100 g. y extraíbles de

de 5.5 meq/100 g. y 6.2 meq/100 g. en las mismas profundidades.

El magnesio intercambiable, se desarrolla independientemente de lo que muestra el CIC.

El porcentaje de saturación de bases, de 53.48 % y 71.70 % se consideran adecuadas en las dos profundidades estudiadas.

La disponibilidad del potasio que aparece en el análisis del suelo, es de 58 ppm y 56 ppm, equivalente a 116 kg/ha y 112 kg/ha, que teóricamente está entre la franja aceptable para este suelo y requerimientos del cultivo. Es importante hacer notar que debido al p^H ácido que presenta el suelo, la disponibilidad del potasio se ve restringida para el cultivo, ya que la arcilla y el humus por lo general lo retienen.

El nitrógeno, en suelos ácidos está más disponible cuando hay materia orgánica presente y dispuesta a descomponerse. En este suelo la misma alcanza 5.8 % considerada como aceptable, lo que permite comprender el comportamiento del mismo en los resultados.

De no ser por la materia orgánica existente, se tendría que pensar en aplicaciones mayores y que para suelos arcillosos oscilan entre 70 y 90 kg/ha, para poder cubrir teóricamente los requerimientos del cultivo de arroz que son de 20 gramos de nitrógeno por cada mil de grano producido. Ver cuadro 3.

Cuadro 3. Características físicas y químicas del suelo

Características	Profundidades en centímetros	
	20	20-40
<u>Distribución de partículas</u>		
Porcentaje de arena	32	21
Porcentaje de limo	24	14
Porcentaje de arcilla	44	65
Clase textural	arcillosa	arcillosa
Tipo estructural	bloques subangulares	granular
Consistencia	ligeramente dura, friable	duro, firme
<u>Elementos extraíbles *</u>		
ppm de P	3.50	3.00
ppm de K	58.00	56.00
meq/100 g. de Ca	5.50	6.20
meq/100 g. de Mg	2.25	3.10
meq/100 g. de Aluminio intercambiable	3.42	12.98
p ^H en agua, relación 2.5:1	5.20	5.20
Porcentaje de materia orgánica	5.80	0.76
<u>Elementos intercambiables **</u>		
meq/100 g. de CIC	36.40	50.68
meq/100 g. de Ca	13.00	22.24
meq/100 g. de Mg	5.53	13.10
meq/100 g. de Na	0.65	0.45
meq/100 g. de K	0.25	0.25
Porcentaje de Saturación de Bases	53.48	71.70
<u>Elementos Menores *</u>		
ppm de Fe	21.30	22.70
ppm de Cu	1.00	1.30
ppm de Mn	65.60	77.40
ppm de Zn	2.20	2.30

* Determinados por el método de doble ácido (HCl 0.05N más H₂SO₄ 0.025N)

** Extracción por NH₄OAC, pH 7.

B. Características Generales del Cultivo Observadas Durante el Ciclo.

Las observaciones realizadas en el campo, mostraron desarrollo vigoroso, macollamiento profuso, alturas de la planta oscilantes entre 90 y 110 centímetros. No sufrió acame, plagas ni enfermedades. Su ciclo vegetativo fue entre 144 y 148 días contados desde la siembra hasta la cosecha.

Tallos con apariencia poco vigorosos.

Hojas color verde claro, erectas, las que en el momento de la maduración mostraron sus ápices secos con apariencia de quemaduras.

Hojas bandera cortas y erectas, un poco más bajas que la espiga.

Espiga con longitud media de 25 centímetros, ramificadas, resistentes al desgrane y con índice de vaneó del 25 % promedio.

El grano es largo, sin aristas, cáscara color amarillo longitud de 9 a 10 milímetros, ancho de 2.5 a 3 milímetros.

C. Características Molinerías del Grano

Estas fueron determinadas según análisis realizado en el Instituto Nacional de Comercialización Agrícola (INDECA). Ver Cuadro 4.

Cuadro 4. Características molineras del grano de arroz granza.

Factores Comunes de Calidad			
Olor:	Característico		
Insectos:	No Infestado		
Condición:	Normal		
Factores Especiales de Calidad			
	Porción Analítica	Gramos Separados	Porcentaje
Impurezas	1,200.00	20.00	1.67
Humedad	141.75	--	13.20
Grano Dañado	25.00	2.30	9.20
Rendimiento			
Granza	1,000.00	--	100.00
Arroz Moreno	785.00	--	78.50
Arroz Oro	667.03	--	66.70
Arroz Entero	374.00	--	37.40
Arroz Quebrado	293.03	--	29.30
Harina y Otros	117.97	--	11.80
Granza Neta	215.00	--	21.50

D. Rendimiento de Arroz Granza

Se representan las medias de rendimiento de arroz granza, para cada unidad experimental; con 12 % de humedad según determinador de humedad DOLE 400. Ver Cuadro 5.

Cuadro 5. Medias de rendimiento de arroz granza, para cada tratamiento.

Tratamientos			Rendimientos
CaO ton/ha	K ₂ O kg/ha	N kg/ha	kg/ha
1.4	100	40	6320
1.4	100	80	5319
1.4	200	40	6931
1.4	200	80	5200
2.8	100	40	6599
2.8	100	80	5063
2.8	200	40	6700
2.8	200	80	5326
0	100	40	7002
4.2	200	80	5202
1.4	0	40	6558
2.8	300	80	5948
1.4	100	0	5918
2.8	200	120	5890
0	0	0	3578

E. Análisis de Varianza

En los Cuadros 6 y 7, se presentan los resultados de los análisis de varianza realizados a la variable rendimiento de arroz granza del ensayo, donde se estudió la respuesta al calcio, potasio y nitrógeno.

Se puede observar que para los ocho tratamientos del cubo central como para quince tratamientos de la Matriz Experimental, hay significancia al 5 % de probabilidad, lo que permite afirmar que las condiciones del suelo fueron muy homogéneas para los tres bloques estudiados.

Cuadro 6. Análisis de varianza para los tratamientos del cubo central.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fc	Ft	5%
Repeticiones	2	2015601.35	3.53	3.74	N S
Tratamientos	7	1807886.90	3.16	2.77	*
Error	14	571460.18			
Total	23	1073338.60			

C.V

13 %

*

Significancia al 5 % de probabilidad

N S

No significancia.

Cuadro 7. Análisis de varianza para los quince tratamientos objeto de estudio.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fc	Ft 5%	
Repeticiones	2	1591257.50	3.33	3.34	N S
Tratamientos	14	2506834.67	5.25	2.07	*
Error	28	477409.45			
Total	44	1173765.11			

C.V 12 %

* Significancia al 5 % de probabilidad

N S No significancia

G. Determinación de Dosis Optima Económica Para Capital Ili-
mitado (DOECI)

Para la determinación de DOECI, se siguió el método gráfico estadístico propuesto por Turrent Fernández A. (27), verificando con él la tendencia de los efectos de los valores en estudio.

Al analizar los comportamientos de las curvas en la figura 1, en el cubo central se localiza el tratamiento 1.4 ton/ha de CaO, 200 kg/ha de K₂O y 40 kg/ha de N con el máximo de rendimiento, mientras que en las prolongaciones se encuentra en el tratamiento 0 ton/ha de CaO, 100 kg/ha de K₂O y 40 kg/ha de N. La diferencia de 1.4 ton/ha de calcio y 100 kg/ha de potasio en el tratamiento del cubo central y el rendimiento mostrado en la gráfica, permite afirmar que la DOE está en el tratamiento prolongación.

La DOE del potasio se localiza en el tratamiento 1.4 ton/ha de CaO, 130 kg/ha de K₂O y 40 kg/ha de N del cubo central, mientras que en la prolongación está en el tratamiento 1.4 ton/ha de CaO, 0 kg/ha de K₂O y 40 kg/ha de N, como lo muestra la figura 2. En este caso la diferencia es únicamente entre la dosis del potasio que va de 0 a 130 kg/ha, siendo lógica la recomendación del tratamiento prolongación como dosis óptima económica.

En el caso del nitrógeno, la dosis óptima económica está entre los tratamientos 1.4 ton/ha de CaO, 100 kg/ha de K₂O y 40 kg/ha de N del cubo central y el tratamiento prolongación 1.4 ton/ha de CaO, 100 kg/ha de K₂O y 0 kg/ha de N, definiéndose según lo muestra la figura 3 en 1.4 ton/ha de CaO, 100 kg/ha de K₂O y 20 kg/ha de N.

RENDIMIENTOS •

tn/ha

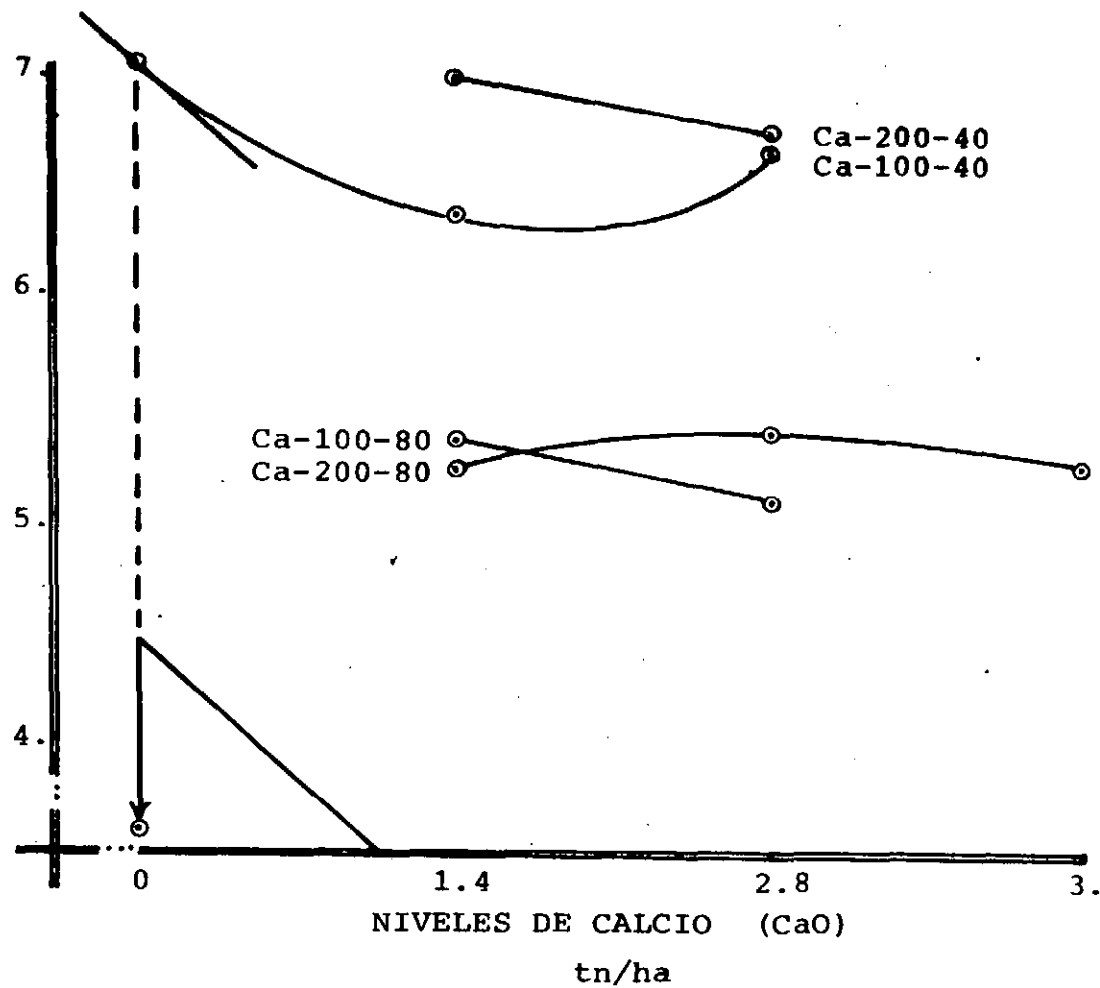


Figura 1. Determinación de dosis óptima económica del factor calcio para capital ilimitado, mediante el método gráfico estadístico.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
BIBLIOTECA

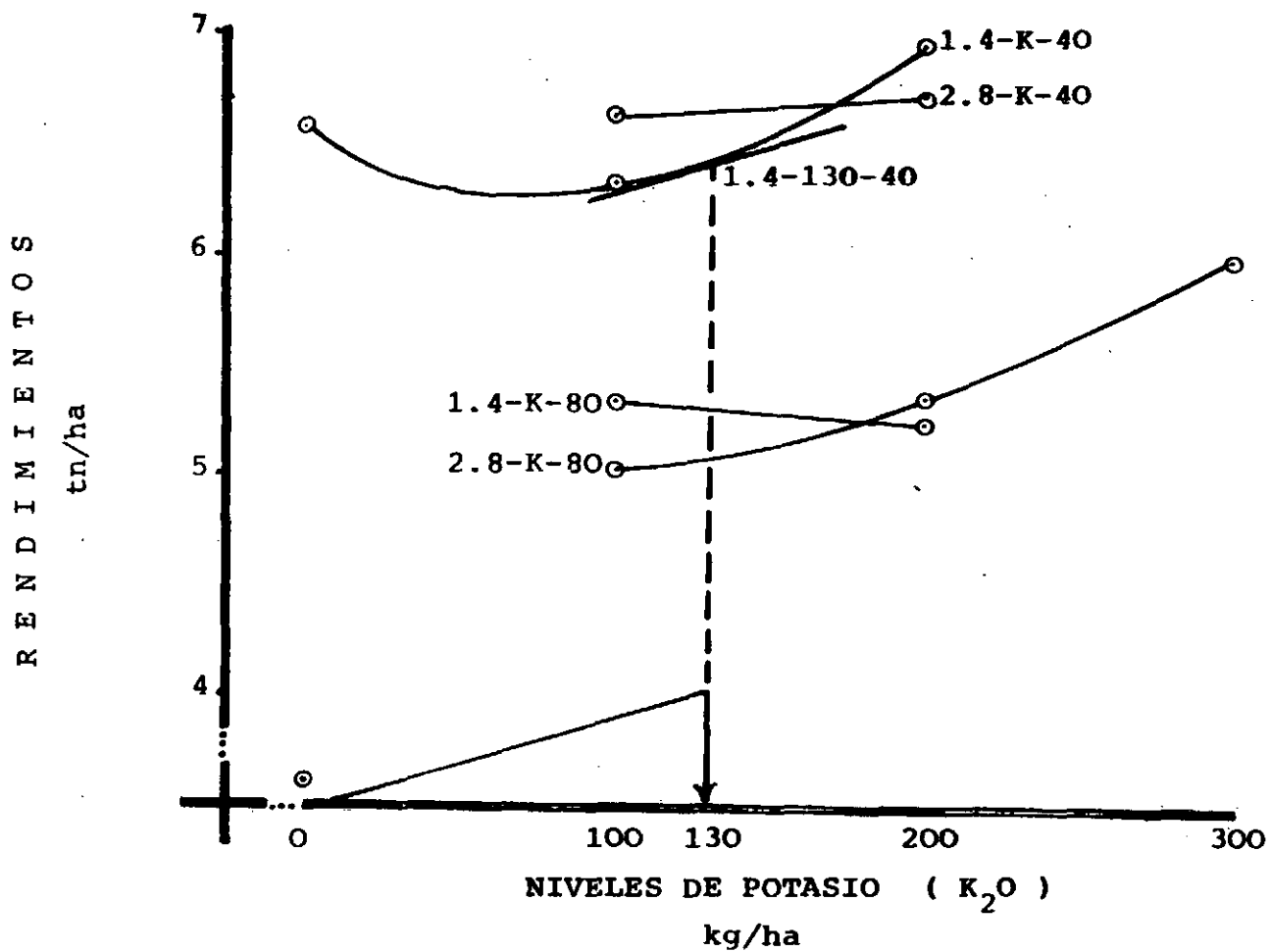


Figura 2. Determinación de dosis óptima económica del factor potasio para capital ilimitado, mediante el método gráfico estadístico.

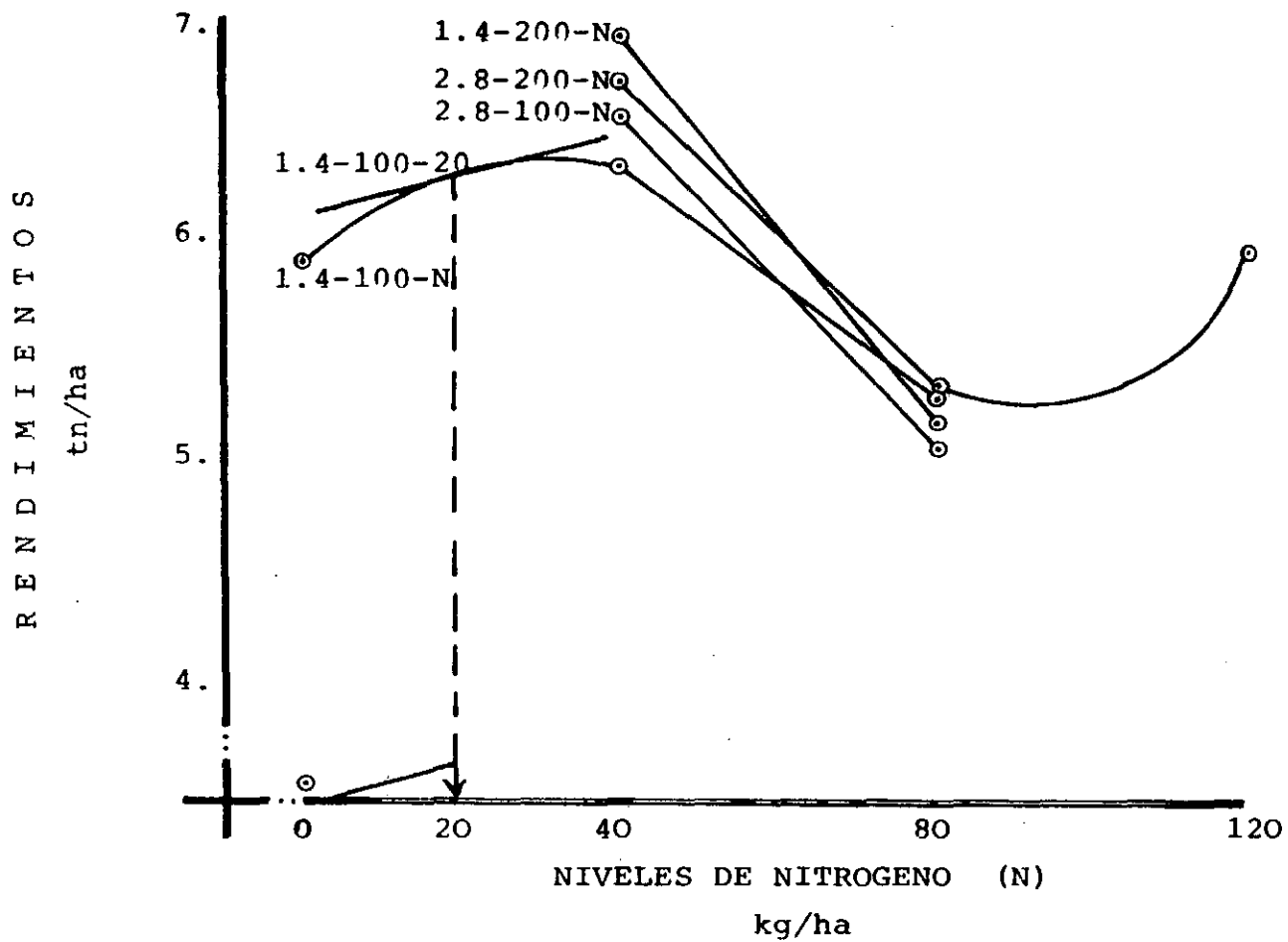


Figura 3. Determinación de dosis óptima económica del factor nitrógeno para capital ilimitado, mediante el método gráfico estadístico.

VII. CONCLUSIONES

El cultivo de arroz bajo las condiciones estudiadas es poco hábido de adiciones de calcio.

El uso de las adiciones de cal en suelos moderadamente ácidos, con cantidades de aluminio menores del 60 % relacionados con el calcio magnesio en el constitutivo de las arcillas, son innecesarias para disminuir la toxicidad posible al cultivo de arroz.

Según el método de comparación, Diferencia Mínima Significativa versus prolongaciones comparadas con la media del cubo central, hay significancia en el tratamiento 0 ton/ha de CaO - 100 kg/ha de K₂O - 40 kg/ha de N. Se acepta la primera hipótesis.

El método gráfico estadístico, señala como dosis óptima económica para capital ilimitado al tratamiento 0 ton/ha de CaO, 130 kg/ha de K₂O - 20 kg/ha de N. Se acepta la segunda hipótesis.

IX. RECOMENDACIONES

Para los suelos Chapayal que se identifican en este caso como moderadamente ácidos, las adiciones de cal no son necesarias.

La dosis de muriato de potasio o cloruro de potasio comercial al 60 % debe ser de 217 kilogramos por hectárea.

Cuando se detecte materia orgánica en cantidades mayores de 5 %, la dosis de urea comercial al 46 % será de 45 kilogramos por hectárea, al no existir materia orgánica será de 175 kilogramos por hectárea.

X. BIBLIOGRAFIA

1. AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO. 1975. Manual de producción del cultivo de arroz. Trad. por Agustín Cotín. México, Limusa. 42 p.
2. ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Trad. por Vicente Ripoll y Fermín Palomeque. Barcelona, BLUME. 867 p.
3. ARREGOCES, O.; LEON, L.A. 1982. Fertilización nitrogenada del arroz. Cali, Colombia, CIAT. 40 p.
4. ARRIAGA, A.A. s.f. Situación actual del arroz en Guatemala y algunos resultados del programa de mejoramiento. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (11a., 1965, Panamá). s.f. [Informe]. s.l., Editorial Uaxactún. p 113-148
5. BUCKMAN, H.O.; BRANDY, N.C. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. México, UTEHA. 122 p.
6. CRUZ J, R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de la República de Guatemala. Guatemala, INAFOR. 42 p.
7. DE ALBA BECERRA, R. 1981. Estudio de algunos factores edáficos que limitan el desarrollo del arroz. Tesis Mag. Sc. Chapingo, Méx., Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 122 p.
8. FRUE, A.C. 1980. Curso de arroz. Cali, Colombia, CIAT. 32 p.
9. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. 1987. Informe de la comisión multidisciplinaria para determinar las condiciones agrosocioeconómicas de la Franja Transversal del Norte. Guatemala. 50 p.
10. ----- . INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1970. Mapa cartográfico de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. 1 p.
11. ----- . 1970. Mapa de Cuencas de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. 1 p.
12. ----- . 1970. Mapa Geológico de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. 1 p.
13. ----- . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. s.f. Mapa climático preliminar de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. 1 p.

14. GUDIEL LOPEZ, J.A. 1981. Efecto de fertilización con NPK sobre el rendimiento de la línea de arroz 1145-1, bajo condiciones de valle del Polochic. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 40 p.
15. KAMPRATH, E.J. 1975. Suelos de las regiones tropicales húmedas. México, AID. 271 p.
16. LITZEMBERGER, S.C. 1976. Guía para cultivos en los trópicos y subtrópicos. Buenos Aires, Marymar. 210 p.
17. MANNIX, J.; RODRIGUEZ, R.M. s.f. Estudio sobre toxicidad del cobre acumulado en los suelos del litoral pacífico de Costa Rica. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (13ª., 1967, San José C.R.). s.f. |Informe|. Guatemala, IICA. p. 77-80.
18. MONTERROSO S, C.M. 1981. Estudio a nivel semidetalle de los suelos de la comunidad San Pablo en San Miguel Usantán, departamento de Quiché. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 65 p.
19. PAZOS, W.R. 1983. El cultivo de arroz en Guatemala. Guatemala, ICTA. Folleto Técnico No. 22. 26 p.
20. PERDOMO, M.A. et. al. 1983. Los macronutrientes en la nutrición de la planta de arroz. Cali, Colombia, CIAT. 36 p.
21. PERDOMO, R.; HAMPTON, H.E. 1970. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 366 p.
22. SANCHEZ, P.A. 1973. Resumen de las investigaciones edafológicas en América Latina Tropical. Carolina de Norte, EE.UU., Estación Experimental Agrícola de Carolina del Norte. 21 p.
23. SANTAMARIA, G.; CRUZ PEREZ, S. s.f. Situación actual del arroz en Guatemala. In Reunión Técnica sobre Programación de Investigación y Extensión en Arroz para América Central (1970, Panamá). |Informe|. Panamá, IICA para la Zona Norte. v.1, p. 77-80.
24. SIMMONS, CH.C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.

25. TISDALE, S.M.; NELSON, W.L. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. por Jorge Balasch. México, UTEHA. 760 p.
26. TOPOLANSKI, E. 1975. El arroz su cultivo y producción. México, Edigraf. 304 p.
27. TURRENT FERNANDEZ, A. 1978. El método gráfico-estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. Rama de suelos no.5. 45 p.
28. WORTHEN, E.L. 1971. Suelos agrícolas su conservación y fertilización. México, UTEHA. 416 p.

10/12/80

Retruille

ANEXO 1

ANEXO 1: Características del perfil de suelos, Chapayal, de acuerdo a Monterroso C. (18).

Número del perfil: 43

Nombre del suelo: Serie de Suelos Chapayal

Ubicación: Coordenadas según hoja cartográfica escala 1/50,000 Num. 20-63-IV, Río Tzeá, son: 1766. 325-738. 720.

Altitud: 220 m.s.n.m.

Forma del terreno: Posición fisiográfica planicie.
Terreno circundante ondulado a fuertemente ondulado.
Microtopografía ninguna.

Pendiente donde el perfil está situado: Plano de 2-4% de pendiente.

Uso de la tierra: Al momento de la observación, estaba cubierto de monte bajo y sotobosque, lo cual indica que anteriormente se estableció en ese lugar un cultivo limpio.

Clima: No existen datos del INSIVUMEH, la precipitación es de 4,000 a 5,000 mm., anuales. No hay período seco pronunciado, dándose éste en los meses de marzo y abril con lluvias nocturnas, la temperatura llega a su máximo en esta época a 30-35°C.

Materia Original: Esquisto arcilloso calcáreo

Drenaje: Mal drenados

Condiciones de humedad en el perfil: Totalmente húmedo por lluvia.

Profundidad de la capa freática: Desconocida

Presencia de piedras en la superficie: ninguna

Evidencia de erosión: Severamente erosionado el horizonte superficial, notándose en surcos y pequeñas cárcavas.

Presencia de sales o álcalis: Ninguna presencia

Influencia humana: muy poca

Descripción del perfil:

- Horizonte No. 1 Color gris oscuro (10YR4/1) en húmedo y de color gris (10YR5/1) en seco, arcilloso, estructura granular fuertemente definida, ligeramente duro en seco y friable en húmedo, raíces muy abundantes finas, límite gradual irregular. $\text{pH}=6.0$.
- A₂
- Horizonte No. 2 Color gris (10YR5/1) en húmedo y de color gris (10YR6/1) en seco, arcillosos, estructura en bloques sub-angulares moderadamente definida, duro en seco y firme en húmedo, raíces finas abundantes límite gradual, irregular, $\text{pH}= 6.3$.
- B₂
- Horizonte No. 3 Color café (pardo) grisáceo (10YR5/2) en húmedo y de color gris clara (10YR7/2) en seco, arcilloso, estructura en bloques sub-angulares fuertemente definidas, duro en seco y firme en húmedo, raíces finas comunes, límite gradual, irregular presencia de moteamientos rojizos. $\text{pH}=6.2$.
- B₃
- Horizonte No. 4 Color gris claro (2.5YR6/2) en húmedo y color blanco en seco (10YR8/1) en seco, arcilloso, estructura en bloques sub-angulares fuertemente definida, muy duro en seco y muy firme en húmedo, raíces pocas o escasas, límite neto, plano, presencia de moteamientos rojizos y amarillentos, $\text{pH}=6.3$.
- C

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

IMPRIMASE




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O