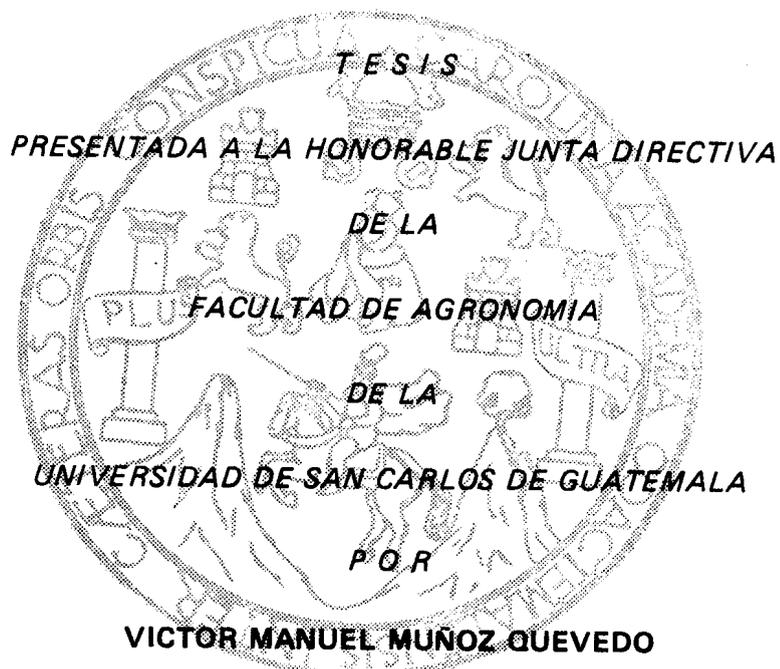


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

"ESTUDIO PARA DETERMINAR, LA MEJOR COMBINACION ENTRE CUATRO  
NIVELES DE NITROGENO Y CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN LAS  
LINEAS DE ARROZ IG 4427-315 E IG 4538-1"



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

GUATEMALA, JUNIO DE 1985

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

D.L.  
01  
T(807)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**Dr. EDUARDO MEYER MALDONADO**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO:</b>	<b>Ing. Agr. César A. Castañeda S.</b>
<b>VOCAL I:</b>	<b>Ing. Agr. Oscar René Leiva R.</b>
<b>VOCAL II:</b>	<b>Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.</b>
<b>VOCAL III:</b>	<b>Ing. Agr. Rolando Lara Alecio</b>
<b>VOCAL IV:</b>	<b>P. A. Leopoldo Jordán Zavaleta</b>
<b>VOCAL V:</b>	<b>P. A. Axel Gómez Chavarri</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>Ing. Agr. Rodolfo Albizurez P.</b>

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO:</b>	<b>Dr. Antonio Sandoval S.</b>
<b>EXAMINADOR:</b>	<b>Ing. Agr. Víctor Alvarez Cajas</b>
<b>EXAMINADOR:</b>	<b>Ing. Agr. Gustavo A. Mendez</b>
<b>EXAMINADOR:</b>	<b>Ing. Agr. Manuel Martínez</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>Ing. Agr. Carlos Fernández</b>

Guatemala, 14 de mayo de 1935

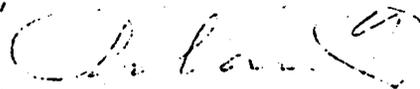
Ingeniero Agrónomo  
César Castañeda Salguero  
Decano de la Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Su Despacho

Señor Decano:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para hacer de su conocimiento, que he asesorado al universitario Victor Manuel Muñoz Quevedo, para la elaboración de su trabajo de tesis titulado: "ESTUDIO PARA DETERMINAR, LA MEJOR COMBINACION ENTRE CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN LAS LINEAS DE ARROZ IG 4427-315 E IG 4538-1 .-

Finalmente concluída la asesoría requerida, considero que - en el referido trabajo de tesis, los resultados obtenidos cumplen satisfactoriamente con los objetivos planteados, constituyendo un valioso aporte para la Agricultura Nacional y por ende al cultivo del arroz, contribuyendo además al incremento de la información que sobre este cultivo existe. -

Atentamente,



Ing. Agr. Oswaldo Rolando García Tecún  
Asesor

Guatemala, mayo de 1985

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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:

"ESTUDIO PARA DETERMINAR LA MEJOR COMBINACION  
ENTRE CUATRO NIVELES DE NITROGENO Y CUATRO DEN-  
SIDADES DE SIEMBRA, EN LAS LINEAS DE ARROZ IG -  
4427-315 E IG 4538-1 "

Como requisito a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas . -

Deferentemente,

  
Victor Manuel Muñoz Quevedo

**ACTO QUE DEDICO**

*A DIOS*

*A MIS PADRES:*

*Emérito Muñoz T.  
María Herminia Quevedo*

*A MIS ABUELOS*

*A MIS HERMANOS*

*A:*

*Alba Lidia Durini Meléndez*

*A MIS TIOS*

*A MIS CUÑADOS*

*A MIS PRIMOS*

*A MIS SOBRINOS*

*A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION DE LA GLORIOSA ESCUELA NACIONAL  
DE "CIENCIAS COMERCIALES", CUILAPA, SANTA ROSA*

*A MIS AMIGOS EN GENERAL*

## TESIS QUE DEDICO

- A: *MI PATRIA GUATEMALA*
- AL: *DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA*
- A: *LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*
- A: *LA FACULTAD DE AGRONOMIA*
- AL: *INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS*
- A: *LA SUBGERENCIA DE ASUNTOS AGRICOLAS DE LA ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE "ANACAFE"*
- A: *LOS AGRICULTORES DE GUATEMALA*

## AGRADECIMIENTOS

- A: *Mi Asesor Ing. Agr. Osvaldo Rolando García Tecún, por sus acertadas sugerencias, así como el esfuerzo e interés puesto de manifiesto en la revisión y asesoramiento de este trabajo de tesis.*
- A: *Ing. Agr. Walter Ramiro Pazos, por su valiosa colaboración, revisión y corrección de la presente investigación.*
- A: *Jhonatan Estrada, por su valiosa colaboración en el presente trabajo.*
- AL: *Ing. Agr. José Luis Castillo Sánchez, y a su personal, por la valiosa ayuda en la preparación de cuadros y gráficas.*
- A: *La Sección de Tecnología de Anacafé, en especial al asistente de dicha sección, señor Roberto Alfredo Váldez.*
- A: *P. A. Roberto Carcuz, así como al personal de campo, por su colaboración en el presente estudio.*
- A: *Las señoritas de la Biblioteca del ICTA, quienes me proporcionaron la información necesaria para la presente investigación.*
- AL: *Departamento de Cálculo y Estadística del ICTA, en donde se realizó el análisis de los datos del presente estudio.*
- A: *Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo de investigación.*

## RECONOCIMIENTO

*Por medio de la presente quiero manifestar un verdadero reconocimiento a la LICENCIADA ALMA ROSA CATALAN GOMEZ, por el esfuerzo y dedicación puesta de manifiesto en el trabajo de Redacción y Mecanografía del presente trabajo de Investigación.*

## NOTA

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), por la oportunidad que me brindó de realizar el presente trabajo de Investigación, en el Centro de Producción Agrícola Cuyuta, jurisdicción del municipio de Masagua, Escuintla.*

*Por lo tanto los resultados obtenidos en el presente trabajo de Tesis pertenecen a dicha Institución y podrán ser utilizados cuando así lo deseen.*

## INDICE

	<i>Página</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>1</i>
<i>INTRODUCCION</i>	<i>1</i>
<i>HIPOTESIS</i>	<i>2</i>
<i>OBJETIVO</i>	<i>2</i>
<i>JUSTIFICACION</i>	<i>2</i>
<i>REVISION DE LITERATURA</i>	<i>3</i>
<i>MATERIALES Y METODOS</i>	<i>11</i>
<i>RESULTADOS Y DISCUSION</i>	<i>23</i>
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>26</i>
<i>RECOMENDACIONES</i>	<i>27</i>
<i>APENDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICAS</i>	<i>28</i>
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	<i>45</i>

## INDICE DE CUADROS

No.		Página
1	<i>Características Físico-químicas del suelo, donde se realizó el ensayo.</i>	12
2	<i>Plano de Siembra</i>	18
3	<i>Escala del Sistema de Evaluación Estandar</i>	22
4	<i>Análisis de Varianza parcelas subdivididas en bloques al azar</i>	28
5	<i>Rendimiento de Arroz en toneladas métricas por hectárea</i>	29
6	<i>Comparación de medias de "Rendimiento" por efecto de densidades</i>	30
7	<i>Datos promedio de Vigor</i>	31
8	<i>Comparación de medidas para Vigor por efecto de nitrógeno</i>	32
9	<i>Datos promedio de Acame</i>	33
10	<i>Comparación de medias de Acame por efecto de densidades</i>	34
11	<i>Comparación de medias para Acame por efecto de nitrógeno</i>	35
12	<i>Comparación de medias para Rhynchosporium para efecto de nitrógeno</i>	36
13	<i>Datos promedio de Rynchosporium oryzae</i>	37
14	<i>Datos promedio de Piricularia al cuello</i>	38
15	<i>Análisis marginal de tratamientos no dominados en el ensayo.</i>	39

## INDICE DE FIGURAS

<i>No.</i>		<i>Página</i>
<i>1</i>	<i>Area y distribución de los factores estudiados</i>	<i>15</i>
<i>2</i>	<i>Densidades de siembra vrs. Rendimiento</i>	<i>40</i>
<i>3</i>	<i>Vigor vrs Nitrógeno</i>	<i>41</i>
<i>4</i>	<i>Nitrógeno vrs Acame</i>	<i>42</i>
<i>5</i>	<i>Rhynchosporium oryzae vrs nitrógeno</i>	<i>43</i>

## INDICE DE GRAFICAS

<i>1</i>	<i>Curva de Beneficio Neto</i>	<i>44</i>
----------	--------------------------------	-----------

## RESUMEN

*La fertilización así como las densidades de siembra, son factores que limitan la producción en el cultivo del arroz. Tomando en cuenta estos aspectos y para establecer el mejor manejo que se debe dar a 2 líneas promisorias de arroz IG 4427-315 e IG 4538-1, desarrolladas por el programa de arroz de I.C.T.A., se procedió a realizar en el año 1983, un estudio para determinar la mejor combinación entre cuatro niveles de nitrógeno y cuatro densidades de siembra, en las 2 líneas mencionadas.*

*El objetivo principal de este trabajo era determinar la combinación óptima económica (nitrógeno-densidad), en cada una de las líneas estudiadas. Las densidades de siembra y niveles de nitrógeno evaluados fueron: 70, 100, 130, y 160 kg de semilla/ha y 0, 30, 60 y 90 kg de nitrógeno/ha, respectivamente.*

*Además del objetivo principal, también fueron evaluados los efectos conjugados de los factores nitrógeno-densidad sobre las características de vigor, resisencia al acame e incidencia de los hongos *Rhynchosporium oryzae* y *Pyricularia oryzae*.*

*El ensayo estuvo localizado en el centro de producción agrícola de Cuyuta, jurisdicción del municipio de Masagua en el Departamento de Escuintla. Su posición geográfica es de 14° 07' latitud norte y 90° 5' longitud oeste, con una altura de 48 metros sobre el nivel del mar, y una precipitación anual media de 1 485 mm. Ecológicamente está clasificado como bosque húmedo Sub-tropical (cálido), con una humedad relativa media de 70o/o.*

*El diseño experimental utilizado, fue un bloques al azar con arreglo en parcelas Sub-divididas, con 32 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables estudiadas fueron: Rendimiento, resistencia a enfermedades y características agronómicas. El análisis de varianza para cada una de las variables estudiadas, se determinó por el método de comparación de medias, tanto de niveles de nitrógeno como de densidades de siembra, aplicando la prueba de M.D.S. (Mínima diferencia significativa).*

*De acuerdo a los análisis realizados, se pudo determinar que para la variable principal de este ensayo, (Rendimiento), solo existió diferencia significativa para el factor densidades de siembra, no habiéndose observado significancia para el factor niveles de*

nitrógeno. Al comparar las medias de rendimiento que se obtuvieron por efecto de las densidades para ambas líneas, se observó que el rendimiento medio más alto (5.6 TM/Ha), para la línea IG 4538-1 se obtuvo con la densidad de 70 kg de semilla y 30 kg de nitrógeno/ha. Para la línea IG 4427-315 el rendimiento medio más alto (5.0 TM/Ha), se obtuvo con 70 kg de semilla y 60 kg de nitrógeno/ha.

La característica de vigor fue mayor al adicionar mayor cantidad de nitrógeno. En el caso de la resistencia al acame, esta disminuye al incrementar los niveles de nitrógeno y las cantidades de semilla. La incidencia de los hongos Rhynchosporium oryzae y Pyricularia oryzae también se incrementa al aplicar mayores cantidades de nitrógeno.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos del análisis económico, se recomienda a nivel de productores del área, la utilización de línea IG 4538-1 con 70 kg de semilla y 30 kg de nitrógeno/ha.

## INTRODUCCION

*El arroz (Oryza sativa L.) al igual que el trigo, la cebada, la avena y otros cereales, forman parte de la ración alimenticia de la mayor parte de los habitantes del mundo. Cada día que pasa, la tasa de crecimiento poblacional mundial, provoca incremento en el consumo de alimentos y, por lo tanto, se necesita producir más para satisfacer la creciente demanda de éstos y a la vez contribuir a mejorar las condiciones de mala nutrición que afecta a los países que, como el nuestro, están en vías de desarrollo.*

*A nivel nacional después del maíz y el frijol, el arroz es el cultivo básico de mayor importancia en la dieta de los guatemaltecos. Se ha llegado a determinar que, dentro del grupo de los cereales, este grano contiene los valores más altos en calorías, proteínas y carbohidratos solubles, comparándolo con el maíz y el trigo. La mayor parte de la cosecha de este grano se produce y consume en el continente asiático, siendo en orden de importancia el alimento básico de un tercio de la población mundial.*

*En Guatemala, el consumo per cápita de arroz, sigue siendo bajo (5.5 kg) por año. Los rendimientos y la producción nacional en los últimos años han sido suficientes para satisfacer la demanda interna; esto como consecuencia del auge que han tenido las variedades que han sido desarrolladas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA-Virginia, ICTA-Tempisque y ICTA-Cristina), las cuales han superado los rendimientos que se obtienen con las variedades importadas como: Le Bonnet, Blue belle, New Rex, y otras. Sin embargo, este tipo de variedades modernas que son altamente rendidoras, poseen solamente una resistencia vertical al daño causado por el hongo Pyricularia oryzae, lo que motiva que en un corto período de tiempo se tornen susceptibles a esta enfermedad. De allí es necesario sustituirlas por nuevas variedades con características que superen las limitantes que confrontan actualmente el productor de arroz.*

*El objetivo básico del programa de arroz de ICTA a nivel nacional, sigue siendo el incremento en el rendimiento del cultivo mediante la mejora de las prácticas agronómicas, así como a través del desarrollo de variedades de alto rendimiento, que puedan ser aprovechadas a nivel de finca y que además, sean aceptadas por el industrial y el consumidor.*

*Para mejorar la eficiencia de la producción, se ha contemplado en los lineamientos de trabajo, el desarrollo de la tecnología necesaria, que aplicada al cultivo, permita, optimizar los rendimientos por unidad de área cosechada. Esto se reflejará en mayores ingresos al agricultor, a la vez que se contará con un volumen de producción nacional de grano acorde a las necesidades de la población. Esto último motivó la ejecución del presente estudio, para determinar como parte de esa tecnología, la mejor combinación entre diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra, en las nuevas líneas de arroz designadas como IG 4427-315 e IG 4538-1.*

## **HIPOTESIS**

*Ho: Los diferentes niveles de nitrógeno y densidades de población, no influyen en el rendimiento de las líneas de arroz IG 4427-315 e IG 4538-1.*

*Ha: Una combinación de los factores Nitrógeno-Densidad será la óptima económica en cada una de las líneas de arroz objeto de estudio.*

## **OBJETIVO**

- 1. Determinar la mejor combinación entre 4 niveles de nitrógeno y 4 densidades de siembra en dos líneas promisorias de arroz.*

## **JUSTIFICACION**

*El comportamiento de las variedades de arroz y maximización de sus rendimientos depende de varios factores:*

- a. Potencial genético de la variedad: este potencial genético debe ser complementado con prácticas adecuadas de manejo del cultivo.*
- b. Densidad óptima de siembra: que permite obtener un buen rendimiento y mejorar la capacidad de competencia contra las malezas.*
- c. Nivel de Fertilización Nitrogenada adecuado: porque a través de los años se han realizado una serie de estudios que han mostrado que el arroz es un cultivo que responde satisfactoriamente a la adición de nitrógeno.*

*Las variedades que actualmente se cultivan en Guatemala, y que han sido*

*desarrolladas por el ICTA, han dado buenos resultados en el aspecto de altos rendimientos, tal el caso de Tikal 2, ICTA-Tempisque, ICTA-Virginia e ICTA-Cristina que han sido sembradas bajo condiciones de las diferentes zonas arroceras de Guatemala. Estos materiales han tenido ciertos problemas en cuanto a su comercialización debido a que cuando el agricultor no maneja bien su variedad, el grano se torna ligeramente inferior en calidad molinera al de las variedades criollas e importadas. Las dos líneas estudiadas presentan entre otras características importantes, la de poseer una excelente calidad molinera que las hace comparables a las criollas e importadas, aún bajo diferentes tipos de tecnología aplicada en su manejo.*

## REVISION DE LITERATURA

### **Origen geográfico e Historia del Arroz;**

*El arroz se ha cultivado desde edades tan remotas que su origen siempre dará lugar a conjeturas. Con certeza, su siembra data desde las primeras edades del hombre y de mucho antes de la era en que se tienen pruebas históricas de que el arroz probablemente era el alimento básico y la primera planta cultivada de Asia.*

*Son varios los investigadores que coinciden en afirmar que el arroz cultivado Oryza sativa L. conocido desde hace más de 5,000 años, es originario del Sur este de Asia, de donde se extendió al este de China. Posteriormente fue llevado al Asia Menor, Africa y la parte sur de Europa, y de ese continente fué traído a América (29).*

*El arroz es el cereal más cultivado en el mundo después del trigo; constituye la base de la alimentación de los pueblos del Asia Monzónica de la India y del Japón y su consumo se extiende constantemente; si bien se encuentra en competencia en muchos casos con el trigo, tiende a sustituir a menudo en diversos países de Africa Tropical a otros cereales, a los mijos y sorgos en particular. Esta doble sustitución del arroz por el trigo y de otros cereales por el arroz, constituye un signo de la evolución del modo de vida de los consumidores, concretamente del hecho de la atracción de la población hacia los centros urbanos y aglomeraciones industriales y de la mejora del nivel de vida. Como quiera que sea, esta extensión del cultivo del arroz es un fenómeno ininterrumpido que puede observarse desde hace miles de años y que continua en nuestros días (3).*

### CLASIFICACION Y DESCRIPCION BOTANICA DEL ARROZ:

Reino	Vegetal
Sub-reino	Embriobionta
División	Tracheophyta
Sub-división	Magnoliophitina
Clase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Gramineae
Sub-Familia	Poaceoideáceas
Género	Oryza
Especie	Sativa

El género *Oryza* incluye 18 especies de las cuales solamente *Oryza sativa* L. es importante. Es una planta que posee raíces fibrosas y delgadas, tallo erecto, cilíndrico y hueco, con 3-4 nudos, altura variable hasta 1.4 metros o más. Las hojas son lineales de 50 a 75 cm., de longitud, por 1 a 2 cm., de ancho.

La inflorescencia es una panícula terminal angosta que mide de 15 a 30 cm de largo, que se caracteriza por tener numerosas ramificaciones; el número de espiguillas varía de acuerdo con la variedad y contiene una sola flor perfecta, con 6 estambres, un pistilo con dos estigmas y estilos plumosos y un ovario. La flor está envuelta por una lema y una palea que constituye las estructuras que forman la cáscara. El fruto es una cariósipide vestido de forma alargada u oblonga y de tamaño grande, mediano o corto y de color acre amarillo; que al pulirse queda blanco.

La floración del arroz, ocurre entre las 8 de la mañana y las cuatro de la tarde pero el mayor número de las flores se abren alrededor del medio día. Las anteras esparcen el polen, precisamente al abrirse las flores o poco antes de que se abran; la época y la rapidez de la floración varían según la variedad y el medio ambiente; las condiciones desfavorables del clima, pueden evitar parcial o totalmente, la polinización en toda la panoja o panícula. En el arroz se presenta algo de cruzamiento natural, cuya densidad varía de acuerdo con la variedad y las condiciones del medio ambiente, pudiendo oscilar desde 0.5 hasta 30/o.

El arroz necesita de 12<sup>o</sup> a 13<sup>o</sup>C. para germinar; de 22<sup>o</sup> a 23<sup>o</sup>C, para florecer y de 19<sup>o</sup> a 20<sup>o</sup> C. en la granazón.

*Las espiguillas uniflorales producen de 120 a 170 granos por espiga. Como la planta tiene propiedad de ahijar o amacollar, se han llegado a conseguir matas hasta con 100 tallos, que han producido cerca de 10 000 granos de arroz, con un peso de casi 300 gramos (3, 29).*

## **LOCALIZACION EN GUATEMALA**

*Las principales regiones productoras de arroz en nuestro país están situadas en las costas del Atlántico y del Pacífico, sin embargo, también son de importancia las producciones de arroz procedentes de la región oriental del país.*

*Estas tres zonas de cultivo difieren entre sí por su tipo de suelo y condiciones climáticas.*

### **Costa Atlántica:**

*Esta zona incluye los departamentos de Alta Verapaz, Izabal y Petén y se clasifica ecológicamente como tropical húmeda. En lo relativo al arroz, comprende dos áreas muy importantes: el valle del Motagua en el departamento de Izabal y el del Polochic en los departamentos de Alta Verapaz e Izabal. Además, son de especial importancia dentro de la zona, las extensas áreas que se siembran con este cereal en la Franja Transversal del Norte y en el municipio de San Luis en el departamento del Petén.*

*De acuerdo a las estimaciones que se tuvo para 1984, esta zona aporta el 38.21o/o del volumen nacional de producción de arroz.*

### **Costa del Pacífico:**

*La costa del Pacífico es una zona ecológica tropical seca, que comprende principalmente los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, Ratalhuleu y parte baja de Quetzaltenango y San Marcos.*

*Esta zona reporta el 46.39o/o de la producción nacional de arroz.*

### **Zona Oriental:**

*La zona Oriental comprende principalmente los departamentos de Jutiapa, Chiquimula y pequeñas áreas de Santa Rosa, Jalapa y Zacapa y está ubicada en la zona ecológica subtropical seca.*

*Esta zona contribuye con el 15.40o/o del volumen nacional de producción de arroz, pero de acuerdo al tipo de variedad de alto rendimiento predominante, es de suponer que las cifras que se reportan sean mayores.*

### **FERTILIZACION:**

*El arroz responde casi universalmente a la fertilización nitrogenada, exceptuando tierras recientemente desmotadas (28).*

*El nitrógeno es necesario en todos los suelos, particularmente, en lugares donde se cultivan variedades que responden al nitrógeno. Las plantas de arroz han de tener tanto nitrógeno como necesiten en la etapa temprana y mediana de formación de renuevos, para hacer que aumenten al máximo el número de panojas (32).*

*Todos los suelos arroceros del mundo son muy variados, no sólo con respecto a su aspecto físico, sino especialmente en cuanto a su disponibilidad de elementos nutritivos para la planta. Esa disponibilidad disminuye constantemente debido a lo que el arroz utiliza para su crecimiento; a lo que consumen las malezas y a los efectos de los largos períodos bajo inundación que aceleran la desnitrificación y la reversión de otros elementos (31).*

*Los elementos nutritivos por su orden de importancia como deficientes en los suelos son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S), además, son los principales elementos constitutivos de la planta de arroz (31).*

*La carencia de uno de los seis elementos fundamentales (N, P, K, Ca, Mg, S) se manifiestan en la planta de diferentes maneras, por lo que resulta interesante observar la incidencia de los distintos elementos nutritivos, como afectan a la planta y la necesidad que tiene esta de disponer adecuadamente de cada uno de estos principales elementos (31).*

## EL NITROGENO EN EL SUELO

*La fuente primaria del nitrógeno utilizado por las plantas en su nutrición, es el gas inerte  $N_2$  contenido en la atmósfera terrestre (32). Este nitrógeno elemental es fijado en el suelo mediante distintos procesos, principalmente de naturaleza biológica dando lugar a formas orgánicas cuya descomposición derivada de la actividad microbiana da lugar a las formas en que este nutrimento es asimilado por las plantas (4, 5)*

*Perdomo, citado por Alvarado (1), indica que el nitrógeno del suelo, es uno de los elementos más importantes utilizado por las plantas para su crecimiento; su importancia radica en que es el elemento que las plantas necesitan en mayores cantidades; es un nutriente que generalmente se encuentra deficiente en todos los suelos y el cual se pierde fácilmente por lixiviación.*

*Según Jacob y Von Vexkull (17), indican que la fertilización nitrogenada en la mayoría de suelos es una operación correcta y necesaria. Su cantidad será adecuada si satisface la demanda de las plantas y existe un equilibrio con las necesidades de fósforo y potasio.*

*En algunas regiones arroceras, la dotación de nitrógeno al suelo, se hace mediante la incorporación de materia orgánica o de abonos verdes, que durante su descomposición liberan nitrógeno aprovechable por las plantas. Sin embargo, como por este medio no es posible obtener el nitrógeno suficiente, es indispensable la adición de productos químicos que lo contengan. En este cultivo, se recomienda usar únicamente fuentes de nitrógeno amoniacal como Urea  $(NH_2)_2CO_3$ , sulfato de amonio  $(NH_4)_2SO_4$ , etc. Nunca debe usarse fuentes nítricas, porque en este cultivo el suelo y el agua forman una solución constante, perdiéndose una gran parte de nitrógeno por lixiviación (lavado) horizontal y vertical (29).*

*Para poder determinar el uso más económico de fertilización, lo más importante es aplicar la dosis óptima de fertilizante, el método de aplicación más adecuado y el tiempo de aplicación más oportuno.*

*Varios autores (4, 17, 8, 15, 18) están de acuerdo en que son muchas las razones que justifican la necesidad de usar dosis adecuadas de fertilización nitrogenada, así como de seguir prácticas adecuadas de aplicación, pues haciendo un apropiado suministro de*

*nitrógeno, se conduce a la obtención de plantas vigorosas y de alta productividad (26). Las cantidades excesivas de este nutrimento dan como resultado plantas de maduración tardía y muy susceptibles al acame y al ataque de enfermedades y plagas (17, 23, 26).*

*Bartholomew (4) indica que las cantidades de nitrógeno realmente absorbidas y aprovechadas por los cultivos, en las regiones tropicales, deben conocerse como una guía para establecer las prácticas de fertilización. Esta información constituye las normas por medio de la cual, se puede evaluar la eficiencia de los fertilizantes.*

*Según Cooke (7) para lograr el uso más económico, se debe escoger la cantidad óptima de fertilizante y la aplicación de éste, en el lugar preciso y tiempo oportuno. Este mismo autor indica que la forma usual para encontrar la dosificación de fertilizantes para un cultivo, se basa en los experimentos de campo, donde se prueban diferentes cantidades de fertilizantes, y midiendo los resultados que dan éstos se puede hacer las debidas recomendaciones. Esta práctica se hace necesaria en vista de que el requerimiento cuantitativo de nutrientes minerales, varía de acuerdo a los niveles de rendimiento posible dentro del rango para alcanzar el máximo, los cuales a su vez, dependen de las condiciones ambientales prevalecientes que son variables según la localidad.*

#### **NITROGENO EN LA PLANTA:**

*Tiene la facultad de facilitar la absorción del fósforo y contribuir al crecimiento lozano de la planta, se requiere una gran cantidad, especialmente durante las épocas de amacollamiento y formación de panojas (29).*

*La absorción metabólica de nitrógeno parece estar ligada en forma directa a la respiración, particularmente al comienzo del crecimiento. Evoluciona considerablemente en función de las variedades, según las fases de la vegetación, de la fertilidad del medio del cultivo y de los métodos culturales (3).*

*Los compuestos nitrogenados constituyen una parte importante del peso total de las plantas. En una planta que contiene 1.6o/o del nitrógeno, aproximadamente el 10o/o de su peso seco está constituido por compuestos nitrógenados. El nitrógeno, se encuentra en las plantas tanto en forma orgánica como inorgánica. Las plantas abosorven el nitrógeno del suelo principalmente en forma de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) que es la única forma inorgánica que pueden acumular sin efectos perjudiciales (5).*

*Diversos investigadores han comprobado que la eficiencia del nitrógeno, aumenta en función del contenido del fósforo y del potasio que se tenga en el terreno (29).*

#### **FUNCIONES DEL NITROGENO:**

- *Proporciona nitrógeno a los microorganismos, mientras se descomponen materiales orgánicos de bajo contenido de nitrógeno.*
- *Fomenta el crecimiento rápido, especialmente en el aumento de altura y formación de renuevos; esta última es particularmente importante para incrementar el rendimiento de grano por área.*
- *Mejora la calidad de los cultivos.*
- *Es un componente de los pigmentos de clorofila, que dan a la planta su color verde; la clorofila es esencial para que exista Fotosíntesis.*
- *Aumenta el tamaño del grano y las hojas.*
- *Incrementa el contenido proteíco de los granos (5).*

#### **SINTOMAS DE DEFICIENCIA:**

*Cuando existe una deficiencia de nitrógeno, la planta de arroz presenta graves trastornos biológicos, que se manifiestan por la presencia de clorosis y reducción del crecimiento, empezando por un empaldecimiento y amarillamiento de las hojas y continuando con una necrosis progresiva en la parte inferior de la planta (29). Las hojas son pequeñas, los tallos finos y rectos y las ramificaciones escasas; de ahí que la planta aparezca rala.*

*En las primeras etapas de crecimiento, las hojas suelen ser pálidas y de color verde amarillo, a causa de la poca síntesis de clorofila; a medida que envejecen pueden tornarse amarillas. Por lo anterior, tanto la planta de arroz como los otros cultivos, han de tener suficiente disponibilidad de nitrógeno como necesiten en la etapa temprana y mediana de formación de Macollas, para que aumente al máximo el número de panojas; sin embargo, las plantas siguen necesitando nitrógeno, incluso en la etapa de maduración (32).*

*La respuesta del nitrógeno a la planta de arroz, está influenciada por la intensidad de luz. La interacción entre estas dos variables, estriba en que cuando la intensidad de luz, es baja, el nivel del consumo de nitrógeno es también bajo, con una intensidad lumínica reducida, disminuye la acumulación de almidón, se retrasa el desarrollo de*

*raíces, se hace más lenta la absorción de nitrógeno, y el bajo índice de fotosíntesis, provoca un desequilibrio entre los carbohidratos y el nitrógeno, dando como resultado que las plantas crezcan altas, produzcan menos renuevos, raíces débiles y disminuyen la proporción del peso de los granos al peso de la planta (32).*

*Con aplicaciones de nitrógeno en el momento de desarrollo máximo de los renuevos y el comienzo de la formación de las panojas, se obtuvo el máximo rendimiento (4.571 TM/Ha) al aplicar 60 Kg/Ha de nitrógeno, habiéndose encontrado diferencias significativas contra el testigo carente de nitrógeno (32).*

*Según Penados Rogozinski (22), la aplicación de nitrógeno con 64 Kg/Ha del fertilizante 46-0-0, mostró el máximo rendimiento de grano.*

*Trabajos realizados en áreas de Izabal, han reportado que la respuesta del arroz a aplicaciones de Nitrógeno varía de 49 a 63 Kg/Ha, para rendimientos de 4271 y 5555 Kg/Ha con relaciones de beneficio costo de 10.25 a 5.13, respectivamente, (13, 14).*

*Según Peña (23) estudiando el comportamiento del arroz a la fertilización nitrógenada, se determinó que la dosis de 120 kg/Ha de nitrógeno fue suficiente para obtener una producción óptima, y que al aumentar esta dosis a 140 Kg/Ha de N., se produjo un abatimiento en el rendimiento. Este mismo autor al referirse al uso fraccionado de Nitrógeno, informa que un fraccionamiento del total a aplicar, mitad al momento de la siembra y mitad a los 40 días después de la siembra produjo los mejores rendimientos.*

*Una cosecha de arroz remueve del suelo una gran cantidad de nutrientes dependiendo ésta en gran parte de la variedad del arroz, su rendimiento, período de maduración, fertilidad del suelo y de la cantidad de abono que se aplique (10).*

*El Nitrógeno es el elemento clave para aumentar los rendimientos de arroz; para conseguirlo, la planta depende en forma principal de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, y en sus primeras etapas de crecimiento lo absorbe en forma amoniacal (10).*

*Siak (1960) encontró en Hong Kong, que el nitrógeno aplicado a razón de 30 kg/ha, produjo incrementos en el rendimiento medio de 522 kg/ha y que el incremento*

*de dosis mayores no aumentaba más el rendimiento (24 ).*

*Matsushima (1964), indicó que las plantas de arroz han de tener la cantidad de nitrógeno que necesitan tanto en la etapa temprana y media de formación de renuevos para hacer que aumenten al máximo el número de panojas, como en la etapa temprana de maduración (24).*

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización y características del Sitio Experimental:**

#### **Centro de Producción Agrícola Cuyuta:**

*Se ubica en el parcelamiento del mismo nombre, jurisdicción del municipio de Masagua, en el Departamento de Escuintla. Su posición geográfica es de 14° 07' latitud norte y 90° 5' longitud oeste, con una altura de 48 metros sobre el nivel del mar. Ecológicamente esta clasificado como bosque húmedo Sub-tropical (cálido) con una temperatura media de 27°C. La precipitación anual media es de 1,485 mm., con una humedad relativa media de 70o/o.*

#### **Características del Suelo:**

*Este corresponde a la Serie Tiquisate Franco; el cual está desarrollado sobre depósitos marinos aluviales de color oscuro en un clima cálido húmedo, son profundos, bien drenados. El suelo superficial a una profundidad aproximada de 35 centímetros, es franco, de color café oscuro a café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor de 5 a 10o/o. La estructura es granular fina, poco desarrollada, Ocupan relieves casi planos, suaves en el plano costero del pacífico.*

Cuadro 1  
Características Físico-químicas del suelo, donde se realizó el ensayo

Localización	Físicas		Ph	Químicas			
	Serie	Clase de Textura		Mg/ml		Meq/100 grs.	
				P	K	Ca.	Mg.
Cuyuta	Tiquisate Franco	li-moso	6.6	42.0	250	11.2	1.9

FUENTE: Laboratorio de Suelos del I.C.T.A

#### MATERIAL GENETICO:

El material genético evaluado corresponde a las líneas de arroz IG 4427-315 e IG 4538-1.

#### Densidades y Niveles:

Las densidades de siembra evaluadas fueron 70, 100, 130 y 160 kg de semilla por hectárea y los niveles de nitrógeno 0-30-60 y 90 kg/ha.

#### Criterios para la selección de las densidades de siembra:

Los estudios que sobre densidades de siembra en arroz se han hecho, revelan que, el óptimo que se han encontrado en Guatemala, para obtener un buen rendimiento en las variedades de tipo enano recomendadas por el ICTA, han sido de 70 a 80 kg de semilla por hectárea. Esta es una de las razones que motivaron tomar como punto de partida, la densidad de 70 kg por hectárea.

Por otra parte hay agricultores en el país que utilizan densidades de siembra, hasta de 160 kg/ha, siendo esta la circunstancia que condicionó la evaluación de las otras densidades (100, 130 y 160 kg/ha).

Además de esto, las tres densidades en mención se evaluaron para conocer si a medida que se incrementa la cantidad de semilla, se logra un mayor rendimiento por área

y una mejor competencia contra malezas (21, 20, 12)(\*).

*Se tiene referencias, de estudios realizados en otros países, que indican comportamientos positivos, a diferentes densidades de siembra, dentro de estos rangos, y de donde se han derivado recomendaciones específicas, para nuevas variedades de arroz (32, 27, 2).*

#### **Criterios para la selección de los niveles de nitrógeno:**

*Los niveles de 0 y 90 kg de nitrógeno, se utilizan como puntos extremos de referencias.*

*El nivel 0, se utilizó como un testigo que permitió determinar, si realmente era necesario adicionar nitrógeno, para incrementar los rendimientos en el cultivo.*

*Los niveles de 30 y 60 kg de nitrógeno, fueron escogidos, porque estudios realizados tanto en Guatemala, como en otros países del área Latinoamericana y del Asia, revelan en su mayoría una respuesta óptima dentro de ese rango (32, 21, 19, 20)(\*).*

#### **MANEJO DEL EXPERIMENTO**

##### **Preparación del terreno:**

*La preparación del terreno se realizó en forma mecanizada, con el objeto principal de dejar bien mullido el suelo, de manera que permitiera una buena cama para el logro de una adecuada y uniforme germinación de la semilla. Aprovechando las labores de preparación del suelo, se incorporó al mismo el insecticida Volatón granulado al 2.50/o aplicando el equivalente a 36.36 kg/ha., del producto comercial, con el objeto de controlar los insectos existentes.*

##### **Siembra:**

*La siembra se realizó a chorro corrido. El área de cada tratamiento fue de 1,80 x 5.0 metros, conformada por 6 surcos de 5 metros de largo, lo que hace un área de 9 metros cuadrados. El área útil para la toma de datos de rendimiento, fue de 6 metros cuadrados y correspondió a los cuatro surcos centrales. La siembra se realizó en la*

---

(\*) Referencias personales: Ing. Walter Ramiro Pazos, Coordinador Nacional del Programa de Arroz (ICTA).

*segunda quincena del mes de mayo de 1983.*

#### **Control de Malezas y Plagas**

*El control de malezas se realizó con propanil, en dosis de 1.9 kg de ingrediente activo/ha, complementado con limpiezas manuales. Las plagas fueron controladas con Folimat y Lannate líquidos, de acuerdo a la dosis comercial.*

#### **Fertilización base y aplicación de Nitrógeno:**

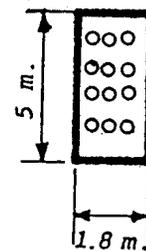
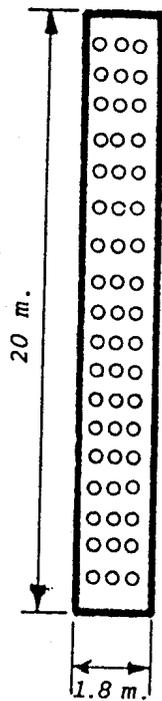
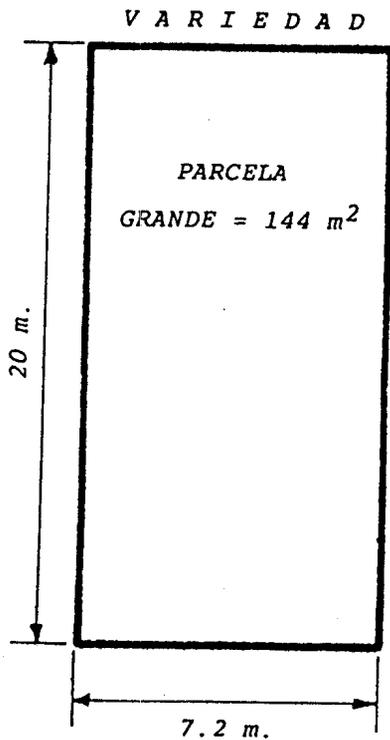
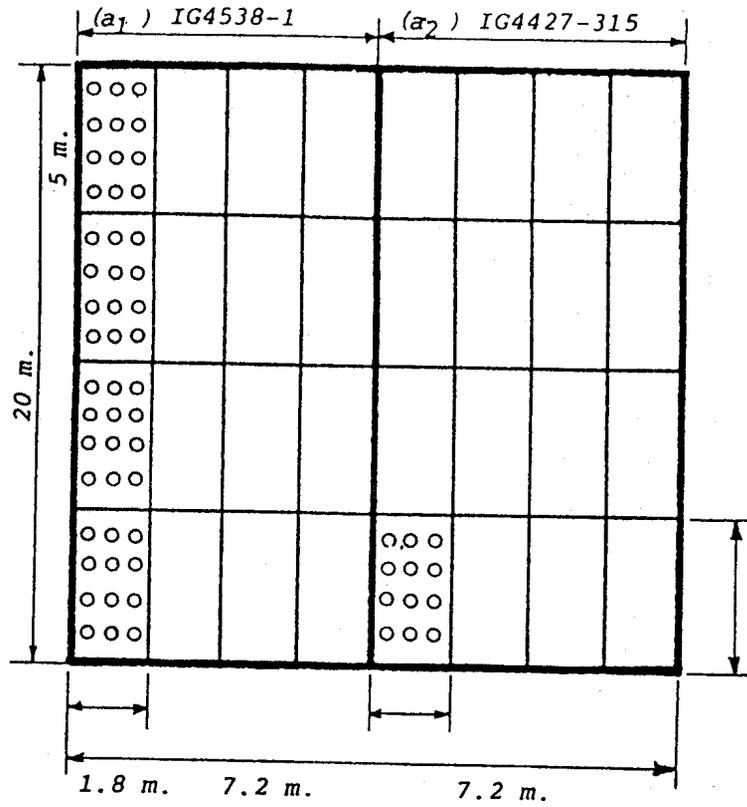
*La fertilización base fue 10-40-40 kg/ha de NPK, aplicados al momento de la siembra. Los niveles complementarios de nitrógeno fueron aplicados en dosis divididas en la etapa de máximo macollamiento e inicio del primordio floral.*

#### **Diseño Experimental:**

*El diseño experimental fue un bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas. La parcela grande fue la variedad (144 m<sup>2</sup>) la parcela chica la densidad (36 m<sup>2</sup>) y la sub-parcela, niveles de nitrógeno (9 m<sup>2</sup>), tal como se muestra en la figura 1.*

FIGURA 1

AREA Y DISTRIBUCION DE LOS  
FACTORES ESTUDIADOS



Escala 1:200

**Factores Estudiados:**

*Factor A = Variedades*

*Factor B = Densidades*

*Factor C = Niveles de nitrógeno*

*A = a<sub>1</sub> = IG 4538-1*

*a<sub>2</sub> = IG 4427-315*

*B = b<sub>1</sub> = 70 kg. de semilla/Ha*

*b<sub>2</sub> = 100 kg. de semilla/Ha*

*b<sub>3</sub> = 130 kg. de semilla/Ha*

*b<sub>4</sub> = 160 kg. de semilla/Ha*

*C = c<sub>1</sub> = 0 kg. de Nitrógeno/Ha*

*c<sub>2</sub> = 30 kg. de Nitrógeno/Ha*

*c<sub>3</sub> = 60 kg. de Nitrógeno/Ha*

*c<sub>4</sub> = 90 kg. de Nitrógeno/Ha*

**TRATAMIENTO**

1. *a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> c<sub>1</sub>*
2. *a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> c<sub>2</sub>*
3. *a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> c<sub>3</sub>*
4. *a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> c<sub>4</sub>*
5. *a<sub>1</sub> b<sub>2</sub> c<sub>1</sub>*
6. *a<sub>1</sub> b<sub>2</sub> c<sub>2</sub>*
7. *a<sub>1</sub> b<sub>2</sub> c<sub>3</sub>*
8. *a<sub>1</sub> b<sub>2</sub> c<sub>4</sub>*
9. *a<sub>1</sub> b<sub>3</sub> c<sub>1</sub>*
10. *a<sub>1</sub> b<sub>3</sub> c<sub>2</sub>*

11.  $a_1 b_3 c_3$
12.  $a_1 b_3 c_4$
13.  $a_1 b_4 c_1$
14.  $a_1 b_4 c_2$
15.  $a_1 b_4 c_3$
16.  $a_1 b_4 c_4$
17.  $a_2 b_1 c_1$
18.  $a_2 b_1 c_2$
19.  $a_2 b_1 c_3$
20.  $a_2 b_1 c_4$
21.  $a_2 b_2 c_1$
22.  $a_2 b_2 c_2$
23.  $a_2 b_2 c_3$
24.  $a_2 b_2 c_4$
25.  $a_2 b_3 c_1$
26.  $a_2 b_3 c_2$
27.  $a_2 b_3 c_3$
28.  $a_2 b_3 c_4$
29.  $a_2 b_4 c_1$
30.  $a_2 b_4 c_2$
31.  $a_2 b_4 c_3$
32.  $a_2 b_4 c_4$

*La información sobre el sorteo de cada uno de los tratamientos se encuentra en el cuadro*  
2

CUADRO 2  
PLANO DE SIEMBRA

REPLICA IV								REPLICA III											
IG 4427-315 a <sub>2</sub>				IG 4538-1 a <sub>1</sub>				IG 4427-315 a <sub>2</sub>				IG 4538-1 a <sub>1</sub>							
24	25	18	31	1	11	13	5					21	32	28	18	15	1	6	11
22	28	20	29	2	12	15	8					24	30	27	17	14	4	5	12
23	27	17	30	4	9	14	6					23	31	25	19	16	3	8	10
21	26	19	32	3	10	16	7					22	29	26	20	13	2	7	9

1 m

REPLICA I								REPLICA II											
IG 4538-1 a <sub>1</sub>				IG 4427-315 a <sub>2</sub>				IG 4538-1 a <sub>1</sub>				IG 4427-315 a <sub>2</sub>							
12	7	1	14	23	32	25	18					12	3	13	8	18	29	21	26
11	6	3	16	21	30	28	17					11	2	15	6	19	31	22	25
10	5	4	15	22	31	26	19					9	4	14	5	17	32	23	28
9	8	2	13	24	29	27	20					10	1	16	7	20	30	24	27

1 m

2 m

MODELO ESTADISTICO

Los datos de rendimiento fueron analizados estadísticamente en base al siguiente modelo:

$$Y_{iJKL} = \mu + \beta_i + \gamma_j + (\beta\gamma)_{ij} + \rho_K + (\gamma\rho)_{kj} + S_{ijk} + \alpha_L + (\alpha\gamma)_{jL} + (\alpha\rho)_{KL} + (\alpha\gamma\rho)_{jKL} + S_{iJKL}$$

$\mu$  = efecto de la media general

$\beta_i$  = Efecto del i-ésimo bloque

$\gamma_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor A

$(\beta\gamma)_{ij}$  = Error (a)

$\rho_K$  = Efecto de niveles de N.  
K 1 ..... 4

$(\gamma\rho)_{kj}$  = Interacción, variedad por niveles de N.

$S_{ijk}$  = Error (b)

$\alpha_L$  = Densidad de siembra  
L 1 ..... 4

$(\alpha\gamma)_{jL}$  = Interacción densidad por variedad

$(\alpha\rho)_{KL}$  = Interacción densidad por niveles de N.

$(\alpha\gamma\rho)_{jKL}$  = Interacción densidad por variedad por niveles

$S_{iJKL}$  = Error (c)

## METODOLOGIA DEL ANALISIS DE RESULTADOS

- *Análisis de varianza de acuerdo al diseño planteado.*
- *Comparación de medias (M.D.S.) (si existe diferencia significativa entre tratamientos.*
- *Análisis económico*
- *Análisis Gráfico.*

### Variablies en estudio:

*Las siguientes variables fueron consideradas, para la evaluación del presente estudio.*

### Rendimiento:

*Este dato se obtuvo en base al peso del grano de la parcela útil en cada tratamiento al momento de la cosecha con la humedad de campo, luego se hicieron los cálculos correspondientes para determinar el peso, en base al 14o/o de humedad, haciendo uso de la fórmula matemática siguiente:*

$$\text{Peso Final} = \frac{100 - \text{humedad de campo}}{100 - \text{humedad final}} \times \text{peso de campo}$$

*A continuación y en base a los datos derivados después de aplicada la fórmula, se calculó el rendimiento de grano producido en una hectárea.*

### Resistencia a enfermedades:

*En la evaluación de la incidencia de enfermedades al follaje, se consideraron tres aspectos: tamaño de la lesión, porcentaje del área de la hoja dañada y porcentaje del área de la parcela afectada.*

*Para el caso de enfermedades al cuello y al grano, se consideraron: severidad del daño, así como porcentaje de espigas dañadas por parcela. La decoloración de las glumas o grano manchado, se calificó en base a un recuento de granos dañados por espiga, asumiendo que una espiga tiene 100 granos (promedio de 3 muestras) expresando el resultado en porcentajes.*

## **CARACTERISTICAS AGRONOMICAS:**

### **Vigor:**

*Esta característica fue calificada 45 días después de la siembra y se basó en la manifestación expresada por las 2 líneas en estudio, en cuanto al desarrollo de las plantas su macollamiento y recubrimiento de los espacios intersurcos.*

### **Floración:**

*Fue tomada considerando el total de días transcurridos, entre la siembra y el completo espigamiento (100o/o de la floración).*

### **Altura:**

*Para la determinación de este dato se tomaron medidas de 3 plantas elegidas al azar, en cada uno de los tratamientos, midiendo desde la superficie del suelo, hasta la punta de la espiga más alta, para luego obtener un promedio.*

### **Acame:**

*Para ello, se tomaron datos de volcamiento total o parcial según el caso, así como el grado de inclinación o tendencia al vuelco de las plantas en cada uno de los tratamientos.*

### **Vaneamiento:**

*Se calificó en base al porcentaje de grano vano por espiga (promedio de tres muestras).*

### **Sistema de Evaluación:**

*Con excepción de los datos de rendimiento, días a flor y altura de planta, la calificación de las otras variables se basó en la escala del Sistema de Evaluación Estandar de Arroz. Los valores de dicha escala, que expresan apreciaciones convencionales y porcentajes según sea la característica o daño evaluado se pueden apreciar en el cuadro 3.*

Cuadro 3  
Escala del Sistema de Evaluación Estandar

<i>INDICE</i>	<i>DESCRIPCION</i>
<i>Blanco</i>	<i>Sin Información</i>
<i>0</i>	<i>Inmunidad</i>
<i>1</i>	<i>Expresión varietal satisfactoria, útil desde el punto de vista de mejoramiento y puede usarse como progenitor y variedad.</i>
<i>2</i>	
<i>3</i>	
<i>4</i>	<i>Expresión varietal no tan buena como debería ser, pero puede ser aceptable bajo ciertas circunstancias (V.G. resistencia horizontal a enfermedades)</i>
<i>5</i>	
<i>6</i>	
<i>7</i>	<i>Expresión varietal desfavorable (no útil) en términos de ser aceptable tanto comercialmente como para mejoramiento genético del cultivo.</i>

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Rendimiento:

*El análisis de la varianza de los rendimientos sólo arrojaron alta diferencia significativa, para el factor densidades de siembra (cuadro 4). Esta variación se muestra en la figura 2, la cual corresponde a una regresión lineal con coeficiente de correlación negativo (-113.793), y ecuación  $Y=B_0 - Bx$  ( $Y=689.655 - 113.793x$ ), y un coeficiente de regresión -0.91; lo cual indica que al utilizar una mayor cantidad de semilla, existe una disminución del rendimiento. Este mismo análisis nos demuestra entonces que los diferentes niveles de nitrógeno fueron iguales en su influencia sobre el rendimiento y a su vez, que las dos líneas poseen el mismo potencial de producción. Esto se puede apreciar en el cuadro 5 donde los diferentes valores reportados son estadísticamente iguales en este factor.*

*Al comparar las medias que se obtuvieron por efecto de las densidades cuadro 6, se puede observar que el rendimiento de 5.5 TM/Ha. que se obtuvo con el uso de 70 kg de semilla/ha es estadísticamente superior al de el resto de las densidades que se pusieron en prueba.*

### Vigor:

*Se observó alta diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ), para el factor niveles de nitrógeno cuadro 4. Pudiéndose determinar que se obtiene una mejor manifestación de vigor cuando se adiciona el nitrógeno como se puede observar en los cuadros 7 y 8 y en la figura 3.*

### Acame:

*En acame se observó alta diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ), para el factor variedades, también para repeticiones o bloques. Existió además diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), para el factor densidades de siembra, así como para las interacciones: densidad de siembra x niveles de nitrógeno y variedades x densidades de siembra x niveles de nitrógeno. No se observó diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) para las interacciones restantes, cuadro 4. La alta diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ) para las dos líneas estudiadas, permite establecer la desigualdad de las mismas en cuanto a la resistencia al*

acame aunque según la escala del sistema de evaluación estandar de arroz (cuadro 3), y tomando como base las medias de 2 repeticiones obtenidas, que fueron de 2.5 para la línea (a<sub>1</sub>) IG 4538-1 y 2.0 para la línea (a<sub>2</sub>) IG 4427-315 cuadro 9; las dos líneas se encuentran en el rango de expresión varietal satisfactoria para este carácter. En este mismo cuadro se puede observar que para ambas líneas el mayor acame con grados 5.0 y 4.5 para (a<sub>1</sub>) IG 4538-1 y (a<sub>2</sub>) IG 4427-315 respectivamente se presentó en los tratamientos 15 y 31 que corresponden precisamente al uso de 60 kg de N y 160 kg de semilla/ha. Estos datos nos clarifican el resultado que se obtuvo con el análisis de varianza y nos sirve para deducir que al incrementar la cantidad de semilla se provoca una tendencia al acame.

La variación que existió para las dos líneas de arroz, con respecto al nitrógeno, se muestra en la figura 4 que demuestra un comportamiento cuadrático de la línea de regresión de la ecuación de segundo grado aunque aquí hay que considerar que si bien es cierto ésto parece indicar que al llegar a los 90 kg de nitrógeno/ha los materiales mejoran su resistencia al acame, la realidad es que los estudios que al respecto se han realizado con anterioridad indican que las altas dosis de nitrógeno siempre están asociadas con una mayor tendencia al acame. En tanto que el no usar nitrógeno se traduce en una mayor resistencia. Cuadro 11.

#### **Rhynchosporium oryzae:**

Sólo se observó alta diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ) por influencia de los diferentes niveles de nitrógeno. No se observó diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), para los otros factores y sus combinaciones, cuadro 4.

Con las medias del grado de incidencia de la enfermedad (cuadro 12) que fluctuaron de 2.91 a 3.84 para cada uno de los niveles de nitrógeno, y de acuerdo a la escala utilizada se puede observar que a medida que se incrementa la dosis de nitrógeno aumenta la incidencia de la enfermedad.

Los valores promedio del grado de incidencia para cada uno de los tratamientos que se reportan en el cuadro 13, permiten establecer que para la línea (a<sub>1</sub>) IG 4538-1, el tratamiento que presentó el mayor grado de la enfermedad fue el 12, que correspondió a 90 y 130 kg/ha de nitrógeno y semilla, respectivamente; mientras que para la línea (a<sub>2</sub>) IG 4427-315, la mayor incidencia se presentó con el tratamiento 32, que correspondió a

90 y 160 kg/ha de nitrógeno y semilla en su orden, en ambos casos este mayor grado de daño se da con la dosis más alta de nitrógeno (90 kg de nitrógeno/ha.).

La figura 5 muestra el grado de incidencia y de incremento de la enfermedad en la que a medida que se incrementan los niveles de nitrógeno, se incrementa el ataque del hongo. Por ejemplo al no adicionar Nitrógeno, el daño se mantiene dentro del valor de resistencia (3), en tanto al adicionar 30 éste sube hasta valores susceptibles y así sucesivamente con los otros niveles (60 y 90 kg de N/ha).

#### **Pyricularia oryzae al cuello:**

Se observó alta diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ) para el factor variedades y para la interacción variedades x densidades de siembra cuadro 4.

El cuadro 14, muestra los valores promedio para cada una de las líneas. Se puede observar que para la línea (a<sub>1</sub>) IG 4538-1, la media general fue de 3.1 y para la línea (a<sub>2</sub>) IG 4427-315, la media general fue de 2.3. De acuerdo a estos resultados se puede inferir que la incidencia de la enfermedad es mayor en la línea (a<sub>1</sub>) IG 4538-1.

#### **Análisis Económico:**

De acuerdo a la curva de beneficios netos que se trazó para delimitar tratamientos no dominados, gráfica 1, se pudo establecer que, los tratamientos 1, 2, 4, 8, y 16, parecen ser los de mayor interés; pero de acuerdo al análisis marginal de tratamientos cuadro 15, la tasa de retorno marginal más alta (960/o), se obtuvo con el tratamiento 2, el cual corresponde al uso de la línea IG 4538-1, con una densidad de 70 kg de semilla y 30 kg de nitrógeno/ha. Con los tratamientos 4, 8 y 16, en los cuales se incurre en un mayor costo variable, la utilidad disminuye en comparación con el testigo, que fue en este caso el tratamiento 1, que corresponde a la línea IG 4538-1, con una densidad de 70 kg de semilla, y 0 kg de nitrógeno/ha.

## CONCLUSIONES

- a. *El efecto del factor densidades de siembra fue el único que determinó diferencia significativa sobre los rendimientos obtenidos, siendo mejor el uso de 70 kg de semilla/ha.*
- b. *El rendimiento medio más alto y mas rentable para la línea (a<sub>1</sub>) IG 4538-1 (5.6 TM/Ha) se obtuvo con la densidad de 70 y 30 kg/ha, de semilla y nitrógeno respectivamente.*
- c. *El rendimiento medio más alto para la línea (a<sub>2</sub>) IG 4427-315 (5.0 TM/Ha), se obtuvo con la densidad de 70 kg de semilla y 60 Kg de nitrógeno/ha.*
- d. *La resistencia al acame es mayor, al adicionar menor cantidad de nitrógeno y menor cantidad de semilla.*
- e. *La mayor manifestación de vigor, se obtuvo al adicionar mayor cantidad de nitrógeno.*
- f. *La incidencia de los hongos *Rhizosporium oryzae* y *Pyricularia oryzae* se incrementa con la adición de niveles más altos de nitrógeno.*

## RECOMENDACIONES

*En base a las conclusiones anteriores, se recomienda:*

- a. *Para la zona ecológica en que se realizó este experimento, se sugiere utilizar la línea (a<sub>1</sub>) IG 4538-1, con una densidad de siembra de 70 kg de semilla y 30 kg de nitrógeno/ha, a nivel del centro de producción agrícola de Cuyuta, o en otros lugares que presenten las mismas características de suelo y condiciones climáticas.*
- b. *La línea (a<sub>2</sub>) IG 4427-315, si bien es cierto que tiene menor rendimiento, también posee algunas características importantes tales como: mayor resistencia al acame y mayor tolerancia a la incidencia de *pyricularia oryzae*. De acuerdo a estas características y en caso de no contar con otro material genético podría ser utilizada también, para este mismo tipo de condiciones, con una densidad de 70 kg de semilla y 60 kg de nitrógeno/ha, éste último con el objeto de mejorar su vigor inicial.*
- c. *Realizar otros experimentos de esta índole, cubriendo las diferentes zonas de importancia económica, para poder así hacer las recomendaciones más precisas en áreas ecológicamente similares.*

CUADRO 4

ANALISIS DE VARIANZA PARCELAS SUB-DIVIDIDAS EN BLOQUES AL AZAR

FUENTE DE VARIANZA	C.M. <sup>a</sup> Rendimiento kg/ha	C. M. Acame	C. M. Rinch. oryzae	C.M. Vigor	C. M. Piricularia
Repeticiones	4.41779E6	45.3750 ++	7.0833	1.0078	7.0417
Parcela Grande	1.00687E7	8.0000 ++	6.1250	0.0703	21.1250 ++
Error ( a )	6.12403E6	0.0417	13.7083	0.5495	2.6667
Parcela Mediana	3.30112E6 ++	8.5833 +	0.6875	0.2578	0.1667
P.G. x P.M.	1.44316E6	5.0833	1.3958	0.0911	0.4583 ++
Error ( b )	727794.	2.3750	1.0139	0.1814	0.0764
Parcela Chica	405504.	11.0833	6.3750 ++	0.8620 ++	0.2500
P.G. x P.C.	304640.	0.5833	0.5833	0.4036	0.0417
P.M. x P.C.	90112.0	5.0000 +	1.1458	0.2300	0.3611
P.G. x P.M. x P.C.	458809.	7.0000 +	0.3264	0.1189	0.7083
Error ( c )	351132.	2.5139	0.8177	0.2405	0.2153

CUADRO 5  
Rendimiento de Arroz en toneladas métricas por hectárea

Línea ( a<sub>1</sub> ) IG 4538-1

Línea ( a<sub>2</sub> ) IG 4427-315

Trat.	Repeticiones				Total	$\bar{x}$	Trat.	Repeticiones				Total	$\bar{x}$
	RI	RII	RIII	RV				RI	RII	RIII	RIV		
1	5.4	4.8	5.6	6.7	22.5	5.6	17	5.6	4.2	4.6	5.5	19.9	5.0
2	5.6	5.8	5.6	7.3	24.3	6.1	18	5.0	5.3	4.5	5.7	20.5	5.1
3	5.9	5.7	6.0	5.2	22.8	5.7	19	5.7	5.3	5.1	5.7	21.8	5.4
4	5.3	5.7	5.7	5.7	22.4	5.6	20	5.8	4.5	5.8	5.8	21.9	5.5
5	5.8	4.8	4.2	4.3	19.1	4.8	21	5.6	4.1	4.7	5.6	20.0	5.0
6	5.7	6.1	4.7	5.0	21.5	5.4	22	5.4	2.0	5.2	5.5	18.1	4.5
7	6.0	5.0	6.4	4.7	22.1	5.5	23	5.8	2.2	4.3	5.8	18.1	4.5
8	5.9	6.7	4.9	4.9	22.4	5.6	24	5.1	4.0	4.5	5.2	18.8	4.7
9	5.1	5.3	4.9	5.1	20.4	5.1	25	5.8	3.4	4.1	5.3	18.6	4.6
10	5.9	6.0	5.5	4.1	21.5	5.4	26	4.7	4.5	4.8	5.7	19.7	4.9
11	4.8	5.9	3.5	3.6	17.8	4.4	27	5.6	5.2	5.1	5.1	21.0	5.2
12	5.1	5.5	3.7	5.4	19.7	4.9	28	5.6	3.9	4.3	5.6	19.4	4.8
13	4.8	5.3	4.6	5.5	20.2	5.0	29	4.0	4.1	2.5	5.3	15.9	4.0
14	5.9	5.6	5.5	4.8	21.8	5.4	30	4.4	3.8	4.1	5.5	17.8	4.4
15	6.3	5.3	4.3	5.2	21.1	5.3	31	4.9	3.1	3.5	5.8	17.3	4.3
16	5.7	5.9	5.1	4.8	21.5	5.4	32	4.6	2.3	4.0	5.5	16.4	4.1
Total	89.2	89.4	80.2	82.3	341.1	5.3		83.6	61.9	71.1	88.6	305.2	4.7
$\bar{x}$	5.6	5.6	5.0	5.1	-	-		5.2	3.9	4.4	5.5	-	-

CUADRO 6  
COMPARACION DE MEDIAS DE "RENDIMIENTO" POR EFECTO DE  
DENSIDADES

No.	DESCRIPCION	MEDIAS DE RENDIMIENTO EN TM/HA
1	70 Kg/de semilla/Ha	5.50 a
2	100 Kg/de semilla/ha	5.00 ab
3	130 Kg/de semilla/ha	4.94 ab
4	160 Kg/ de semilla/Ha	4.75 b

C V. / Densidades = 17 %  
M.D.S. = 0.6335

CUADRO 7  
DATOS PROMEDIO DE VIGOR

Línea ( a<sub>1</sub> ) IG 4538-1

Línea ( a<sub>2</sub> ) IG 4427-315

Trat.	Vigor				Total	X	Trat.	Vigor				Total	X
	RI	RII	RIII	RIV				RI	RII	RIII	RIV		
1	4	4	4	3	15	3.7	17	2	4	4	4	14	3.5
2	3	3	3	3	12	3.0	18	3	3	4	3	13	3.2
3	4	3	4	3	14	3.5	19	3	3	4	3	13	3.2
4	3	3	3	3	12	3.0	20	3	4	3	3	13	3.2
5	4	4	3	3	14	3.5	21	3	3	3	3	12	3.0
6	3	3	4	3	13	3.2	22	3	4	3	3	13	3.2
7	3	4	3	3	13	3.2	23	3	5	3	3	14	3.5
8	3	3	3	3	12	3.0	24	3	3	3	3	12	3.0
9	3	3	3	4	13	3.2	25	3	4	3	3	13	3.2
10	3	4	3	3	13	3.2	26	3	3	3	3	12	3.0
11	3	2	4	3	12	3.0	27	3	3	4	3	13	3.2
12	2	3	3	3	11	2.7	28	2	4	3	3	12	3.0
13	4	4	4	4	16	4.0	29	4	3	3	3	13	3.2
14	3	3	3	3	12	3.0	30	2	4	3	3	12	3.0
15	3	3	3	3	12	3.0	31	3	3	3	3	12	3.0
16	3	3	4	3	13	3.2	32	3	4	3	3	13	3.2
<b>Total</b>	51	52	54	50	207	3.2		46	57	52	49	204	3.2
<b>X</b>	3.2	3.2	3.4	3.1				2.9	3.6	3.2	3.1		

CUADRO 8  
COMPARACION DE MEDIAS PARA VIGOR POR  
EFECTO DE NITROGENO

No.	DESCRIPCION	MEDIAS DE VIGOR *
1	90 Kg/Nitrógeno/Ha	3.06 a
2	30 Kg/Nitrógeno/Ha	3.12 ab
3	60Kg/Nitrógeno /Ha	3.21 ab
4	0 Kg/Nitrógeno/Ha	3.44 b

\* ESCALA DE EVALUACION STANDAR DE ARROZ

C.V./Nitrógeno = 15 %  
M.D.S. = 0.3394

CUADRO 9.  
DATOS PROMEDIO DE ACAME

Linea A 1 IG 4538-1

Linea A 2 IG 4427-315

Trat.	Acame		Total	$\bar{x}$	Trat.	Acame		Total	$\bar{x}$
	RI	RIII				RI	RIII		
1	1	4	5	2.5	17	1	2	3	1.5
2	1	1	2	1.0	18	1	2	3	1.5
3	1	4	5	2.5	19	1	1	2	1.0
4	1	7	8	4.0	20	1	1	2	1.0
5	5	5	6	3.0	21	1	1	2	1.0
6	1	4	5	2.5	22	1	1	2	1.0
7	3	1	4	2.0	23	1	5	6	3.0
8	1	1	2	1.0	24	1	7	8	4.0
9	1	1	2	1.0	25	1	3	4	2.0
10	1	2	3	1.5	26	1	1	2	1.0
11	1	6	7	3.5	27	1	1	2	1.0
12	3	5	8	4.0	28	1	2	3	1.5
13	1	1	2	1.0	29	1	1	2	1.0
14	1	5	6	3.0	30	1	6	7	3.5
15	1	9	10	5.0	31	1	8	9	4.5
16	4	1	5	2.5	32	1	6	7	3.5
Total	23	57	80	2.5		16	48	64	2.0
x	3.6	4.6	2.3			1	3	4	

CUADRO 10  
COMPARACION DE MEDIAS DE ACAME POR EFECTO  
DE DENSIDADES

No.	Descripción	Medias de Acame
1	70 kg/semilla/ha	1.87 a
2	130 kg/semilla/ha	1.93 a
3	100 kg/semilla/ha	2.18 a
4	160 kg/semilla/ha	3.00 b

MDS = 0.8091 de la escala de Acame

CUADRO 11

COMPARACION DE MEDIAS PARA ACAME POR EFECTO DE NITROGENO

No.	DESCRIPCION	MEDIAS DE ACAME *
1	0 Kg/nitrógeno/ha	1.55 a
2	30 Kg/nitrógeno/ha	1.84 ab
3	90 Kg/nitrógeno/ha	2.53 ab
4	60 Kg/nitrógeno/ha	2.65 b

\* ESCALA DE EVALUACION STANDAR DE ARROZ

C.V./Nitrógeno = 12 %  
MD..S. = 0.9717

CUADRO 12  
COMPARACION DE MEDIAS PARA " RHYNCHOSPORIUM "  
POR EFECTO DE NITROGENO

No.	DESCRIPCION	MEDIA DE "RIN- CHOSPORIUM *
1.	0 Kg/Nitrógeno/Ha	2.91 a
2	30 Kg/Nitrógeno/ha	3.16 ab
3	60 Kg/Nitrógeno/ha	3.66 bc
4	90 Kg/Nitrogeno/ha	3.84 c

\* ESCALA DE EVALUACION STANDAR DE ARROZ

C.V./Nitrógeno 15%

M.D.S. 0.6646

CUADRO 13  
 DATOS PROMEDIO DE RINCHOSPORIUM ORYZAE  
 Linea a1 IG 4538-1 a<sub>2</sub> IG 4427-315

Trat.	Rincho <sup>s</sup> porium Oryzae				Total	$\bar{X}$	Trat.	Rincho <sup>s</sup> porium Oryzae				Total	$\bar{X}$
	RI	RII	RIII	RIV				RI	RII	RIII	RIV		
1	2	3	4	2	11	2.7	17	4	5	3	2	14	3.5
2	2	3	2	3	10	2.5	18	4	2	3	2	11	2.7
3	3	3	4	4	14	3.5	19	4	5	3	3	15	3.7
4	2	3	5	4	14	3.5	20	4	5	2	3	14	3.5
5	2	2	5	4	13	3.2	21	4	3	3	2	12	3.0
6	2	3	3	5	13	3.2	22	3	5	5	2	15	3.7
7	3	5	2	5	15	3.7	23	3	6	5	2	16	4.0
8	3	3	5	5	16	4.0	24	3	4	4	3	14	3.5
9	2	2	5	2	11	2.7	25	3	5	4	2	14	3.5
10	2	2	3	3	10	2.5	26	4	4	3	3	14	3.5
11	2	3	5	3	13	3.2	27	3	3	4	3	13	3.2
12	4	3	6	4	17	4.2	28	5	6	4	2	17	4.2
13	2	3	1	2	8	2.0	29	2	2	4	2	10	2.5
14	2	2	4	2	10	2.5	30	4	6	4	2	16	4.0
15	2	3	5	4	14	3.5	31	4	6	5	2	17	4.2
16	3	3	3	4	13	3.2	32	4	7	4	3	18	4.5
Total	38	46	62	56	202	3.1		58	74	60	38	230	3.6
X	2.4	2.9	3.9	3.5				3.6	4.6	3.7	2.3		

CUADRO 14  
DATOS PROMEDIO DE PIRICULARIA AL CUELLO

Linea (a<sub>1</sub>) IG 4538-1

Linea (a<sub>2</sub>) IG 4427-315

Trat.	Piricularia al cuello		Total	$\bar{x}$	Trat.	Piricularia al cuello		Total	$\bar{x}$
	RI	RIII				RI	RII		
1	3	3	6	3.0	17	3	3	6	3.0
2	3	4	7	3.5	18	1	3	4	2.0
3	2	3	5	2.5	19	2	3	5	2.5
4	3	3	6	3.0	20	2	3	5	2.5
5	3	3	6	3.0	21	1	3	4	2.0
6	2	3	5	2.5	22	2	3	5	2.5
7	3	4	7	3.5	23	2	3	5	2.5
8	3	3	6	3.0	24	1	3	4	2.0
9	2	4	6	3.0	25	1	3	4	2.0
10	3	3	6	3.0	26	2	3	5	2.5
11	4	3	7	3.5	27	1	3	4	2.0
12	3	3	6	3.0	28	2	2	4	2.0
13	3	4	7	3.5	29	1	3	4	2.0
14	3	3	6	3.0	30	1	3	4	2.0
15	4	3	7	3.5	31	2	3	5	2.5
16	3	3	6	3.0	32	2	3	5	2.5
Total	47	52	99	3.1		26	47	73	2.3
X	2.9	3.2				1.6	2.9		

CUADRO 15

ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS EN EL ENSAYO:  
"ESTUDIO PARA DETERMINAR, LA MEJOR COMBINACION ENTRE CUATRO NIVELES  
DE NITROGENO Y CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN LAS LINEAS DE ARROZ  
IG 4538-1 E IG 4427-315 "

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTOS			CAMBIO CON RESPECTO AL BENEFICIO			
	LINEA	DENSIDAD	NITROGENO	COSTO VARIABLE	PROXIMO SUPERIOR		
					INCREMENTO MARGINAL EN BENEFICIO NETO	INCREMENTO MARGINAL EN COSTO VARIABLE	TASA DE RETORNO MARGINAL
a) 1263.6	IG 4538 -1	70	30	78.4	82.0	28.0	96%
b) 1088.4	IG 4427-315	70	90	121.6	-93.2	71.2	—
c) 1088.8	IG 4538 -1	100	90	143.2	-92.8	92.8	—
d) 1001.6	IG 4538 -1	160	90	186.4	-180.0	136.0	—
e) 1181.6 (TESTIGO)	IG 4538-1	70	0	50.4	0.0	0.0	—

FIGURA 2  
DENSIDADES DE SIEMBRA Vrs. RENDIMIENTO

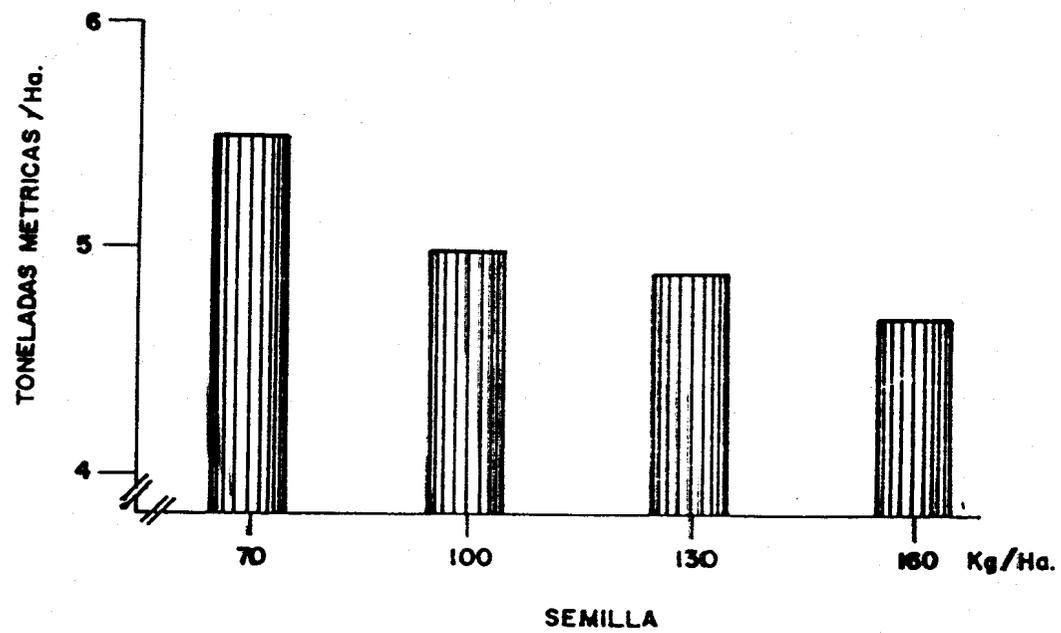
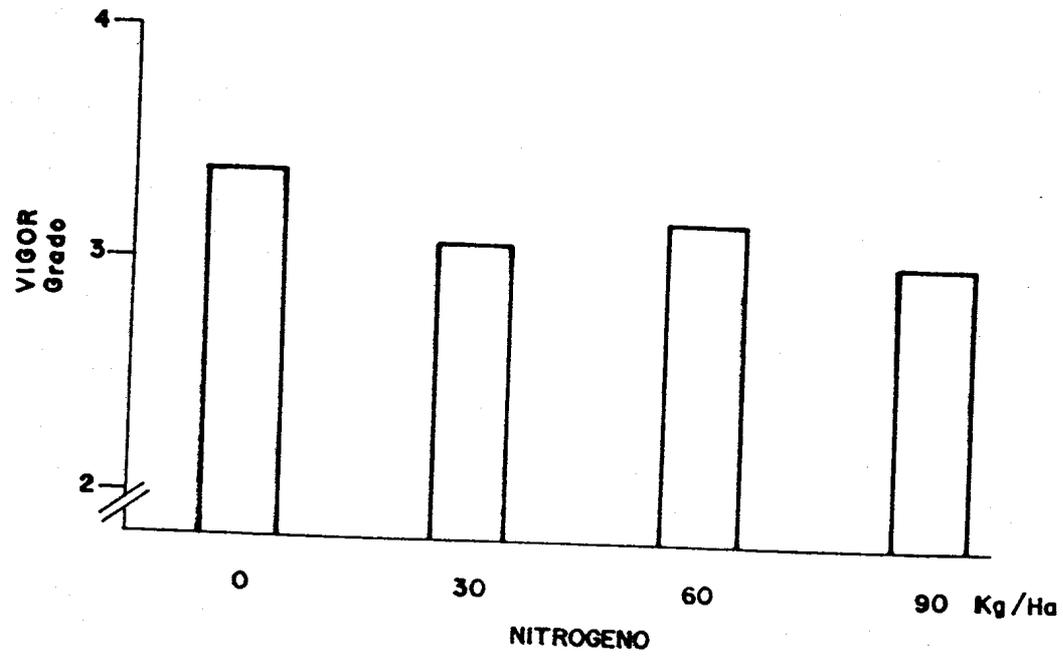


FIGURA 3  
VIGOR Vrs NITROGENO



NOTA:  
EXISTE UN MAYOR VIGOR CUANDO LOS VALORES TIENDEN A UNO

FIGURA 4  
NITROGENO Vrs. ACAME

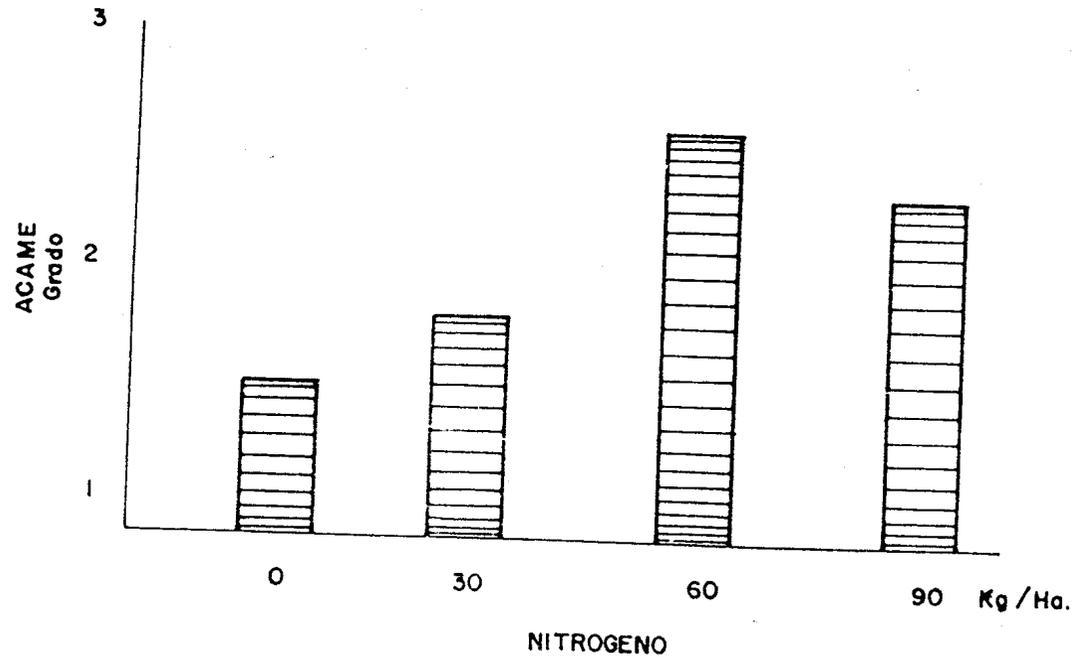
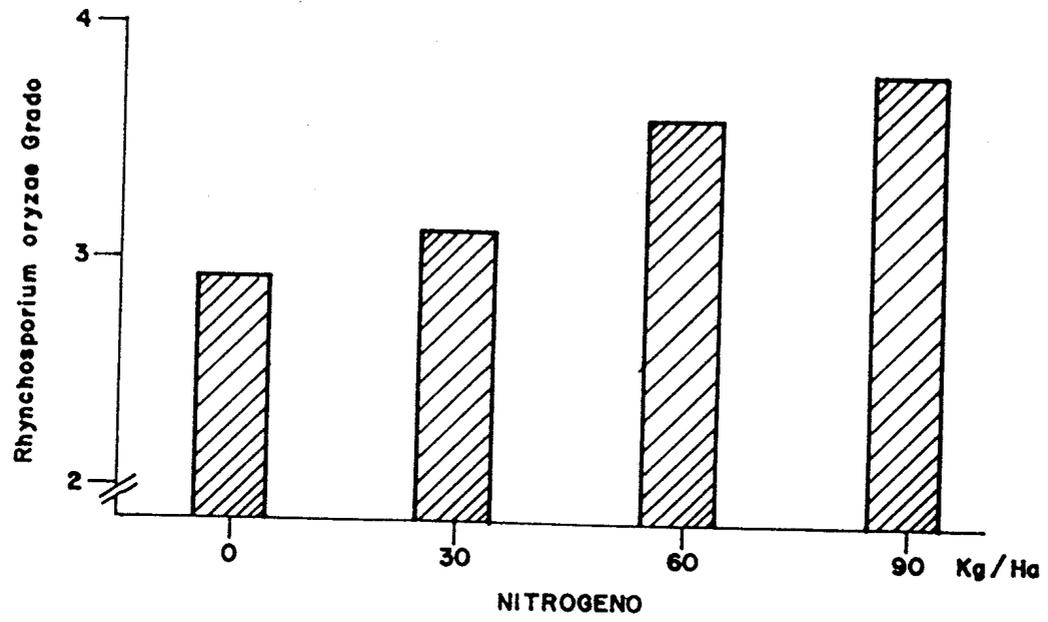
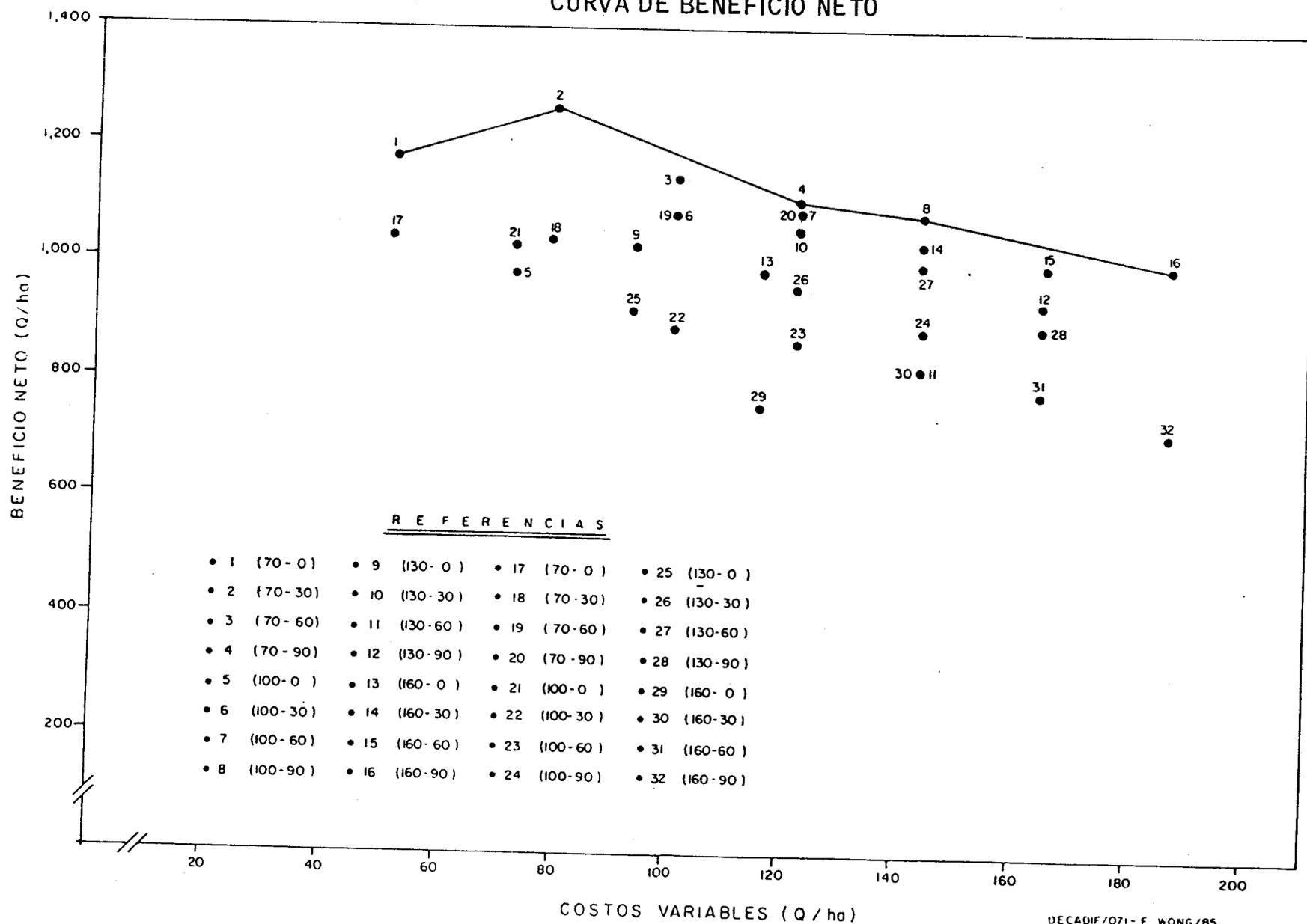


FIGURA 5

Rhynchosporium oryzae Vrs. NITROGENO



GRAFICA 1  
CURVA DE BENEFICIO NETO



## BIBLIOGRAFIA

1. **ALVARADO CALDERON, A.M.** *Estudio sobre la integración de fertilización nitrogenada y densidad de la población con 3 variedades de maíz (Zea Mays L.), Tesis ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. p. 4.*
2. **ANDRADE, E.F. y JARRIN, R.E.** *Una nueva variedad de arroz de alto rendimiento y resistencia a la quemazón. Ecuador, "INIAP", 1976. s.p.*
3. **ANGLADETTE, A.** *El Arroz. Madrid, Blume, 1969. pp. 12-13.*
4. **BARTHOLOMEW, W.V.** *El nitrógeno del suelo. Procesos de abastecimiento y requerimientos de los cultivos. NORTH CAROLINA. STATE UNIVERSITY. Boletín Técnico. No. 6. 1972. p. 97.*
5. **BLACK, C.A.** *Relaciones suelo-planta. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. V. I. p. 866.*
6. **CHEANEY, R.L.** *Arroz de secano. In Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de Arroz. Cali, Colombia, 1973. pp. 8-10.*
7. **COOKE, G. W.** *Fertilizantes y sus usos. 2a. ed. Trad. Alonzo Blackaller Valdez. México, Continental, 1965. p. 180.*
8. **FASSBENDER, H.W.** *Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1975. p. 398.*
9. **GARCIA TECUN, O.R.** *Evaluación del comportamiento de 18 genotipos de arroz (Oryza Sativa L.), bajo condiciones limitantes de humedad. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. pp. 1-3*
10. **GRIST, D.H.** *Arroz. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, Continental, 1982. pp. 323-363.*
11. **GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS.** *Arroz. Aspectos generales de la producción. Programa Nacional de Mejoramiento. 1984. pp. 3-5.*
12. **\_\_\_\_\_.** *El cultivo del arroz en el parcelamiento La Máquina. Guatemala, 1975. pp. 54-85.*

13. \_\_\_\_\_ . *Informe anual 1973. Guatemala, 1974. p. 71 (mimeo).*
14. \_\_\_\_\_ . *Informe anual 1974. Guatemala, 1975. p. 123. (mimeo).*
15. \_\_\_\_\_ . *Reporte de actividades 1974-1975, del programa de Sorgo. Guatemala, 1975. p. 31.*
16. *HOLDRIGE, L.R. Mapa de Zonificación ecológica de Guatemala, según sus informaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, SCIDA, 1958. p. 19.*
17. *JACOB, A. y VON VEXKULL, H. Fertilización, nutrición y abono de los cultivos tropicales y sub-tropicales. Trad. por López Martínez de Alva, Alemania, Hannover Verlagsgesellschaft, Für Ackerbau, 1966. p. 626.*
18. *NORSK, H. Fertilizantes completos. Guatemala, Lito B. Zadik, 1971. p. 20.*
19. *OTTAYO, Y. Fuentes, niveles y épocas de fertilización nitrogenada en arroz. Curso de Arroz. No. 112, Cali, Colombia. s. e. 1975. pp. 59-64.*
20. *PAZOS M, W.R. El cultivo del arroz. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Folleto Técnico No. 22, 1983. pp. 9-10.*
21. \_\_\_\_\_ . *Tikal 2, variedad de alto rendimiento. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Folleto Técnico No. 7, 1972. pp. 10-12.*
22. *PENADOS ROGOZINSKI, J.M. Estudio de la respuesta de producción de granos de arroz (Oryza Sativa L.) a N, P, K, Ca, Mg, en suelos de Morales, Departamento de Izabal, Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. pp. 8-10,41.*
23. *PEÑA, E.G. DE. Fertilización en el cultivo del arroz empleando 2 niveles de fósforo, 3 de nitrógeno y 3 épocas de aplicación. In. Reunión Anual PCCMCA 22a. San José Costa Rica, 1976. Trabajos presentados. San José Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1976. V. 3. pp. A-10-1 -A-10-10.*
24. *REYES, B. DE LOS. Cultivo del Arroz. Filipinas, Universidad, Escuela de Agricultura, 1965. p. 426.*

25. *RIVERO, R.G. El uso del nitrógeno en el trópico. Cali, Colombia, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1972. pp. 9-11.*
26. *RODRIGO Y SERRANO, J.M. El cultivo del sorgo granífero. Caracas. s. e. 1968. p. 132.*
27. *ROSERO, M.J. Comportamiento de variedades de arroz en condiciones de secano. Curso de Arroz No. 117-118. Cali, Colombia, s. e. 1976. pp. 78-81.*
28. *SANCHEZ, P.A. Resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. Carolina del Norte, Estación Experimental Agrícola. Boletín Técnico No. 19. 1973. p. 215.*
29. *SANCHEZ ROBLES, R. Producción de granos y forrajes. 2a. ed. México, Limusa, 1979. pp. 285-332.*
30. *TISDALE, S. L. & NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizers. 2d. ed. New York, Macmillan, 1966. p. 694.*
31. *TOPOLANSKI, E. El arroz, su cultivo y producción. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. p. 304.*
32. *UNIVERSIDAD DE FILIPINAS. ESCUELA DE AGRICULTURA. Cultivo del arroz. México, Limusa, 1979. pp. 139-147.*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

"IMPRIMASE"

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C.A. Castañeda S.', written over a horizontal line.

ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.  
D E C A N O

