

01  
T(172)  
c. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE RENDIMIENTOS  
DE VARIETADES DE ARROZ  
EN EL PARCELAMIENTO "LA MAQUINA"



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

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA  
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA  
Guatemala, Noviembre de 1976.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

*DR. ROBERTO VALDEAVELLANO PINOT*

JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. Rodolfo D. Estrada G.
Vocal 1ro.	Ing. Agr. Rodolfo D. Estrada G.
Vocal 2do.	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Vocal 3ro.	Ing. Agr. Sergio A. Mollinedo B.
Vocal 4to.	Laureano Figueroa
Vocal 5to.	Carlos Leonardo.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

TECNICO PROFESIONAL

Decano:	Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra
Examinador:	Ing. Agr. Oslec Rojas
Examinador:	Ing. Agr. Carlos Aldana
Examinador:	Ing. Agr. Neftalí Monterroso
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Pórrres.

Guatemala, 6 de diciembre de 1976.

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.  
Presente.

Señor Decano:

Tengo el gusto de informarle que de acuerdo con el mandato emanado de la Decanatura de nuestra Facultad de Agronomía, he revisado el trabajo de tesis elaborado por el estudiante Alcides René Obregón Arreaga, titulado: "EVALUACION DE RENDIMIENTOS DE VARIEDADES DE ARROZ EN EL PARCELAMIENTO LA MAQUINA".

Dicho trabajo considero que llena los requisitos para ser aprobado como tal, por lo que solicito su autorización para que sea publicado.

Atentamente,  
"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. *Carlos H. Aguirre C.*  
ASESOR.

CHAC/rcdem.

*ACTO QUE DEDICO :*

A Dios Todopoderoso

A mi Madre

*BLANCA AMANDA ARREAGA DE OBREGON*

Como una ofrenda a su memoria.

A mi Padre

*ALCIDES ANIBAL OBREGON DE LEON*

A mi Hermano

*ROLANDO ANIBAL OBREGON ARREAGA.*

A mi Esposa

*ELENA GUADALUPE MUÑOZ DE OBREGON.*

y a mis hijos

*ALCIDES RENE, DANILO FERNANDO,*

*OLGA AMANDA y ALVARO CESAR*

Con todo mi amor.

## AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su sincero agradecimiento al Ing. Agr. Carlos H. Aguirre, por su valiosa asesoría y revisión del trabajo.

A la Misión Técnica Agrícola de la China Nacionalista.

A mi Esposa, por efectuar todo el trabajo de mecanografía.

DEDICO ESTA TESIS

A mi Familia

Cariñosamente.

A mi inolvidable amigo:

Ing. Agr. César Augusto Molina Letona  
(Q.E.P.D.).

A mis amigos

Afectuosamente.

## CONTENIDO :

### *I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.*

### *II. REVISION DE LITERATURA.*

- A) Las nuevas variedades y las técnicas agronómicas.
- B) Características deseadas.
- C) Problemas y Beneficios.
- D) Factores que limitan el Rendimiento.
- E) Evaluación de calidad molinera y culinaria.
- F) Consideraciones sobre la variable densidad.

### *III. MATERIALES Y METODOS.*

- A) Ubicación del lugar donde se realizó el estudio y sus características.
- B) Material Experimental.
- C) Trabajos de Campo y Diseño Experimental.

### *IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION.*

### *V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.*

### *VI. BIBLIOGRAFIA.*

## I. INTRODUCCION

De manera indudable el cultivo del arroz es de vital importancia para Guatemala, y para gran parte del mundo, ya que de este cultivo depende por lo menos la mitad de la población del globo terrestre. Este alimento es el principal en la dieta de todo el continente asiático y de otros pueblos del mundo, notándose en los últimos años que su consumo ya aumentando significativamente en la América Latina.

En Guatemala se evidencia que la producción de arroz ha seguido en los últimos años una tendencia creciente.

Algunos datos publicados por el Banco de Guatemala nos dicen que el área cosechada en 1950 fue de 8,050 Hectáreas, con una producción de 9,043.6 T.M. Mientras que en 1974 - 1975, según estimaciones reportadas por INDECA, fue de .. 27,644.09 T.M., cosechadas en 12,455.1 Has. Est. o equivale a un rendimiento medio de 2,2 T.M./Ha. (16).

Según la misma fuente de información, la disponibilidad nacional de esa cosecha para el último año citado fue de 25, 075.4 T.M. que determina un déficit de 1,992.9 T.M.

El avance realizado hasta ahora en este cultivo tiende a ser más amplio y a seguir un desarrollo más dinámico debido a que el sector Público ya cuenta con instituciones como I.C.T.A. (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas) que está empeñado en desarrollar programas de tecnificación a corto plazo de los cinco cultivos básicos "maíz frijol, arroz, trigo y sorgo"; tratando de mejorar la productividad, tomando en cuenta que nuestro país cuenta con condiciones ecológicas inmejorables las que unidas a nuevas y buenas variedades, así como a la utilización de créditos, asistencia técnica y facilidades en la comercialización darán un resultado altamente positivo, que ofrece la oportunidad de diversificar y mejorar los ingresos de los agricultores guatemaltecos.



Los cereales constituyen la principal fuente de carbohidratos y además contienen proteínas, vitaminas y otros nutrientes. El índice de consumo nos lo dará el aumento de la población del mundo y se reflejará en las necesidades nutricionales, siendo cada día más fuerte nuestra dependencia de los cereales, para satisfacer tales necesidades.

En el caso de América Latina, el trigo, el arroz y el maíz son los principales cereales consumidos por el hombre y entre ellos el maíz es quizás al que se le da mayor importancia en nuestro medio.

En la actualidad todos los países Latinoamericanos productores de arroz y, especialmente Guatemala, desarrollan através de I.C.T.A., investigaciones específicas para este cultivo ya que han desarrollado técnicas que han permitido incrementar la productividad en sus países de origen. Citaremos como ejemplo "La China Nacionalista" cuyas técnicas se están sumando al esfuerzo del personal guatemalteco en programas que abarcarán el desarrollo agronómico de este cultivo en todas sus fases, poniendo énfasis especialmente en las pruebas con variedades y líneas producidas en otras partes del mundo que se tratarán de adaptar a nuestro medio.

En este empeño se encuentran los técnicos de la Misión China en el Parcelamiento "La Máquina" (Municipio de Cuyotenango, Departamento de Suchitepéquez), ya que a no dudarse, reviste especial importancia nacional el análisis de este tipo de trabajo; por cuanto el país vive en la actualidad una crisis aguda debido a la inflación y a la escasez de granos básicos para la dieta de los guatemaltecos, pues se persigue buscar fuentes de alimentación de buena calidad y en cantidades suficientes que satisfagan las necesidades de las personas.

Por lo demás sería un fuerte estímulo para los agricultores del país, el poder contar con datos que les sirvan de base en el futuro como ayuda para desarrollar e incrementar este cultivo que a no dudarse representaría una fuente económica que con el tiempo, les daría un nivel de vida mucho más placentero.

En tal virtud se planeó un experimento para probar adaptabilidad, rendimiento y calidad del grano con dos variedades

traídas de Taiwan, comparadas con tres variedades mejoradas de arroz que ya se siembran en diferentes regiones del país.

## O B J E T I V O S

Fundamentalmente los objetivos del presente trabajo, pueden resumirse en lo siguiente:

- a) La Comparación de variedades, a manera de poder establecer qué variedades se adaptan mejor a la región y cuáles poseen los mejores atributos en cuanto a calidad, rendimiento, resistencia de enfermedades, altura, etcétera. A manera de poder recomendar al agricultor variedades que le sean de beneficio económico y les reporte menos gasto y mayor retribución monetaria.
- b) Establecer el comportamiento de las variedades al variárseles el factor densidad, de manera que éste no afecte los rendimientos y estos se mantengan dentro de los niveles normales de cada variedad.
- c) Lograr afinidad entre los factores densidad y variedad, para que las interacciones entre estas dos variables se mantengan dentro de un límite aceptable, que signifiquen un aliciente económico para el agricultor y lo estimule a ampliar sus cultivos de arroz.
- d) Comparar los atributos de las variedades que ya estaban adaptadas a nuestro medio a efecto de evaluar su comportamiento con las variedades chinas para poder llegar a concluir, si algunas de estas variedades pueden llegar a ser un material genético que sea aprovechado por nuestros técnicos, para incrementarse y poder distribuirlo entre nuestros agricultores a través de las instituciones del sector Público Agrícola.
- e) Que la realización de este trabajo sea un índice positivo para que se continúe trabajando en este culti-

vo para lograr en un futuro inmediato, cosechas que redunden en la elevación del nivel de vida del agricultor guatemalteco.

## II. REVISION DE LITTERATURA

### A) LAS NUEVAS VARIETADES Y LAS TECNICAS AGRONOMICAS:

El cambio drástico en la Arquitectura de las Plantas de arroz que se llevó a cabo en el Instituto Internacional del Arroz en 1966 revolucionó la producción de este cereal en el mundo. El cambio de las variedades de tallo alto susceptible a la tumbada y de baja relación de grano paja a las variedades de talla corta resistentes al volcamiento, incrementó sustancialmente los rendimientos a nivel del agricultor. (13).

Según Peter Jennings (13). La revolución verde en las regiones asiáticas productoras de arroz empezó con el establecimiento del Instituto Internacional de Investigaciones de Arroz (I.R.R.I.) en las Filipinas en 1962. Los resultados de la investigación y adiestramiento antes del año 1967 empezaron a mostrar efectos en la producción de algunos países asiáticos en 1968 y 1969. La adopción rápida de las nuevas variedades de alto rendimiento y prácticas de cultivo mejoradas produjeron grandes aumentos de producción en gran parte debido a un mayor rendimiento por hectárea.

La adopción de nuevas prácticas y nuevas variedades en América Latina ha sido lenta. Ello se debe a que la producción y el consumo de la región se han mantenido al mismo nivel por muchos años y además a que las primeras variedades no tuvieron la calidad de grano preferida por el consumidor latinoamericano o por los mercados potenciales internacionales. (3).

La uniformidad en el cultivo del arroz sumado a la relativa falta de barreras de idioma en el hemisferio, constituyen una ventaja significativa en el desarrollo de programas diseñados para aumentar la producción total y la productividad por hectárea. Esto garantiza que un programa exitoso de investigación localizado en una zona específica y estrechamente vinculado a los programas nacionales de arroz pueda producir un gran impacto en América Latina. (3).

### **B) CARACTERISTICAS DESEADAS:**

Todos los países latinoamericanos productores de arroz llevan a cabo en el momento actual, investigaciones de este cultivo. Algunos países tienen programas de fitomejoramiento y ponen énfasis en pruebas con líneas y variedades producidas en otras partes. (13).

Según I.C.A. (Instituto Colombiano Agropecuario) y C.I.A.T. (Centro Internacional de Agricultura Tropical), en Cali, Colombia, (4,8); los objetivos de un programa de fitomejoramiento deben encuadrarse en definir ciertas características necesarias para casi toda la América Latina. Este tipo ideal incluye: ✓

1.) Estatura Enana, que dá resistencia al volcamiento, más grano en relación a paja y permite aumentar la respuesta a mejoramiento en prácticas de cultivo.

2.) Habilidad de macollar moderadamente alta para reducir los requerimientos de semilla y proveer más plasticidad en un rango de métodos de siembra.

3.) Hojas erectas, para el mejor uso de la luz solar.

4.) Respuesta en rendimiento de grano al aplicar abono de nitrógeno.

5.) Vigor fuerte de plántulas.

6.) Insensibilidad al fotoperiodismo (respuesta al relativo largo del día). Para permitir dos cosechas al año y asegurar la adopción en un rango ancho de latitud.

7.) Ciclo vegetativo temprano de 105 a 130 días en el campo.

8.) Tolerancia a bajas temperaturas a manera de poder sembrar en tierras altas y zonas subtempladas.

### C) PROBLEMAS Y BENEFICIOS OBTENIDOS:

1.—Para el productor de arroz un mayor precio significa mayores entradas y un mayor incentivo a cultivar arroz.

2.) Si algunos agricultores que siembran otros cultivos deciden aumentar la extensión de sus arrozales entonces declinará la producción y las entradas obtenidas por esos productos.

3.) Un precio más alto obtenido por el arroz significa un aumento en el costo de la vida y una disminución en el nivel de vida. Si el consumidor debe pagar más por el arroz dispondrá de menos dinero para cubrir otras necesidades y entonces pueden decidir comer menos arroz que otros alimentos.

4.) Un mayor precio del arroz puede hacer que los trabajadores exijan mejores salarios. Mayores salarios significa mayor costo de producción y consumo, lo que puede beneficiar a algunos segmentos de la Economía. Un ejemplo podía ser la actitud hacia una política de auto abastecimiento, lo cual implica consideraciones políticas y económicas. Sin embargo, en una reciente conferencia sobre política del arroz efectuada en I.R.R.I. (9) los participantes señalaron algunas aparentes inconsistencias en la política de autoabastecimiento, de las Filipinas (9).

Según Pazos (16); en Guatemala tradicionalmente se sembraban tipos de arroz llamados "Criellos". Con la creación del Instituto Agropecuario Nacional en las décadas de 1940-1950 se dió inicio al estudio y difusión en el país de nuevas y mejores variedades, introducidas de otros centros de Investigación.

Algunas de ellas aún son sembradas en pequeñas cantidades en áreas situadas en la costa Atlántica del Pacífico de Guatemala.

temala; entre otras las más conocidas en el país son Blue Bonnet 50 y Blue Belle, - Cica 4 e I.R. 22.

Gutiérrez (6); dice que entre los agricultores arroceros de América Latina, surgen esperanzas luminosas de poder eliminar dos graves enfermedades del arroz; y desde enero del año 1971. C.A.F. e I.C.A. (4,8) están distribuyendo semillas de las variedades de arroz más prometedoras cuyas características deben de ser conocidas por cualquiera que se dedique a producir este importante cereal. Algunas de estas variedades son: "I.R. 22" producida por el Instituto Internacional de Investigaciones del arroz en Filipinas y la "Cica 4" originada en Colombia, ambas muy prometedoras en Latinoamérica.

#### D) FACTORES PRINCIPALES QUE LIMITAN EL RENDIMIENTO:

C.I.A.T. (4); menciona entre ellos a:

1) Carencia de variedades de alto rendimiento que tengan grano de calidad aceptable y que sean resistentes a las enfermedades.

2) Prácticas culturales inadecuadas especialmente en relación con la nivelación de tierras, control y buen manejo del agua de riego, densidades de siembra, aplicación de fertilizantes y control de ciertas enfermedades; y

3) Escasez de personal de investigación y extensión con adiestramiento en el cultivo del arroz.

Según Larrea (15); la estrategia del aumento del rendimiento apoyándose en los factores ya mencionados, el programa de arroz del C.I.A.T., se ha señalado el siguiente orden de prioridades:

1) Desarrollar variedades superiores aptas para zonas irrigadas y con siembra directa.

Durante la fase inicial del programa los trabajos no se enfocarán en áreas pequeñas en las que se siembra arroz por

trasplante, ni tampoco en las grandes zonas que producen arroz en seco.

2) Adiestrar personal para labores de investigaciones de arroz y establecer programas de extensión especializado en este cereal.

3) Estudiar las soluciones posibles que permitan superar los factores agronómicos limitantes y asegurar la máxima capacidad de rendimiento de las nuevas variedades.

### *E) EVALUACION DE CALIDAD MOLINERA Y CULINARIA:*

Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (10); en el mejoramiento de variedades, la calidad molinera y culinaria juegan un papel muy importante, lo que debe lograrse controlando el material genético, a través de las diferentes generaciones. Por esa razón I.C.T.A. (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas) (12); evalúa sus materiales en los laboratorios de I.C.A. Colombia (8); para obtener variedades de óptima calidad en cuanto a este aspecto se refiere

Específicamente es el INCAP quien analiza las muestras de arroz de I.C.T.A. en Guatemala.

La calidad molinera se evalúa de acuerdo a 2 características de grano:

- a) Longitud del grano.
- b) Centro o mancha blanca.

Según INCAP (10); la longitud del grano se mide en milímetros y se clasifica así:

- a) Menos de 5.50 mm. grano corto (c);
- b) De 5.51 mm. a 6.50 grano medio (M);
- c) De 6.51 mm. a 7.50 grano largo (L);
- d) De 7.51 mm. en adelante, grano extra largo.



Pazos (16); indica en su folleto sobre arroz que el centro o mancha blanca consiste en cierta opacidad que tiene el grano para resistir o no al quebramiento.

Esta mancha está colocada en el centro del grano, por lo cual ofrece un punto débil para quebrarse y, por consiguiente, entre mayor sea el grado de mancha, es menor el rendimiento en el molino. El centro blanco se clasifica de acuerdo a la siguiente escala:

- 0— semillas transparentes;
- 1 a 4 diversos grados ascendentes en la mancha;
- 5— máximo en mancha blanca.

De donde la calidad culinaria está asociada a dos factores:

- 1) Temperatura de gelatinización,
- 2) Contenido de amilosa.

Bressani (1); informa que la temperatura de gelatinización se determina con la prueba de digestión alcalina, la que puede ser baja, intermedia o alta. Esta temperatura es la capacidad que tiene el arroz de absorber agua durante su cocimiento; ejemplo:

1) Alta temperatura de gelatinización indica poca absorción de agua.

2) Intermedia temperatura de gelatinización indica buena absorción de agua (grado óptimo).

3) Baja temperatura de gelatinización indica demasiada absorción de agua.

En cuanto a contenido de amilosa, INCAP (10); propone que siendo uno de los componentes del almidón del arroz su contenido en una muestra determina la calidad en cuanto a co-

hesividad, textura y brillo del arroz cocinado.

El porcentaje de amilosa en el arroz se califica así:

- 1) alta 28 a 30%;
- 2) Intermedia de 26 a 27%; (óptima)
- 3) Baja de 19 a 25%.

Harper (70); resume diciendo que la evidencia colectada indica por tanto que deben hacerse esfuerzos por aumentar la disponibilidad de arroz en América Latina. Sin embargo, se cree que los esfuerzos agronómicos que se inicien en este sentido deben tomar en cuenta las limitaciones nutricionales de un alimento que complementa mejor la dieta y al mismo tiempo que su consumo permita a nuestros pobladores tener un estómago lleno y una mejor nutrición.

Según Behar y Gómez Brenes (1,2,5); desde el punto de vista químico y en comparación con otros cereales, la principal desventaja del arroz radica en su bajo contenido proteínico, el cual fluctúa entre 6 y 8. Sin embargo, esta proteína es de mejor calidad que la del maíz, el sorgo y harina de trigo. Tanto en el caso de animales de experimentación como de seres humanos, los aminoácidos deficientes son: lisina, teonina y probablemente también metionina; no obstante, el arroz contiene mayores niveles de lisina que otros cereales.

Por otro lado los resultados de estudios recientes notificados por I.R.R.I, indican que por selección y cruzamiento genético, es factible aumentar el contenido total de proteínas en los granos de arroz.

Desarrollar variedades de arroz con mayor contenido vitamínico, no constituye ya un problema, puesto que los avances en el campo de la tecnología de alimentos permiten hoy día que la concentración de estos nutrientes no sólo en el arroz sino también en otros alimentos, puede incrementarse a través de la fortificación.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA  
DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS-REFERENCIA

**CUADRO No. 1**  
**COMPOSICION QUIMICA Y CONTENIDO VITAMINICO**  
**DE CUATRO CEREALES**

COMPONENTE	Arroz	Maíz	Trigo	Avena
Humedad	12.0	10.6	12.0	8.3
Proteína	7.2	9.4	11.8	14.2
Grasa	0.6	4.3	1.2	7.4
Ceniza	0.5	1.3	0.5	1.9
Fibra Cruda	0.6	1.8	0.4	1.2
Carbohidratos solubles	79.7	74.4	74.5	68.2
Calorías	364	361	365	390
Tiamina, mg.	0.08	0.43	0.12	0.60
Riboflavina, mg.	0.03	0.10	0.07	0.14
Niacina, mg.	1.6	1.9	1.4	1.0

Valiente y Tejada (19); mencionan que la calidad de la proteína proveniente de mezclas de arroz y de frijol, alimentos de uso muy común en América Latina, es más alta que la de mezclas similares de otros cereales con frijol. Se estima que por su calidad nutricional una mayor disponibilidad, y el consumo más frecuente de arroz con frijol, podría ser un instrumento muy útil para combatir la desnutrición proteínico-calórica, sobre todo si el arroz tuviese un mayor contenido de proteína, y si este cereal se consumiera combinado con frijol. Esta medida podría traer consigo mayores beneficios para las poblaciones jóvenes, puesto que el arroz por sí solo satisface las necesidades de aminoácidos de las poblaciones adultas.

**CUADRO No. 2**  
**COMPARACION DEL VALOR NUTRITIVO DE VARIOS**  
**CEREALES CON 10 % DE FRIJOL NEGRO**

	Proteína en la dieta %	Promedio de ganancia g.	PER	Valor nutritivo relativo %	Proteína utilizable g %
Arroz + frijoles	7.9	56	2.32	62.8	4.96
Maíz + frijoles	10.3	33	1.47	39.8	4.10
Sorgo + frijoles	8.6	41	1.69	45.7	3.93
Trigo + frijoles	12.0	84	1.83	49.5	5.94
Avena + frijoles	14.6	121	2.21	59.8	8.73

g - Peso promedio inicial: 42 g.

## D) *CONSIDERACIONES DEL EXPERIMENTO EN CUANTO A LA VARIABLE DENSIDAD*

(20); ¿Qué ocurre con el rendimiento por unidad de superficie cuando se aumenta la densidad de la siembra, es decir el número de plantas por metro cuadrado?

Se ha visto que si se hace variar el número de plantas en una maceta de cultivo tiene lugar un fenómeno de compensación tal, que la cosecha no es totalmente proporcional al número de pies, pero permanece sensiblemente constante dentro de un intervalo bastante amplio. También cuando se disminuye la separación entre hileras de arroz la cosecha por unidad de superficie empieza a aumentar especialmente por un ahijado mucho más abundante, pero existe un límite a partir del cual este aumento se detiene y hasta puede dar lugar a una disminución.

Se observa el mismo fenómeno en las plantas utilizadas por sus raíces. A partir de cierta densidad por metro cuadrado el aumento del número de plantas se ve compensado por una disminución del peso individual.

Hay pues, en cada caso particular un espaciamiento óptimo en función del modo de desarrollo de cada planta en el medio considerado.

De consiguiente la densidad de población más ventajosa depende: (3).

- 1) De la naturaleza de la planta; es decir, del volumen de tierra necesaria para el desarrollo radicular y de aprovisionamiento de agua.
- 2) De la fertilidad del medio en suelos profundos y ricos. En este tipo de suelos con arroz se obtienen mejores rendimientos por unidad de área. En lo que concierne a los cereales especialmente el arroz, el rendimiento de grano deja de aumentar a partir de una determinada densidad de población; a ésta corresponde un valor óptimo.

Las técnicas han demostrado que para arroces de buena proliferación, es beneficioso en los suelos de alta productividad, reducir el espacio entre hileras a 10 centímetros con una cantidad de semilla de 150 a 180 libras por manzana, mientras que en los suelos más fértiles la separación puede llegar a 20 cms., con un peso de semilla de 130 a 150 libras por manzana.

Como indicamos anteriormente se observa que los cereales tienden naturalmente hacia una densidad de población adaptada a la fertilidad del medio, ya sea por un aumento de la proliferación o por la producción de tallos estériles durante el período de espigación.

Estos mecanismos hacen que el número de espigas por metro cuadrado sea una cifra bastante constante cualquiera que sea la densidad de siembra y la separación con tal que se encuentre entre los límites propios de cada variedad.

En la experimentación comparada o sea la que nos ocupa es conveniente colocarse dentro de este intervalo.

(12); Las densidades de semilla en Guatemala varían de acuerdo al tipo de siembra usado. Se siembran en surcos espaciados con intervalos de 20 a 30 centímetros entre surcos y sobre éstos, la semilla enterrada al chorrío a una profundidad de 2 a 4 centímetros; al voleo la semilla se distribuye uniformemente sobre la superficie del terreno.

La cantidad de semilla que se necesita por manzana cuando se siembra al voleo es de 150 a 200 libras por manzana y en surcos de 100 a 150 libras por manzana.

Estos criterios están sujetos a la capacidad de macollamiento de cada variedad y a la calidad del suelo.

#### *Forma o sistema que se usó:*

En Guatemala el arroz de secano representa un 70 a 80% y los rendimientos promedios nacionales alcanzan un máximo de 1.5 toneladas por Hectárea. (16).

Aunque el arroz de secano dará siempre menos rendimiento que el arroz irrigado, el área que se puede usar es tan

grande que al avalar los rendimientos produciría un gran impacto.

Al momento ningún programa a nivel nacional aparentemente está enfrentando el problema o quizás se hace a medias.

La resistencia a ciertas enfermedades en las variedades, se adaptan mejor que otras a las condiciones de Secano.

El tipo de planta enana sería tan importante en el arroz de secano como lo es en las variedades irrigadas.

Guatemala necesita hacer hincapié en la investigación de arroz en secano, mientras no se puedan desarrollar las capacidades para cultivar arroz de riego. Los esfuerzos se deben concentrar en zonas de secano mecanizadas, como en el Parcelamiento "La Máquina", por lo que se espera despertar una inquietud que ya es necesidad para que fitomejoradores, fitopatólogos y especialistas en prácticas culturales ayuden a resolver tan vital problema.

### III. MATERIALES Y METODOS

a) Características del lugar donde se desarrolló el trabajo:

Las experiencias se llevaron a cabo en el Parcelamiento "La Máquina" que se encuentra ubicada en la república de Guatemala, Centro América y dentro de las coordenadas geográficas siguientes:

Latitud N 14 23'

Longitud W 91 35'

Está situado bajo la jurisdicción de Cuyotenango y San Andrés Villa Seca, de los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu, respectivamente. (11).

El área del parcelamiento es de 34,478 Hectáreas, 99 áreas, 42,000 centiáreas y el tamaño frecuente de las parcelas es de 20 Hectáreas. Específicamente el lugar en donde se desa-

rolló el trabajo de investigación lo localizamos en el sector "A" Parcela número 19 con una extensión de una caballería y propiedad del Ministerio de Agricultura.

Está comprendido dentro de la zona tropical seca y tropical húmeda (.). Su precipitación pluvial aumenta gradualmente de 2,219 a 4,000 mm. anuales, distribuidos en los meses de mayo a octubre, correspondiendo a junio, septiembre y octubre a la época más lluviosa del año contando con un promedio general de 114 días de lluvia. Las temperaturas promedio del parcelamiento son: mínima 24 C y máxima de 37 C; siendo su latitud sobre el nivel del mar entre 6 a 152 metros.

Los vientos predominantes aparecen únicamente en la época lluviosa y corren de Oriente a Poniente, siendo estos capaces en algunos casos de derribar los cultivos. En época seca hay poco viento.

Los suelos de "La Máquina" corresponden a la serie Ixtán, de origen volcánico, cementado aluvial, relieve casi plano, drenaje bueno, textura arcillosa plástica, color café oscuro con un espesor de 10 centímetros arcillo-arenoso. Su topografía es plana con ligeras ondulaciones con desniveles de 3 a 4% y raros casos de 30%.

#### b) Material Experimental:

El material genético que se usó para el estudio procede de Guatemala con variedades que ya estaban adaptadas a nuestro medio y con otras que fueron traídas de Taiwan, China Nacionalista.

Entre las variedades adaptadas a nuestro medio estaban las siguientes:

1) "CICA 4" C.I.A.T. e I.C.A.; ambos con sede en Palmira, Cali, Colombia, desarrollaron la variedad CICA 4. El prefijo Cica caracteriza a las variedades creadas por estas instituciones.

Esta variedad fue desarrollada a partir de una población segregante recibida de I.R.R.I. en 1968. Los progenitores de



la variedad "CICA 4" son el I.R. 8 y la línea I.R. 12-178-2-3, esta última seleccionada del cruce entre la variedad vietnamita Mong, Chim Vang A y la I-geo- Tze de Taiwan.

Fue introducida al país en 1971 - 1972 y previos estudios de evaluación entregada oficialmente a la Dirección de Desarrollo Agrícola para su multiplicación y distribución.

2) La Variedad "I.R.22", fue creada por I.R.R.I.; es una variedad enana de 80 a 90 centímetros de altura seleccionada entre "I.R.3" y la variedad Tadukan.

3) "BLUE BONNET - 50. Una de las más conocidas y cultivadas en Guatemala, proviene de una selección lograda del cruce entre las variedades Rexoro y Fortuna efectuado en Texas (E.U.A.). Este cruce inicialmente permitió obtener la variedad "BLUE BONNET" de la cual se originó la BLUE BONNET - 50 por selección.

4) Variedad "A," (Taiwan). Esta variedad es descendiente de las selecciones I.R. 532 y E-576. Es de estatura término medio y con alto contenido de amilosa.

5) Variedad "B<sub>2</sub>" (Taiwan). Variedad descendiente de I.R. 5 con características de grano pequeño y de baja estatura y con regular contenido de amilosa.

Estas dos últimas variedades fueron seleccionadas de 107 traídas de Taiwan que fueron puestas a pruebas de adaptabilidad que abarcó: acame, susceptibilidad a enfermedades desgrane, precocidad y rendimiento.

### **C) TRABAJO DE CAMPO Y DISEÑO EXPERIMENTAL:**

Antes de la iniciación del trabajo de experimentación se niveló el terreno; luego se aró a una profundidad de 25 a 30 centímetros, se dieron dos pasadas de rastra, también se desinfectó el suelo incorporándose a él un promedio de 75 libras por manzana de Aldrín al 2.5% con el objeto de controlar las plagas del suelo.

El diseño experimental usado fue el de bloques al azar en parcelas divididas. Se planeó el experimento con 4 repeticiones, en el cual el tamaño de las parcelas experimentales que representaron las densidades de siembra fueron de 7.5 metros de largo por 18 metros de ancho, las subparcelas que representaron las variedades tuvieron 1.5 de largo por 3 metros de ancho.

El sistema de siembra usado fue el de hileras al chorrío con una separación entre cada uno de 25 centímetros.

Las densidades de siembra utilizadas fueron las siguientes:

- 1) 100 libras/Mz.
- 2) 110 libras/Mz.
- 3) 120 libras/Mz.
- 4) 130 libras/Mz.
- 5) 140 libras/Mz.
- 6) 150 libras/Mz.

Las variedades quedaron distribuidas de la manera siguiente:

- |          |     |   |                            |
|----------|-----|---|----------------------------|
| Variedad | "A" | - | "CICA 4"                   |
| Variedad | "B" | - | "I.R.-22"                  |
| Variedad | "C" | - | "BLUE BONNET - 50"         |
| Variedad | "D" | - | "A <sub>1</sub> " (Taiwan) |
| Variedad | "E" | - | "B <sub>2</sub> " (Taiwan) |

La siembra se hizo en seco y la fórmula de fertilizante usada fue 16-20-0 a razón de 500 libras por manzana al momento de la siembra. Posteriormente a los 30 ó 40 días de la siembra se aplicaron 250 libras por manzana de Urea al 46 por ciento.

Para el control de insectos, especialmente para los barrenadores del tallo (*Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis*) se utilizó *Dipterex* a razón de 1 Kg/Ha.

Finalmente los resultados se tabularon y se analizaron mediante un *andeva* y una prueba de *Duncan*.

#### IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION:

La principal característica para evaluar este experimento fue el rendimiento promedio de grano por parcela experimental. (Cuadro No. 3); el cual nos sirvió de base para efectuar el análisis de varianza mostrado en el cuadro No. 4. Dicho análisis nos indica que las dos variables en estudio, variedades y densidades de siembra, fueron altamente significativas; y que por lo tanto, existe una notable interacción entre los atributos estudiados para ambas variables.

El Cuadro No. 4, compara las medias para variedades, demostrándonos claramente que la variedad "A", identificada como "Cica 4" superó en rendimiento (60.92 quintales/Mz), a todas las demás variedades probadas. La tendencia, de "Cica 4" de poseer mayor capacidad de producción, siempre se mantuvo conforme la densidad de siembra fue incrementándose, lo cual hace suponer que la competencia por nutrientes, luz espacio vital y agua todavía no era limitante. (Cuadro No. 6).

Se sabe que en otras áreas de la república de Guatemala "Cica 4" ha producido rendimientos más altos (100 quintales por Mz.) que los producidos bajo condiciones del presente estudio. Este hecho podríamos explicarlo aclarando que la época de siembra no fue realmente la más apropiada y que los suelos no llenan las condiciones requeridas para el cultivo.

Las variedades B, C y D, identificados como I.R.-22, Blue Bonnet - 50 y A-1, no tuvieron diferencias en cuanto a su rendimiento en grano. Por otro lado, la variedad "E" que correspondió a "B<sup>2</sup>" probó ser la menos rendidora de todas las variedades probadas, (Cuadro No. 5); esta tendencia fue similar para las densidades de siembra en estudio.

I.R.-22; tuvo una calidad de grano aceptable y se le puede considerar como una variedad enana, ya que al igual que "Cica 4" su altura fue entre 80 y 90 cm.; lo cual las hace resistentes al acame, pero, para el caso de I.R.-22, probó ser susceptible a *Pyricularia orizae*. Blue Bonnet - 50 presentó una

CUADRO No. 3  
 RENDIMIENTO DE ARROZ POR PARCELA  
 EXPERIMENTAL

REP.	DENSIDAD DE SIEMBRA								
BLOCK	Variedad	I	II	III	IV	V	VI	Suma	Total de R.
I	A	.94	1.72	1.88	1.78	1.76	1.24	9.32	
	B	.92	0.70	0.68	0.96	0.76	1.08	5.10	
	C	.78	1.00	1.24	1.04	1.18	1.92	7.16	
	D	1.00	0.52	0.92	1.00	1.16	1.92	6.52	
	E	.52	0.74	0.48	0.70	0.96	0.54	3.94	32.04
II	A	1.48	1.52	1.54	1.28	2.08	2.30	10.20	
	B	0.54	1.04	1.00	0.96	1.22	1.12	5.88	
	C	0.76	0.68	0.96	1.24	1.50	0.90	6.04	
	D	0.56	0.76	1.04	0.92	1.32	1.40	6.00	
	E	0.74	0.82	0.48	0.96	0.92	0.50	4.42	32.54
III	A	1.44	1.10	1.46	1.86	1.56	1.74	9.16	
	B	1.70	1.86	0.84	1.04	1.16	1.30	7.90	
	C	1.02	1.24	1.48	1.00	1.48	1.48	7.70	
	D	0.92	1.20	0.96	0.76	1.16	1.12	6.12	
	E	0.62	0.72	0.52	0.78	0.72	0.96	4.32	35.20
IV	A	1.52	1.52	1.30	1.48	1.62	1.84	9.28	
	B	0.80	0.74	0.84	0.76	0.86	1.18	5.18	
	C	1.28	1.08	1.26	1.76	1.72	0.92	8.02	
	D	0.76	1.04	0.72	1.12	0.58	0.84	5.36	
	E	0.82	0.62	0.56	0.66	0.68	0.82	4.16	32.00
Suma		19.12	20.62	20.16	22.06	24.70	25.12	131.78	131.78

CUADRO No. 4  
 RESULTADOS DEL ANALISIS DE  
 VARIEDAD POR DENSIDAD

Variación debido a	G. L.	S. C	C. M.	F.	N. S.
Repeticiones	3	0.23	0.77	0.51	
Variedades	4	9.51	2.38	15.87	* *
Error (a)	12	1.84	0.15		
Parcelas					
Principales	19	11.58			
Densidades	5	0.79	1.58	3.43	*
Densidades por variedades	20	3.1	0.155		
Error (b)	75	3.464	0.046		
	119	18.934			

calidad de grano y una muy buena adaptación al área del estudio; pero resultó ser muy susceptible al acame debido a su altura que es entre 1.25 a 1.50 metros; considerándosele por esta razón, como una variedad alta. Con respecto a las variedades chinas probadas, no obstante su buena adaptación, rindieron poco y no fueron del agrado del paladar de los agricultores porque su alto contenido en amilosa, tipo de almidón suave, las hace presentar una consistencia pegajosa al presentar el grano cocido.

Las medias de las seis densidades de siembra probadas, las muestra el Cuadro número 7. Podemos establecer que las densidades 6 y 5, correspondientes a 150 y 140 lbs/Mz. y probaron ser las mejores en comparación con las otras densidades probadas.

Respecto a las densidades de siembra 4, 3 y 2 identificadas como 130, 120 y 110 lbs./Mz., se comportaron similarmente y solo produjeron un aparente aumento en el rendimiento.

Cuando se utilizaron 100 lbs./Mz., se produjeron los más bajos rendimientos.

Todas las variedades bajo estudio mostraron que el rendimiento se aumenta al incrementar la densidad de siembra (100 a 150 lbs./Mz., sin embargo, se presume que a pesar de que esto nos puede dar un índice de incremento, el factor más importante lo constituye la variedad, pues los niveles de semilla

---

---

CUADRO No. 5  
COMPARACION DE MÉDIAS ; DE VARIEDADES

<i>Variedades</i>	<i>Medida</i>	<i>Rango.</i>
A	6.32	a
B	4.82	bc
C	4.01	cd
D	3.95	d
E	2.80	e

---

---

usados siempre se mantuvieron dentro de los mínimos y máximos usados para el cultivo.

Finalmente podemos mencionar que el factor densidad no afectó los rendimientos de cada variedad según la proporción de semilla usada. En algunos casos el incremento del rendimiento aparentemente se mantuvo estático, lo cual podría deberse al hecho de que el nivel de nutrientes del suelo crea un equilibrio de producción que permite ser iguales a las cantidades de grano producidas con diferentes densidades de siembra (Cuadro No. 7).

**CUADRO No. 6**  
**COMPARACION DE MEDIAS INTERACCIONES**  
**DE VARIEDAD POR DENSIDAD**

Rango	Interacción Variedad x Densidad	Comparaciones Múltiples de Medidas de Rendimiento	Rendimiento 99/Mz.
1	A 6	1.78 a	60.92
2	A 5	1.76 a	60.24
3	A 4	1.56 ab	53.38
4	A 3	1.54 abc	52.70
5	B 6	1.52 abcd	52.00
6	A 2	1.46 abcde	49.96
7	B 5	1.44 abcdef	49.28
8	B 4	1.40 bcdefg	47.92
9	A 1	1.34 bcdefgh	45.86
10	D 6	1.32 bcdefgh	45.16
11	C 6	1.18 cdefghi	40.38
12	B 3	1.12 cdefghi	38.82
13	D 5	1.12 cdefghi	38.81
14	E 6	1.08 fghij	36.96
15	E 2	1.00 ghij	34.24
16	C 5	1.00 ghijk	34.23
17	B 1	0.96 ijk	32.84
18	D 4	0.96 ijkl	32.83

CUADRO No. 6

Rango	Interacción Variedad x Densidad	Comparaciones Múltiples de Medidas de Rendimiento		Rendimiento 99/Mz.
19	D	3	0.91	ijklm 31.48
20	C	4	0.90	ijklm 30.80
21	D	2	0.88	ijklm 30.12
22	C	3	0.84	ijklm 28.74
23	C	2	0.82	ijklm 28.06
24	E	5	0.82	ijklm 28.05
25	D	1	0.80	ijklm 27.36
26	E	4	0.78	ijklm 26.70
27	E	3	0.76	ijklm 26.00
28	C	1	0.74	klm 25.32
29	E	2	0.72	klm 24.64
30	E	1	0.67	lm 23.28



CUADRO No. 7

COMPARACION DE MEDIAS DE DENSIDAD

<i>Densidades</i>	<i>Media</i>	<i>Rango.</i>
6	5.02	a
5	4.88	a
4	4.41	b
3	4.12	bc
2	4.03	cd
1	3.82	e

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

De acuerdo con los resultados experimentales y su discusión, podemos concluir:

1) Que la variedad "CICA 4" fue la mejor de todas, respecto a mejor rendimiento, ya que produjo 60.92 quintales por manzana en comparación con todas las demás variedades probadas.

2) Que la variedad "CICA 4", además de producir el mejor rendimiento, cuando se le probó con la mayor densidad de siembra (150 libras/Mz), también superó en rendimiento a todas las demás variedades cuando se le probó con cualquiera de las otras densidades de siembra experimentales (140 libras/Mz. = 60.24 quintales por Mz., 130 libras por Mz. = 53.38 quintales por Mz., 120 libras por Mz. = 52.70 quintales por Mz).

3) Que aún cuando la variedad "CICA 4" demostró con su rendimiento ser la mejor, tuvo la desventaja, al menos para las condiciones en que se realizó el trabajo, de presentar características de grano muy pequeño causando por esta razón muchos problemas al agricultor en su beneficiado y posteriormente en su comercialización ya que presentó un alto porcentaje de grano quebrado en molino comercial.

4) Las variedades I.R. - 22, BLUE BONNET - 50 y "A<sub>1</sub>" produjeron un rendimiento similar muy por abajo de "Cica 4". Esta desventaja se suma a la susceptibilidad al tizón de la hoja *Pyricularia Oryzae* de tales variedades, a la excesiva altura de BLUE BONNET - 50, que la hace susceptible al acame y al alto contenido de amilosa de las variedades chinas probadas, lo cual las hace no ser agradables al paladar del consumidor guatemalteco.

## RECOMENDACIONES :

1) A los agricultores de la región sur del país especialmente el Parcelamiento "La Máquina", que sigan sembrando las variedades "CICA 4" "I.R. - 22" y BLUE BONNET - 50, hasta que se logre mejorar variedades que las superen en rendimiento y calidad.

2) Al sector Público Agrícola recomendarles que por todos los medios posibles, haga realidad la instalación de un beneficio de arroz en el propio parcelamiento; y que sea manejado por "I.N.D.E.C.A." (Instituto Nacional de Comercialización Agrícola) o bien a través de una cooperativa de arroceros de dicho parcelamiento a efecto de que las pérdidas por grano quebrado, transporte ó bajo rendimiento, se compensen con el costo más bajo del beneficiado.

De igual manera recomendar que se garantice al agricultor la existencia de semilla de alta calidad de estas variedades.

3) Recomendar a las instituciones que están auspiciando este tipo de trabajos con Técnicos de otras nacionalidades, que sigan evaluando todos los materiales que tengan buenas perspectivas, especialmente para esta región, a efecto de poder controlar todos los factores negativos que puedan impedir el desarrollo de una industria arrocera para esta área, que vendría a significar no sólo una fuente de trabajo para el agricultor, sino un medio más, para satisfacer sus necesidades alimenticias y económicas.

## BIBLIOGRAFIA :

1. BEHAR, MOISES: 1963. Suplementation of cereal protein with amino acids. IV. Lysine supplementation of wheat flour fed to young children at different levels of protein intake in the presence or absence of other amino acids. *J. Nutrition.* 79:333-339.
2. BRESANI, RICARDO. Memorias de una conferencia de nivel Latinoamericano. Celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) Ciudad de Guatemala, del 24 al 27 de febrero de 1970. Guatemala, Centro América p.p. 333-352.
3. CABALLERO, F. B. y PAREDES. 1971. Resultado Experimental de Agronomía en el Valle de Chira. Lima, Perú. Programa Nacional de arroz. *Inf. Téc. No. 53.* 13 p.
4. CALI, COLOMBIA: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Políticas Arroceras de América Latina. Cali, Colombia (CIAT) 1971.
5. GOMEZ BRENES. 1971. Enriquecimiento de los cereales con proteínas y aminoácidos, o ambos. Aspectos nutricionales. En: Seminario; Recursos proteínicos en América Latina (Cap. IV).
6. GUTIERREZ. 1971. Sistema de siembra y distanciamientos óptimos para arroz de secano. Lima, Perú. Programa Nacional de Arroz. *Inf. Téc. No. 58.* 18 p.
7. HARPER, A., M. E. Winje, D. A. Venton y C. A. Elvehjem. 1955. Effect of amino acid supplements on growth

- and fat deposition in the livers of rats fed polished Rice. J. Nutrition No. 56: 198 p.
8. CALI, COLOMBIA. Instituto Colombiano Agropecuario. (I.C.A.). 1970. Informe anual Programa Nacional de Arroz. Cali, Colombia (I.C.A.) 170 p.
  9. LOS BAÑOS, FILIPINAS. Instituto de Investigaciones Internacionales de Arroz. 1966. Annual Report. The International Rice Research Institute. (I.R.R.I.) p. p. 47.
  10. INCAP. 1969. Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Investigaciones Internacionales. p p. 136.
  11. GUATEMALA, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas; Instituto Geográfico Nacional. (Consultas personales 1975).
  12. GUATEMALA, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) Sector Público Agrícola. Inf. Téc. p. p. 6. 1974.
  13. JENNINGS, PETER. Cali Colombia (CIAT). Seminario sobre políticas arroceras en América Latina p. p. 21. 1971.
  14. LURSEN, J. M. (S.C.E.). 1971. Programa Nac. de Arroz de Lambayeque. Lima, Perú. (S.C.E.) Inf. Téc. p. p. 21.
  15. LARREA, N. Programa Nacional de Arroz Lambayeque. Lima, Perú. (S.C.E.) (Información inédita). 1971.
  16. PAZOS, RAMIRO. Guatemala. Fitomejoramiento y Aspectos Técnicos de Producción. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, (ICTA). 1974. p.11 .9 (mimeografiado).

17. RANDOLPH, B. FILIPINAS. 1963. (I.R.R.I.). Inf. Téc. p. p. 23.
18. SANCHEZ, PEDRO A. 1971. Centro Regional de Investigaciones Agropecuarias el Tulumayo. Tingo María, Perú (Información inédita).
19. VALIENTE Y TEJADA. 1973. All-vegetable protein Mixtures for human feeding. VI. Instituto Colombiano Agropecuario. p. p. 27.
20. WILLIS JAMES W. 1971. Problems of world. Rice trade foreign. Washington D. C. Agriculture U.S.D.A. Department of Agriculture. p. p. 79.

Vo.Bo. *Palmira R. de Quan*

Bibliotecaria.

I M P R I M A S E

Vo.Bo. Ing. Agr. *Rodolfo D. Estrada G.*  
Decano en funciones.