

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE RECURSOS GENETICOS NICARAGUENSES  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACION DE DOCE LINEAS Y CUATRO  
VARIETADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN COMPARACION  
CON CUATRO TESTIGOS COMERCIALES EN CONDICIONES DE RIEGO.**

**AUTORES:**

**Br. EUFRESIA CRISTINA BALLADARES TELLEZ  
Br. NOHEMI DEL SOCORRO ESPINOZA RAMOS**

**ASESORES:**

**Ing.Msc. MARVIN FORNOS REYES  
Ing. SALVADOR SOTO BRAVO**

**MANAGUA, NICARAGUA  
Marzo 1997**

## DEDICATORIA

A Dios

el forjador de mi ser.

A mis padres

**Demetrio Sergio Balladares Urbina**  
**Rosa María Téllez Herrera**

Porque creyeron en mí y supieron dar lo mejor de si mismos para apoyarme.

A mis hermanos

**Sergio, Winston, Deyton, Allan y Magdiel**

A mi sobrino

**Jefrey**

***Eufresia Cristina Balladares Téllez***

## DEDICATORIA

**A Dios**

por darme la oportunidad de alcanzar un éxito más en mi vida.

**A mis padres**

**Ricardo Espinoza Castro**

**Hortencia Ramos Alfaro**

quienes me brindaron su sacrificio, apoyo y trabajo en todo momento de mi formación profesional.

**A mis hermanos**

**Arnoldo, Hortencia, Martha Elena, Martha Erenia y Merari**

A la memoria de mi hermano Ricardo (q.e.p d), quien siempre deseó compartir estos momentos.

**A mis sobrinos.**

**A mi segunda madre**

**Narcisa Zamora** y al matrimonio **González Rayo**, quienes me brindaron su apoyo incondicional, en mis años de estudio.

***Nohemi del Socorro Espinoza Ramos***

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro más sincero agradecimiento al **Ing. Salvador Soto Bravo** por su asesoría y apoyo incondicional en la realización del presente trabajo.

A los **Ings. Marvin Fornos Reyes, Oscar Gómez y Alvaro Benavides**, por su orientación en el presente trabajo.

Al **Ing. Luis Lafuente** por su valioso apoyo, ayuda desinteresada y paciencia constante.

A nuestros amigos que siempre estuvieron con nosotras en los momentos más difíciles, los que nos motivaron a seguir adelante y supieron enseñarnos a valorar las cosas que tenemos y luchar por ellas.

A los miembros de la **Cooperativa Omar Torrijos Herrera** dignos representantes de nuestro pueblo humilde y solidario.

A **Jamileth Cruz** por su valiosa ayuda y pruebas de amistad.

Al **Ing. Carlos Andrade** por su apoyo moral y valiosa ayuda.

A **Carolina Padilla, Gabriel, y Maritza** por facilitarnos material bibliográfico.

***Eufresia Cristiana Balladares Téllez***  
***Nohemi del Socorro Espinoza Ramos***

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla N°</b>		<b>Pág.</b>
1	Distribución de los tratamientos evaluados	8
2	Características agronómicas de cuatro variedades comerciales de arroz	14
3	Características agronómicas de las líneas y variedades evaluadas	22
4	Componentes del rendimiento de doce líneas y cuatro variedades de arroz comparadas con cuatro testigos comerciales	26
5	Rendimiento (kg/ha), de doce líneas, cuatro variedades y cuatro testigos comerciales	27
6	Rendimiento relativo (%), de doce líneas, cuatro variedades y cuatro testigo comerciales	28

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Cooperativa Omar Torrijos Herrera, localizada en el Valle de Sébaco, departamento de Matagalpa, con el objetivo de evaluar la adaptabilidad y comportamiento agronómico de doce líneas y cuatro variedades promisorias de arroz como prueba observacional de rendimiento, sembrándose en condiciones de riego, con el método de siembra a chorrillo.

Para el presente estudio se tomó como parámetro el del Sistema de Evaluación Estandar del CIAT de Colombia evaluándose características como floración, altura de planta, acame, ejerción, desgrane, senescencia, aceptabilidad fenotípica y la determinación del rendimiento y sus componentes.

En base a los resultados obtenidos en las evaluaciones de las características agronómicas y componentes del rendimiento se seleccionaron 9 líneas A3046, A3047, A3048, A3050, A3051, A3052, A3055 A3057 y A3065 lo que da un total de 75 por ciento de selección del material evaluado. En el caso de las variedades se seleccionaron IR-64, IR-72, IR 59682 y PSBRC-10, equivalente a un 100 por ciento.

La línea con rendimiento más alto fue A3047 con 7 272.73 kg/ha y la del menor rendimiento A3034 con 4 090.91 kg/ha. Respecto a las variedades la de mayor rendimiento fue IR-72 con 7 712.12 kg/ha y la de menor fue IR-64 con 5 424.24 kg/ha.

El material seleccionado se evaluará en una prueba preliminar y avanzada de rendimiento debido a que estos materiales se mantuvieron por encima de los 5 424.24 kg/ha y no se observaron enfermedades.

## INDICE GENERAL

<b>SECCION</b>	<b>PAGINA</b>
INDICE DE TABLAS	i
RESUMEN	ii
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Ubicación del experimento	4
2.2 Manejo agronómico	5
2.3 Origen del germoplasma	7
2.4 Diseño utilizado	7
2.5 Variables medidas	8
III. RESULTADOS Y DISCUSION	14
3.1 Características agronómicas	14
3.1.1 Floración	15
3.1.2 Altura de planta	16
3.1.3 Acame	17
3.1.4 Exercción de panícula	18
3.1.5 Desgrane	19
3.1.6 Senescencia	20
3.1.7 Aceptabilidad fenotípica	20
3.2 Componentes del rendimiento	21

**continua**

<b>SECCION</b>	<b>PAGINA</b>
3.2.1 Número de granos por panícula	22
3.2.2 Fertilidad de panícula	23
3.2.3 Peso de mil granos	24
3.2.4 Longitud de panícula	25
3.2.5 Rendimiento	26
IV. CONCLUSIONES	30
V. RECOMENDACIONES	32
VI. BIBLIOGRAFIA	33



## I- INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) está entre los cuatro cereales más cultivados del mundo y desde el punto de vista de la producción, ocupa el segundo lugar en importancia después del trigo (Zabala & Ojeda, 1988). En América Latina y el Caribe este cultivo es uno de los de mayor consumo y superficie sembrada.

En Nicaragua es un alimento básico y su producción es exclusivamente para el mercado interno, pero esto no satisface la demanda de consumo por lo que se hace necesario recurrir a las importaciones. El cultivo es manejado bajo tres sistemas: riego, secano favorecido y secano no favorecido, existiendo una serie de tecnologías que van desde el cultivo de subsistencia (secano no favorecido), el gran agricultor con cierto grado de tecnología (secano favorecido) y el gran productor con alto grado de tecnología, como lo es el uso de mecanización, variedades mejoradas, fertilización, control químico y riego (Somarriba, 1994).

Es una de las plantas más adaptables a diversas condiciones ambientales, relacionadas a clima y a suelo; además, es casi el único que se desarrolla en forma óptima bajo terrenos inundados (Zabala & Ojeda, 1988).

Nicaragua es el único país de Centro América en donde el 65 por ciento de la producción nacional lo aporta el ecosistema de riego y el 35 por ciento el sistema de producción de arroz de secano (Somarriba, 1994).

Los problemas que afectan la producción de arroz y que se reflejan en los bajos rendimientos son: deficiente control de plagas, malezas y enfermedades, manejo inadecuado de prácticas culturales y variedades que están en uso desde hace 10-12 años y resultan poco productivas por que han perdido resistencia a enfermedades y potencial productivo.

El interés de los países por incrementar la producción de arroz para satisfacer las proyecciones de demanda hace evidente la necesidad de desarrollar variedades que presenten características necesarias para alcanzar los altos niveles de productividad.

Esto se puede lograr implementando programas de hibridación en cada país para generar variedades adaptadas a condiciones específicas o bien, a través de la introducción de germoplasma avanzado de otros países o de centros internacionales. La segunda alternativa constituye la forma más viable de generar nuevos materiales para los programas nacionales de investigación de los países en vías de desarrollo. Posteriormente estos materiales se convertirán en variedades comerciales (Soto, 1992). En Nicaragua se obtienen variedades nuevas a través de la introducción, selección y purificación.

Las evaluaciones y selecciones de los materiales genéticos introducidos es con el fin de dar respuesta a los problemas varietales que existen en nuestro país (Martínez, 1988). Según Jennings et al., (1981), para que las variedades nuevas con tipo de planta mejorada sean aceptadas comercialmente, es necesario que tengan las características específicas de grano preferidas en cada área consumidora, siendo más fácil cambiar de características de calidad que alterar las preferencias humanas.

En éste sentido, el Programa Nacional de Arroz (PNA) ha venido laborando en los últimos años en la evaluación de germoplasma introducido del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y del Instituto Internacional de Investigación (IRRI), ambos de Colombia, con el propósito de llegar a obtener continuamente variedades nuevas capaces de sortear muchos flagelos que afectan al cultivo y así garantizar estabilidad en los rendimientos.

En este aspecto el rendimiento varietal se estima en base a los altos rendimientos de grano, maduración apropiada, resistencia al acame y a las enfermedades, características apropiadas para la cocción y preferencia para el consumidor (De Datta,

1986). Además el aumento de la producción dependerá en gran medida de que la mayoría de los productores obtengan mejores rendimientos mediante el uso de variedades mejoradas.

En base a lo anterior se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar la adaptabilidad y comportamiento agronómico de doce líneas y cuatro variedades de arroz procedente de Las Filipinas.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Ubicación del experimento

El presente estudio se realizó en el mes de Enero de 1995, en la cooperativa "Omar Torrijos Herrera", situada en el Valle de Sébaco, departamento de Matagalpa, el cual esta ubicado geográficamente entre los 12° 54' Latitud Norte y los 86° 11' Longitud Oeste, a una elevación de 480 msnm, con temperaturas promedios de 25 °C y precipitación de 900-1000 mm anuales. En la Figura 1 se presentan las condiciones climáticas presentes durante el año 1995.

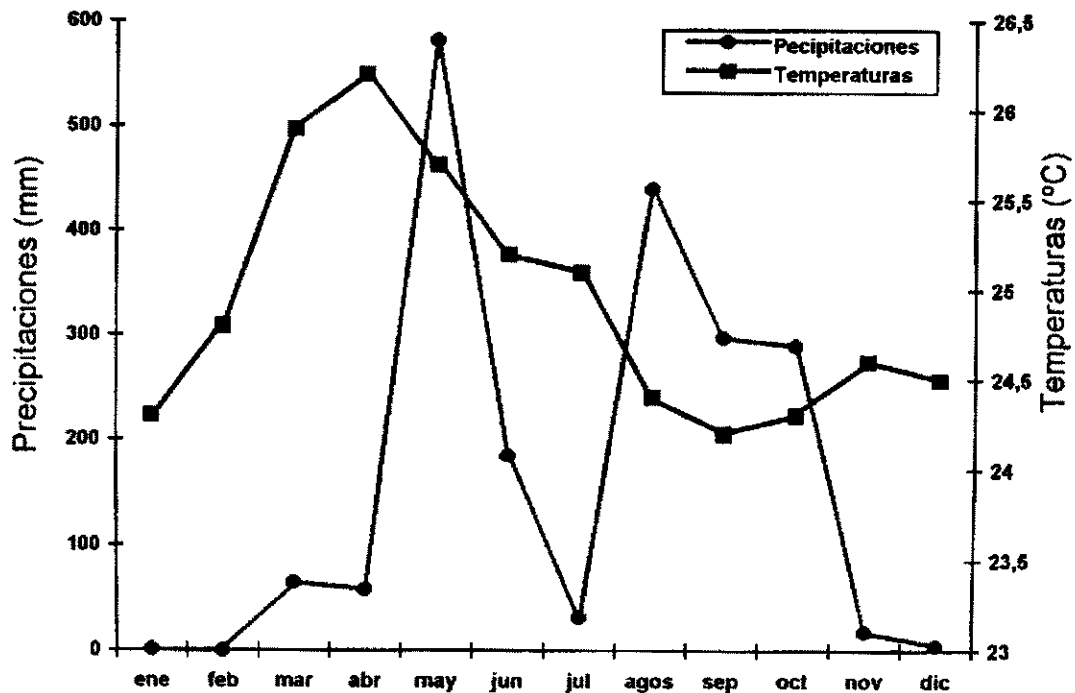


Figura 1. Promedio de precipitaciones y temperaturas mensuales registradas en la estación experimental "Raúl González" en el Valle de Sébaco, en 1995.

## **2.2 Manejo agronómico**

### **2.2.1 Preparación del suelo**

La preparación del suelo se realizó en seco bajo el sistema de labranza convencional efectuándose dos pases de romplona, dos de grada, uno de banca y uno de disco.

### **2.2.2 . Siembra**

La siembra se hizo manual a chorrillo el 24 de Enero de 1995, la cantidad de semilla utilizada fue de 67 kg/ha con semilla seca, observándose la germinación 10 días después de la siembra.

### **2.2.3 Fertilización**

En lo que respecta a fertilización se utilizaron durante el ciclo del cultivo 92.72 kg/ha de  $N_2$ , 27.27 kg/ha de  $P_2O_5$  y 9.09 kg/ha de  $K_2O$ . Se aplicó al momento de la siembra 9.09, 27.27 y 9.09 kg/ha de  $N_2$ ,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente de la fórmula completa 10-30-10 y luego se hicieron 3 aplicaciones de fertilizante nitrogenado; una a los 24 días después de la germinación aplicándose 31.36 kg/ha, la segunda a los 38 días después de la germinación con 20.91 kg/ha y una tercera a los 51 días después de la germinación con 31.36 kg/ha.

### **2.2.4 Manejo de malezas**

Para el control de malezas se aplicó preemergente (Oxadiazón) 25 EC Ronstar en dosis de 3.5 l/ha. Posteriormente se hizo una aplicación con Basagram (Bentazon) y Surcopur (propanil), como post emergentes 6 días después de la germinación para el control de *Cyperus rotundus* L, a una dosis de 2.5 l/ha y 6 l/ha respectivamente debido a la

infestación de *Cyperaceas*, luego se hizo otra aplicación de Basagram M-60 a los 21 días después de la germinación a razón de 2.5 l/ha. El control de malezas se complementó con 3 limpiezas manuales.

### **2.2.5 Manejo de plagas**

Con respecto al manejo de plagas del suelo se utilizó Furadán (Carbofuran 5 %) a razón de 19.36 kg/ha. Para el control de chinches [*Oebalus poecilus* (Dallas)], gusano soldado [*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)] y sogata [*Sogatodes orizicola* (Muir)] no se hizo ningún tipo de tratamiento.

### **2.2.6 Manejo del agua**

En el caso del manejo del agua primeramente se realizó un riego de germinación, posteriormente durante los primeros 25 días se hizo pase de agua cada 6 a 7 días. Una vez establecido el cultivo, la lámina de agua se mantuvo permanente a la altura del primer tercio de la planta. El campo se drenó un día antes de la aplicación de urea y después de 24 horas se inundó el terreno. El drenaje del campo para la cosecha se realizó a los 112 días después de germinado el cultivo.

### **2.2.7 Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente atendiendo a los ciclos de maduración de cada línea y variedad, tomándose en cuenta que para nuestras condiciones de trópico, la humedad óptima de cosecha de grano se encuentra entre 21 % y 24 %, que generalmente se alcanza entre los 28 y 32 días después de la floración (Chandler, 1979). Luego el grano se secó a temperatura ambiente hasta alcanzar una humedad de 14 por ciento; en ese momento se determinó el rendimiento.

### 2.3 Origen del germoplasma

El material vegetal el cual ha sido debidamente caracterizado por su reacción a Sogata [(*Sogatodes orizicola* (Muir))] transmisor del virus (VHB) causante de la enfermedad Hoja blanca, *Pyricularia orizae* y *Rhizoctonia solani*, resistencia a sequía y precocidad fue proporcionado por la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) de los Estados Unidos, el Instituto Internacional de Investigación (IRRI, 1983)

En el estudio se evaluaron los siguientes materiales:

- Líneas introducidas: A3022, A3034, A3035, A3046, A3047,  
A3048, A3050, A3051, A3052, A3055, A3057 y  
A3065.
- Varietades introducidas: IR72-HP420, IR64-HP419, IR59682-  
123-1-1-2 A3049, PSBRC-10.
- Varietades testigos: Oryzica Llanos 4, Altamira 9,  
Centa 5 y Altamira 7.

### 2.4 Diseño utilizado

El cultivo se estableció según las recomendaciones de Jennings et al., (1981), basado en esto el experimento consistió en parcelas de observación, las cuales tienen usualmente cuatro surcos, cada uno de cinco metros de largo; para facilitar la depuración de las plantas que no tienen el tipo deseado, se estableció un espaciamiento de 30 cm. El área total del ensayo fue de 576 m<sup>2</sup> en parcelas de 6 y 60 m<sup>2</sup>, con 4 y 40 surcos de 5 m de longitud para líneas y variedades respectivamente y una separación de 30 cm entre surco. Las parcelas de observación no tienen repeticiones. En la Tabla 1 se describe la distribución de los tratamientos en estudio.

Tabla 1. Distribución de los tratamientos evaluados.

Tratamiento Líneas	Area (m <sup>2</sup> )	No. de surcos	Tratamiento Variedades	Area (m <sup>2</sup> )	No. de surcos
A3022	6	4	IR-64	60	40
A3034	6	4	IR-72	60	40
A3035	6	4	IR-59682	60	40
A3046	6	4	PSBRC-10	60	40
A3047	6	4	Centa-5	60	40
A3048	6	4	Altamira 7	60	40
A3050	6	4	Altamira 9	60	40
A3051	6	4	Orizyca Llanos 4	60	40
A3052	6	4			
A3055	6	4			
A3057	6	4			
A3065	6	4			

## 2.5 Variables medidas

La evaluación se hizo según el Sistema de Evaluación Estandar para arroz utilizado por el IRRI-CIAT (1983). Para la selección de progenitores y para variedades comerciales se consideran aceptables características que en todos los niveles de condiciones adversas tengan valor de 3 o menos. características con calificaciones de 4 a 6 se pueden aceptar para variedades comerciales si no hay algo mejor, o para resistencia horizontal a enfermedades; pero generalmente no son aceptables para propósitos de mejoramiento



genético. Las características con calificaciones de 7 a 9 se deben considerar indeseables para cualquier propósito.

Los números del 0 al 9 son las diferentes etapas de desarrollo de la planta de arroz caracterizado por el período de desarrollo de esta, las que se utilizaron para evaluar las diferentes variables en su debido momento:

Período	Etapas
Germinación o Emergencia	0
Crecimiento de la plántula	1
Ahijamiento o Macollamiento	2
Elongación del tallo	3
Iniciación de la panícula	4
Desarrollo de la panícula	5
Floración	6
Estado lechoso	7
Estado pastoso	8
Maduración	9

### **2.5.1 Floración (FI)**

Se registró el número de días desde la siembra hasta cuando el 50 por ciento de la población en la parcela emitió anteras; la evaluación se realizó en la etapa 6.

### 2.5.2 Altura de planta (Ht)

Fue medida desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo las aristas. La evaluación se realizó en la etapa 9 empleando la siguiente escala:

1 Menos de 100 cm :	planta semienana
5 De 111 a 130 cm :	intermedia
9 Más de 130 cm :	alta

### 2.5.3 Acame (Ldg)

La altura y resistencia al volcamiento están asociados con una alta capacidad de rendimiento. Los tallos cortos y gruesos resisten el volcamiento; sin embargo, no todas las plantas enanas tienen tallos fuertes. Aunque la resistencia al volcamiento está relacionada principalmente con la poca altura, depende también de otras características incluyendo el diámetro y espesor de las paredes del tallo y el grado hasta el cual las vainas de las hojas se adhieren a los entrenudos. El tiempo de evaluación fue en la etapa 9.

La escala que se aplicó es la que se describe a continuación:

1 Tallos fuertes :	sin volcamiento
3 Tallos moderadamente fuertes :	la mayoría de las plantas (más del 59%) presentan tendencia al acame.
5 Tallos moderadamente débiles :	plantas moderadamente volcadas en su mayoría.
7 Tallos débiles :	la mayoría de las plantas casi caídas.
9 Tallos muy débiles :	todas las plantas presentan acame.

#### **2.5.4 Ejerción de la panícula (Exc)**

La inhabilidad de las panículas para emerger completamente de la hoja bandera se considera comúnmente como un defecto genético; sin embargo, los factores ambientales y las enfermedades pueden contribuir a este defecto.

La evaluación se llevó a cabo en la etapa 9 y la escala que se empleó fue la siguiente:

- 1 Todas las panículas con buena ejerción.
- 3 Panículas con ejerción moderada.
- 5 Panículas con ejerción casi definida.
- 7 Panícula con ejerción parcial.
- 9 Panículas sin ejerción.

#### **2.5.5 Desgrane (Thr)**

El desgrane se evaluó empuñando firmemente la panícula por la parte media y se estimó la proporción de grano desprendidos.

El tiempo de evaluación fue en la etapa 9 y la escala utilizada según el porcentaje de desgrane, la siguiente:

1 Menos del 1 % :	Material muy resistente.
3 De 1-5 %:	Resistente.
5 De 6-25 % :	Intermedio.
7 De 26-50 %:	Susceptible.
9 De 51-100 %:	Muy susceptible.

### 2.5.6 Senescencia (Sen)

Esta variable se evaluó en la etapa 9 siguiendo la escala descrita a continuación:

1 Tardía y lenta:	las hojas tienen un color verde natural.
5 Intermedia:	amarillamiento de las hojas superiores.
9 Temprana y rápida :	todas las hojas amarillas y muertas.

### 2.5.7 Aceptabilidad fenotípica (Pacp)

La evaluación del material se realizó subjetivamente de acuerdo con los objetivos del mejoramiento; por lo que la calificación refleja las condiciones del material con respecto a las características que tienen valor para la selección. La medición de esta variable se realizó en la etapa 9 y se adoptó un sistema de evaluación a como se describe en la escala siguiente:

- 1 Excelente
- 3 Buena
- 5 Regular
- 7 Pobre o mala
- 9 Inaceptable

### 2.5.8 Determinación del rendimiento y sus componentes

**Número de granos por panícula:** Se contó el número de granos llenos y el número de granos vanos de cada una de las 10 y 20 panículas medidas respectivamente, el dato final se obtuvo de la suma promedio de número de granos llenos más el número de granos vanos de cada panícula.

**Fertilidad por panícula:** En base a las 10 y 20 panículas en estudio se sacó el porcentaje de fertilidad según el número de granos llenos *por panícula*. El tiempo de evaluación es la etapa 9.

Aplicación de la escala según porcentaje respectivo:

1 más del 90 %:	altamente fértiles.
3 de 75 al 89 %:	fértiles.
5 de 50 al 75 %:	parcialmente fértiles.
7 de 51 al 90 %:	estériles.
9 de 91 al 100 %:	altamente estériles.

**Peso de mil granos:** Se realizó cuando los granos alcanzaron el 14 por ciento de humedad, para lo cual se tomó de cada tratamiento tres muestras de 250 granos cada una, se saca el peso de cada muestra y se dividió entre tres, luego el promedio se multiplica por cuatro para totalizar el peso de 1000 granos.

**Rendimiento:** Se determinó el rendimiento en kg/ha del arroz en cáscara o paddy, con el 14 por ciento de humedad. El área cosechada fue de 6 y 60 m<sup>2</sup> para líneas y variedades respectivamente. El tiempo de evaluación fue en la etapa 9.

### III-RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Características agronómicas

El objetivo principal de los fitomejoradores es incrementar los rendimientos del arroz y mejorar sus características vegetales. En el caso de las áreas de riego, el tipo vegetal semienano, con tallos sólidos, alta capacidad de formación de vástagos, resistencia al acame y hojas erectas de color verde oscuro, constituyen todavía la combinación más eficiente de características vegetales esenciales para una buena respuesta a los fertilizantes y altos rendimientos de grano (De Datta, 1986). En la Tabla 2 se observan las características agronómicas de las cuatro variedades testigos utilizadas en este ensayo.

Tabla 2. Características agronómicas de cuatro variedades comerciales de arroz

Características	Variedades			
	Altamira 7	Altamira 9	Centa 5	Orizyca Llanos
Días a floración	104	88	102	112
Altura de planta	83.98	88	106	92
Color de testa	amamarillo-	amarillo-crema	amarillo-crema	amarillo-crema
Excursión de la espiga	buena	buena	moderada	buena
Densidad de la espiga	intermedia	intermedia	intermedia	intermedia
Longitud de espiga (cm)	20	22	22	22
Capacidad de	buena	buena	regular	buena
Reacción al acame	resistente	intermedia	intermedia	intermedia
Reacción a pyricularia	tolerante	tolerante	resistente	resistente
Peso de 1000 semillas	24	29	28	25
Longitud del grano (mm)	8	9	9	8
Días a cosecha	130	117	132	142
Potencial genético	6454 54	6454 54	7727 27	5151 51
Sistema de cultivo	secano-riego	riego	secano-riego	secano-riego
Origen	CIAT	CIAT	CIAT	CIAT

Aragón, 1993.

### 3.1.1 Floración (FI)

La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la etapa de floración. El ambiente tiene gran influencia sobre la duración del ciclo y el rendimiento en el arroz. En primer lugar la temperatura y el fotoperíodo son los factores que más influyen en la duración del proceso del floración (Pérez et al., 1985)

Sen y Roy (citados por Pérez et al., 1985) señalan que la duración del ciclo evolutivo depende no solo de la temperatura en las variedades fotosensibles, sino de éstas y de la interacción con otros factores ambientales y que las respuestas genotípicas se deben al distinto grado de adaptación a esa interacción. Zabala & ojedá (1988), menciona que las plantas que florecen entre los 125, 140 y 155 días están catalogadas como precoces, intermedias y tardías.

Según Jennings *et al.*, (1979), las variedades con maduración intermedia (90 a 105 días) son apropiadas ya que rinden más que aquellas que florecen más pronto.

El rango de floración varió de 82 a 125 días siendo la línea A3057 la más precóz con 82 días y la línea A3048; la más tardía con 125 días. En las variedades, la variación fue de 81 días para IR-64 y PSBRC-10 siendo éstas las más precoces, y la más tardía IR-72, con 97 días; en el caso de los testigos la floración anduvo entre los 102 a 112 días, siendo Centa 5 y Altamira 9 las más tempranas con 102 días y Orizyca Llanos 4 la más tardía con 112 días.

Según los resultados observados podemos decir que los rangos de floración descritos por Jennings *et al.*, (1979), este no es un factor que determine la capacidad de rendimiento de una variedad, debido que se obtuvieron materiales cuyo rango de floración era menor o mayor de 90 y 105 días respectivamente, sino que depende de la capacidad y potencialidad de rendimiento de una variedad determinada En la Tabla 3

se pueden observar los diferentes rangos de floración obtenidos en cada uno de los materiales evaluados.

### **3.1.2 Altura de planta (Ht)**

La escogencia de una determinada altura al momento de hacer selección varietal, adquiere importancia desde el punto de vista agronómico por la relación existente entre altura de la planta y la resistencia de esta al acame. La cosecha mecánica es otro factor de importancia al considerar la altura en el proceso de selección (Zeledón, 1993).

Tallos cortos y fuertes más que ningún otro caracter, determinan la resistencia al volcamiento (Jennings *et al.*, 1979). Los mejores materiales semienanos están entre los 80-100 cm y que pueda alcanzar hasta 120 cm bajo ciertas condiciones; además, que tienen mayor resistencia al volcamiento pero también dependen de otros caracteres incluyendo diámetro del tallo, espesor de las paredes del tallo y el grado hasta el cual la vaina de las hojas se adhiere a los entrenudos.

Los materiales presentaron una altura que va de los 89.3 cm en la línea A3052 a los 102 cm en A3065 ; en las variedades, la mínima altura fue de PSBRC-10 con 81.95 cm y la máxima IR-64 con 94.95cm. De los testigos Orizyca Llanos 4 fue la más baja con 90.96 cm y la más alta fue Centa 5 con 105.8 cm. Todo el material es catalogado como plantas semienanas. Esto coincide con (Jennings *et al.*, 1979), debido a que todo el material; estaba clasificado según el Sistema de Evaluación Estandar como plantas semienana, lo cual es óptimo para trabajos de mejoramiento. En el Tabla 3 se puede observar las variaciones de altura de los materiales evaluados.



### 3.1.3 Volcamiento o acame (Ldg)

El acame o volcamiento temprano de tallos largos y delgados altera la distribución de las hojas, aumenta el sombrero mutuo, interrumpe el transporte de nutrientes y fotosintatos, causa esterilidad y reduce el rendimiento (Jenning *et al.*, 1979). Además, la resistencia al acame esta relacionada con otros caracteres como diámetro del tallo y espesor de las paredes.

El acame del arroz determina bajos rendimientos debido a que el grano no llena normalmente a causa de las enfermedades y por pérdidas durante la recolección, ya que la máquina combinada no recoge todo el grano caído. El acame también determina mayores costos de recolección y una reducción en la calidad molinera como resultado de la fragilidad del grano. La resistencia al acame esta asociada con la naturaleza y extensión del sistema radicular, con el espesor y la resistencia de la vaina, con el tamaño de los entrenudos y con la altura de la planta (Zeledón, 1993). Esto coincide con (Jenning *et al.*, 1979).

La resistencia al acame tambien está asociada con una alta capacidad de rendimiento. Los tallos cortos y gruesos resisten al acame así como existe una buena relación grano paja. Sin embargo, no todas las plantas enanas tienen tallos fuertes, algunas se vuelcan (Martínez, 1988).

La mayoría de los tratamientos presentaron resistencia al acame, siendo las líneas A3048 y A3065 las que presentaron tallos débiles comprendidas en la escala 7; las líneas A3047 y A3052 estaban en la escala 3, presentando tallos moderadamente fuertes y las líneas A3034, A3050 y A3051 en la escala 5, con tallos moderadamente débiles; de las variedades todas estaban en la escala 3, con tallos moderadamente fuertes al igual que en el caso de las testigos comerciales.

Con respecto a esta variable no hubo influencia significativa sobre el rendimiento ya que las líneas A3048 y A3065 no fueron afectadas, no así la línea A3034 la cual presentó tallos moderadamente fuertes y sus rendimientos fueron bajos. En la Tabla 3 se observa la resistencia al acame de los diferentes materiales en estudio.

### **3.1.4 Ejerción de la panícula (Exc)**

Este es un aspecto importante considerado en el proceso de selección, partiendo de que una buena ejerción de la panícula evita la esterilidad o mal llenado de las espiguillas, así como el ataque de patógenos en la base de la panícula, defectos que son propios en aquellos cultivares que tienen mala ejerción de la panícula . Otra desventaja de una mala ejerción es la dificultad para la cosecha mecanizada (Zeledón, 1993).

La inhabilidad de la panícula para emerger completamente de la hoja bandera se considera comunmente como un defecto genético. Sin embargo los factores ambientales y las enfermedades pueden contribuir a este defecto (CIAT, 1983).

Según Jennings *et al.*, (1979), se considera una excelente cualidad desde el punto de vista agronómico que la panícula emerja completamente de la vaina de la hoja bandera para evitar que queden espiguillas estériles, además de que se presenten ataques de patógenos.

Las líneas que presentaron una ejerción moderada fueron A3047, A3048, A3051 y A3065 y casi definida las líneas A3034, A3050 y A3052. Todas las variedades presentaron una ejerción casi definida, de los testigos solo Centa 5 presentó una ejerción moderada, las tres restantes tuvieron una ejerción casi definida.

En el caso de las variedades, todas presentaron una ejerción casi definida, con respecto a los testigos Centa 5 presentó una ejerción moderada; las tres restantes, Altamira 7, Altamira 9 y Orizyca Llanos 4 tuvieron una ejerción casi definida. En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en esta variable. Con respecto a esta variable todos los materiales presentaron una ejerción entre moderada y casi definida lo cual es óptimo para el propósito del mejoramiento.

### **3.1.5 Desgrane (Thr)**

Zeledón, (1993), señala que el grado de desgrane de arroz debe ser apropiado, ya que un desgrane difícil entorpece la trilla, provoca pérdidas por los granos que quedan en la panícula y son expulsados con la paja

Según Jennings *et al.*, (1979), la caída del grano depende del grado de adherencia de las espiguillas a su pedicelo, lo que se clasifica como fuerte, intermedio o débil y asegura que cuando la planta posee tallos rígidos y resistente al acame, ésta resistencia al desgrane debe ser mayor y son preferibles las variedades con grado de desgrane intermedio.

Según los resultados obtenidos, los materiales A3034 y A3051 se consideran resistentes y A3047, A3048, A3050, A3052 y A3065 se consideran intermedios. En el caso de las variedades IR-64 y PSBRC-10 se consideran resistentes; en cambio IR-72 y el IR-59682 se consideran intermedios. En el caso de los testigos, solo Centa 5 se considera resistente y los otros tres intermedios.

Todos los materiales presentaron buen comportamiento catalogados como muy resistente e intermedios, lo que es óptimo para el propósito del mejoramiento. En la Tabla 3 se aprecian los resultados obtenidos.

### **3.1.6 Senescencia (Sen)**

Algunos fitomejoradores opinan que la senescencia lenta de las dos o tres hojas superiores es deseable, porque teóricamente activa la fotosíntesis y la formación del grano hasta que el grano está completamente maduro (Jennings *et al.*, 1979). Se considera que las dos últimas hojas son las responsables del llenado de la espiga en un 80 por ciento (\*).

Todos los materiales presentaron una senescencia intermedia consideradas apropiadas por que poseen una buena capacidad fotosintética, la que asegura la producción de fotosintatos y el transporte de nutrientes. Los testigos presentaron igual comportamiento (ver Tabla 3).

### **3.1.7 Aceptabilidad fenotípica (Pacp)**

De acuerdo al Sistema de Evaluación Estandar en arroz, esto se realizó de acuerdo a los objetivos del mejoramiento y la calificación refleja las condiciones del material respecto a las características que tienen valor para la selección.

De los materiales evaluados, A3052 presentó buena aceptabilidad fenotípica y A3034 pobre o mala, los demás presentaron una aceptabilidad fenotípica regular. En el caso de las variedades todas presentaron una aceptabilidad regular, igual que los testigos. (Ver resultados en la Tabla 3).

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que la línea A3034 no reúne

---

(\*) Salvador Soto, comunicación personal

las culidades requeridas o valores de selección para trabajos de mejoramiento, los restantes materiales son buenos para trabajos posteriores. En la Tabla 3 se pueden observar la distribución de frecuencia de las características cualitativas de los materiales evaluados.

Tabla 3. Características agronómicas de las líneas y variedades evaluadas.

Materiales	Variables evaluadas						
	Fl	Ht	Ldg	Exc	Thr	Sen	Pacp
A3022	89	-	-	-	-	-	-
A3034	87	98.9	5	5	3	5	7
A3035	88	-	-	-	-	-	-
A3046	91	-	-	-	-	-	-
A3047	92	99.4	3	3	5	5	5
A3048	125	90.8	7	3	5	5	5
A3050	88	97.8	5	5	5	5	5
A3051	97	90.0	5	3	3	5	5
A3052	99	89.3	3	5	5	5	3
A3055	86	-	-	-	-	-	-
A3057	82	-	-	-	-	-	-
A3065	99	102	7	3	5	5	5
Centa 5	102	105.8	3	3	3	5	5
Altamira 7	104	99.3	3	5	5	5	5
Altamira 9	102	100.36	3	5	5	5	5
Orizyca Llanos	112	90.96	3	5	5	5	5
IR-64	81	94.95	3	5	3	5	5
IR-72	97	87.85	3	5	5	5	5
IR-59682	93	93.0	3	5	5	5	5
PSBRC-10	81	81.95	3	5	3	5	5

Fl: Floración, Ht: Altura de planta, Ldg: Acame; Exc: Ejerción; Sen: Senescencia

Pacp: Aceptabilidad fenotípica

### 3.2 Componentes del rendimiento

El rendimiento es el resultado del número de tallos con panícula, del porcentaje de fertilidad, del número de granos por panícula y el peso de los granos. Por otra parte está en función de la resistencia a enfermedades, al acame, al desgrane, a la

humedad y a la sequía. Finalmente, el rendimiento puede estar en función de la rusticidad y la plasticidad varietal o bien en función del alto poder de asimilación de nutrientes (Zeledón, 1993). La interacción que se da entre los diferentes componentes determinan el rendimiento.

Según Pérez *et al.*, (1985), en trabajos realizados sobre la influencia de los componentes del rendimiento ha quedado bien establecido que el peso de los granos es el componente que menor influencia tiene en la determinación del rendimiento.

Resultados experimentales indican que el número de panículas por unidad de área y el número de granos por panícula son las variables que están más correlacionadas con el rendimiento (Pérez *et al.*, 1985) y (Tercero, 1990). En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos.

### **3.2.1 Número de granos por panícula**

Las condiciones climáticas pueden ser la causa de que se forme un mayor número de espiguillas o granos, si durante la fase reproductiva la radiación solar es alta, la temperatura del aire es relativamente baja y las plantas son sanas y vigorosas. sobre todo, la radiación solar favorece la actividad fotosintética y produce un incremento de los carbohidratos que se distribuyen en varias partes de la panícula en desarrollo (Poehlman, 1979) citado por (Zeledón, 1993).

Refiriéndose a esta variable, Zeledón, (1993) afirma que el número de espiguillas por panícula constituye un carácter varietal y agrupa a las variedades en aquellas que tiene entre 50 - 60 y entre 200 - 300 granos por panícula; la menor cantidad corresponde, a la panícula más larga y menos densa.

El mayor número de granos por panícula en el caso de las líneas lo obtuvo A3047 con 148 y el más bajo A3022 con 72, en el caso de las variedades, IR-72 con 118 y el más bajo IR-64 con 94. Con respecto a los testigos, el más bajo fue Altamira 9 con 118 y el más alto Orizyca Llanos 4 con 176. Observándose que la mayoría de los tratamientos no logró superar a los testigos y no se observa relación entre longitud de panícula y número de granos por panícula (ver Tabla 4).

### **3.2.2 Fertilidad de la panícula**

La fertilidad de las espiguillas es un prerequisite para obtener altos rendimientos. Con un buen manejo del cultivo y un crecimiento apropiado se obtienen altos rendimientos para una esterilidad normal de las espiguillas de 10 - 15 por ciento. Un porcentaje más alto de esterilidad es preocupante. La esterilidad es común en materiales mejorados de arroz y tienen 3 causas principales: Temperaturas extremas, volcamiento y esterilidad híbrida o incompatibilidad genética (Jennings *et al.*, 1979).

Los porcentajes de fertilidad en las líneas oscilaron entre 87 a 96.2, siendo la línea A3065 la que presentó el menor porcentaje de fertilidad y A3051 el mayor. En el caso de las variedades, las que tuvieron el máximo porcentaje de fertilidad fueron PSBRC-10 e IR-59682 con 98.4, el menor fue IR-72 con 97.3; en el caso de los testigos, Centa 5 tuvo el menor porcentaje con 90.0% y Altamira 9 el mayor con 94.6 (ver Tabla 4).

Todos los materiales presentaron buena fertilidad aunque la línea A3034, no fue un factor determinante del rendimiento ya que tuvo una fertilidad mayor que las líneas A3022, A3046, A3057 y A3065, cuyos rendimientos fueron más altos.

La mayoría de los materiales esta clasificado como altamente fértiles a excepción de A3065 la cual esta clasificada como fértil.

### 3.2.3 Peso de 1000 granos

El peso de la cáscara es normalmente del 20 al 21 por ciento del total del grano. En contraste con otros cereales, el rendimiento del grano de arroz puede verse incrementado en un grado muy limitado a través del incremento del tamaño del grano y consecuentemente el peso del grano (Kirkby, 1982) citado por (Zeledón, 1993); ésto es debido a que el tamaño del grano esta fisiológicamente restringido por el tamaño de las glumas ( Tercero, 1990).

Mohan (1964), citado por (Pérez *et al.*, 1985), señala que el peso de los granos es el componente más determinante del rendimiento. En cambio en trabajos realizados sobre influencia de los componentes del rendimiento a quedado bien establecido que el peso de los granos es el componente que menor influencia tiene en el rendimiento (Pérez, 1976) citado por (Pérez *et al.*, (1985).

De los tratamientos, la línea A3047 fue la que tuvo el menor rendimiento con 21.60 g y la que tuvo el máximo fue A3065 con 23.72 g . En el caso de las variedades, IR-72 tuvo el menor rendimiento con 22.70 g y la variedad IR-64 la máxima con 28 g; de los testigos Altamira7 tuvo el menor rendimiento con 23.50 g y la variedad Altamira 9 los más altos con 30 g.

Según los resultados obtenidos se observa que en el caso del testigo Centa 5, el peso de los granos tuvo una influencia en el rendimiento ya que no influyó la fertilidad de la pánicula, sino, lo que tuvo mayor influencia fue el peso del grano y el número de granos por pánicula al igual que IR64 el cual el componente mas



determinante del rendimiento fue el peso de mil granos y el porcentaje de fertilidad de la panícula. Los resultados se presentan en la Tabla 4.

### **3.2.4 Longitud de panícula**

La longitud de las panículas, medidas desde el nudo ciliar hasta la extremidad superior es muy variada, según las variedades y las condiciones del medio varían de 10 a 40 cm. En general, la longitud de la panícula está en función inversa al número de ramificaciones del raquis y al número de panículas por planta a la vez que la longitud de la panícula esta estrechamente correlacionada con la longitud final del tallo, depende de la temperatura experimentada por la planta antes de la iniciación floral o durante el período de alargamiento internodal. ( Zeledón, 1993).

La longitud de la panícula en los materiales evaluados oscila entre los 22 cm en las líneas A3034 y A3052 y los 24 cm en la línea A3051; en las variedades, la menor longitud fue de 20 cm para IR-59682 y la máxima para IR-64 con 22 cm; de los testigos, la menor longitud fue de Altamira 7 y Altamira 9 con 21 cm y Centa 5 y Orizyca Llanos 4 con 22 cm; todas se consideran apropiadas para las variedades comerciales, por lo que varían entre 20-30 cm (ver Tabla 4).

Según los resultados obtenidos se puede observar que no existe una influencia marcada entre longitud de panícula y número de granos por panícula y que este factor es propio de cada variedad. Los materiales presentaron una longitud de panícula entre 20 y 24 cm, lo cual es un rango óptimo para el propósito del mejoramiento.

Tabla 4. Componentes del rendimiento de doce líneas y cuatro variedades de arroz comparadas con cuatro testigo comerciales.

Tratamiento	Genealogía	PANICULAS			
		granos/ panícula	porcentaje de fertilidad	peso de mil granos	longitud de panícula
1	A3022	72	91.5	-	-
-	A3034	123	94.0	23.32	22
3	A3035	-	-	-	-
4	A3046	87	93.2	-	-
5	A3047	148	95.5	21.6	23
6	A3048	101	94.9	22.0	23
7	A3050	110	94.6	23.6	23
8	A3051	119	96.2	22.7	24
9	A3052	121	95.1	23.5	22
10	A3055	-	-	-	-
11	A3057	101	90.6	-	-
12	A3065	133	87	23.7	23
13	Centa 5	142	90	28	22
14	Altamira 7	150	90.3	23.5	21
15	Altamira 9	118	94.6	30	21
16	Orizyca Llanos	176	92.9	24.1	22
17	IR-64	94	97.7	28	22
18	IR-72	118	97.3	22.7	21
19	IR-59682	104	98.4	24.3	20
20	PSBRC-10	109	98.4	23.3	21

### 3.2.5 Rendimiento

Allard, (1967) citado por (Zeledón, 1993), señala que independientemente de las ventajas en ciertas características específicas, una nueva variedad no debe ser marcadamente inferior en rendimiento o adaptación a la variedad que se ha de sustituir.

De las líneas evaluadas, A3034 es la que presentó menor rendimiento con 4 090.91 kg/ha y A3047 la que presentó el mayor rendimiento con 7 272.73 kg/ha. En el caso de las variedades, IR-64 presentó el menor rendimiento con 5,424.24 kg/ha y el

mayor rendimiento fue IR-72 con 7 712.12 kg/ha. En relación a los testigos Orizyca Llanos 4 fue la que presento los más bajos rendimientos con 5 151.51 kg/ha y Centa 5 resulto ser la más alta con 7 727.27 kg/ha (ver Tabla 5).

De los resultados obtenidos la mayoría de los materiales superaron a los testigos en rendimiento lo que es óptimo para el propósito de mejoramiento a excepción de las líneas A3022, A3034 y A3035. En la Tabla 6, se presentan los rendimientos relativos de los materiales evaluados en el cual se puede observar como los materiales llegan a igualar o superar a los materiales testigos en porcentaje. En la Tabla 6 se refleja como la mayoría de los materiales (83 %) logró superar al testigo Orizyca Llanos 4, un (42 %) superó a los testigos Altamira 7 y Altamira 9, en cambio ningún material logró superar al testigo Centa 5, sin embargo IR 72 casi lo iguala considerandose a este el material con mayor rendimiento.

Tabla 5. Rendimiento (kg/ha), de doce líneas, cuatro variedades y cuatro testigos comerciales.

Tratamiento	Genealogía	Rendimiento
1	A3022	5 000
2	A3034	4 090.91
3	A3035	4 242.42
4	A3046	5 618.82
5	A3047	7 272.73
6	A3048	6 515.51
7	A3050	6 818.18
8	A3051	6 439.39
9	A3052	6 969.7
10	A3055	6 515.15
11	A3057	6 969.70
12	A3065	6 818.18
13	Centa 5	7 727.27
14	Altamira 7	6 621.21
15	Altamira 9	6 606.06
16	Orizvca Llanos 4	5 151.51
17	IR-64	5 424.24
18	IR-72	7 712.12
19	IR-59682	6 310.61
20	PSBRC-10	7 053.03

Tabla 6. Rendimiento relativo (%), de doce líneas, cuatro variedades y cuatro testigos comerciales.

Genealogía	Centa 5	Altamira 7	Altamira 9	Orizyca Llanos
				4
A3022	64.71	75.51	75.69	97.06
A3034	52.94	61.78	61.93	79.41
A3035	54.9	64.07	64.22	82.35
A3046	72.71	84.86	85.05	109.07*
A3047	94.12	109.84*	110.09*	141.18*
A3048	84.32	98.4	98.63	126.48*
A3050	88.23	102.97*	103.21*	132.35*
A3051	83.33	97.25	97.48	125*
A3052	90.2	105.26*	105.5*	135.29*
A3055	84.31	98.40	98.62	126.47*
A3057	90.2	105.26*	105.5*	135.29*
A3065	88.23	102.97*	103.21*	132.35*
IR-64	70.2	81.92	82.11	105.29*
IR-72	99.8	116.48*	116.74*	149.71*
IR-59682	81.67	95.31	95.53	112.5*
PSBRC-10	91.27	106.52*	106.77*	136.91*

#### **IV. CONCLUSIONES**

- La mayoría de las líneas evaluadas tuvieron una floración precóz, siendo la línea A3057 la más precóz con 82 días y la línea A3048; la más tardía con 125 días. En las variedades, la variación fue de 81 días para IR-64 y PSBRC-10 siendo éstas las más precoces, y la más tardía IR-72, con 97 días; en el caso de los testigos la floración anduvo entre los 102 a 112 días, siendo Centa 5 y Altamira 9 las más tempranas con 102 días y Orizyca Llanos 4 la más tardía con 112 días.
- En el caso de la altura de planta, todos los materiales presentaron una altura menor de 110 cm considerándose materiales semienanos.
- La mayoría de los materiales presentaron resistencia al acame a excepción de las líneas A3048 y A3065, las cuales presentaron tallos débiles.
- Todos los materiales evaluados presentaron una ejerción entre moderada y definida, senescencia intermedia
- En cuanto a aceptabilidad fenotípica la mayoría de los materiales se comportaron entre buena y regular a excepción de la línea A3034, la que presenta una aceptabilidad fenotípica pobre o mala.
- En cuanto a las variables del componente del rendimiento, número de granos por panícul y, peso de 1000 granos .la mayoría de los materiales no lograron superar a los testigos. Mientras en la varible porcentaje de fertilidad y longitud de panícula lograron superar o igualar a los testigos.

- En relación al rendimiento absoluto, ningún material logró superar al testigo Centa 5, mientras que Orizyca Llanos 4, fue superado por la mayoría de los tratamientos.

- Todos los materiales en estudio se adaptaron satisfactoriamente a las condiciones ambientales.

## **V. RECOMENDACIONES**

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

- 1. Realizar pruebas preliminares de rendimiento para las líneas seleccionadas y pruebas avanzadas de rendimiento a las variedades debido a que existen mayor disponibilidad de semilla para el análisis de rendimiento industrial.**
- 2. Evaluar estos materiales en diferentes localidades para observar el grado de adaptación y comportamiento agronómico.**
- 3. Descartar las líneas A3022, A3034 y A3035 debido a que carecen de criterios de selección.**



## **VI. BIBLIOGRAFIA**

- Aragón, L. A. 1993. Estudio de tres líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.) en comparación con cinco variedades comerciales en condiciones de secano medianamente favorecido. Tesis (Ing Agr). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 31 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1983. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Cali, Colombia. 36 p.
- Chandler, R. F. 1979. Rice in the tropics: A guide to the Development of National Programs. International Agricultural Development Service. Colorado.USA. 256 p.
- De Datta, S. K. 1986. Producción de arroz. Fundamentos y prácticas. México, D.F. 690
- Fuentes, M.J. 1987. Estudio de cinco densidades de siembra en arroz de riego. Tesis (Ing Agr). Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua.34 p.
- IRRI-CIAT. 1983. Sistema de evaluación estandar para arroz. 2<sup>da</sup> ed. Manuel Rosero (traductor del inglés y adaptación a América Latina). Cali, Colombia.61 p.
- Gómez, F. 1996. Programa de producción de arroz en Nicaragua. El arrocero. Nicaragua. Ene-Abr, 1996.V. 1 (4). P 17-19.
- Jennings,P.R. , W Coffman. & H. Kauffman. 1979. Mejoramiento de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 345 p.

- Jennings, P.R. , W Coffman. & H. Kauffman. 1981. Mejoramiento de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 285 p.
- Martinez, G.A. 1988. Evaluación de 125 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) y prueba preliminar de las líneas seleccionadas .Tesis. (Ing Agr). Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 35 p.
- Pérez, J., Acevedo, W. & Quintanilla, A. 1985. Relación entre el rendimiento, sus componentes y caracteres morfológicos en arroz en Nicaragua. Ciencia y tecnica en la Agricultura. Arroz.Volumen 8. Nº 1. Enero. La Habana, Cuba. 32 p.
- Somarriba, C. 1994. Documento de apoyo para clases. Managua, Nicaragua. 35 p.
- Soto, S. E. 1992. Informe de investigación en fincas. Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos. Programa Nacional de Investigación de Arroz. Managua, Nicaragua. 16 p.
- Tercero, I. 1990. Strategies for nitrogen application in flooded rice (*Oryza sativa* L.) in Nicaragua. Effect of single application and the addition of the nitrification inhibitor CMP. Effect of Zn ds Fe in nutrients solution. Uppsala, Sweden.
- Zabala, M.I, & Ojeda, L. 1988. Fitotecnia Especial. Habana, Cuba. 237 p.
- Zeledón, R. P. 1993. Estudio de observación de 112 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) . Tesis (Ing Agr). Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 35 p.