

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Departamento de Producción Vegetal



Trabajo de Tesis

**Evaluación de 6 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.),
y tres variedades comerciales bajo el sistema de riego,
en dos épocas de siembra, en Malacatoya.**



Autor: Br. Marlon Javier Ortega Molina

Asesor: Dr. Agr. Henry Pedroza Pacheco

**Managua, Nicaragua.
Febrero, 2002.**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Departamento de Producción Vegetal



Trabajo de Tesis

**Evaluación de 6 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.),
y tres variedades comerciales bajo el sistema de riego,
en dos épocas de siembra, en Malacatoya.**

Autor: Br. Marlon Javier Ortega Molina

Asesor: Dr. Agr. Henry Pedroza Pacheco

**Managua, Nicaragua.
Febrero , 2002.**



INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
<u>CONTENIDO</u>	
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FOTOS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXO	v
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
3. REVISION DE LITERARURA	4
3.1 Origen del Arroz	4
3.2 Métodos de Mejoramiento en especies Autógamas	4
3.3 Objetivos del Mejoramiento de variedades en el cultivo del Arroz	5
3.4 Bases Agronómicas para el Mejoramiento del Cultivo del Arroz	6
3.5 Características Varietales para el Mejoramiento del Cultivo del Arroz	8
4. MATERIALES Y METODOS	11
4.1 Ubicación del Ensayo	11
4.2 Descripción del Diseño Experimental	12
4.2.1 Parcela Experimental (P.E.)	12
4.2.2 Repeticiones	12
4.2.3 Tratamientos	13



	<u>Página</u>
4.3 Manejo Agronómico	15
4.3.1 Preparación de Suelo y Siembra del Ensayo	15
4.3.2 Fertilización	17
4.3.3 Manejo de Maleza	18
4.3.4 Manejo de Plagas	18
4.3.5 Cosecha	18
4.4 Variables a Evaluar	18
4.4.1 Variables de Crecimiento y Desarrollo	20
4.4.1.1 Floración (Fl)	20
4.4.1.2 Altura de Planta (ht)	20
4.4.1.3 Macollamiento	21
4.4.1.4 Longitud de la Panícula	22
4.4.1.5 Peso de Panícula	22
4.4.1.6 Porcentaje de Granos Buenos	22
4.4.1.7 Peso de Mil Semillas	22
4.4.2 Variables de Características Cualitativas	22
4.4.2.1 Senescencia (Sen)	22
4.4.2.2 Volcamiento o Acame (Lg)	23
4.4.2.3 Excursión de la Panícula (Exs)	23
4.4.2.4 Desgrane (Thr)	24
4.4.2.5 Aceptabilidad Fenotípica (PAcp)	24
4.4.2.6 Vigor (Vg)	25



	<u>Página</u>
4.4.3 Variables de Rendimiento	25
4.4.3.1 Rendimiento de Grano (Yld)	25
4.4.3.2 Rendimiento Industrial	26
4.4.4 Daños por Enfermedades	26
4.5 Análisis Estadístico	27
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1 Descripción General de los Resultados Obtenidos	28
5.2 Parámetros de Crecimiento y Desarrollo	30
5.2.1 Floración	30
5.2.2 Altura de Planta	31
5.2.3 Macollamiento	32
5.2.4 Longitud de Panícula	33
5.2.5 Peso de Panícula	34
5.2.6 Porcentajes de Granos Buenos por Panícula	36
5.2.7 Peso de Mil Semillas	37
5.3 Características Cualitativas de las Líneas y Variedades de Arroz evaluadas en la siembras de invierno	40
5.3.1 Senescencia (Sen)	40
5.3.2 Acame (Lg)	40
5.3.3 Excerción (Exs)	41
5.3.4 Desgrane (Thr)	41
5.3.5 Aceptabilidad Fenotípica (Pacp)	41
5.3.6 Vigor (Vg)	42



	<u>Página</u>
5.4 Análisis del Rendimiento de los Genotipos Evaluados	44
5.4.1 Rendimiento de Grano	44
5.4.2 Rendimiento Industrial	49
5.5 Evaluación de Enfermedades (Pyricularia y Helminthosporiosis)	51
6. CONCLUSIONES	53
7. RECOMENDACIONES	55
8. BIBLIOGRAFÍA	56



INDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
Cuadro 1. Datos agro climáticos de la finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998	11
Cuadro 2. Descripción de los materiales genéticos (tratamientos), establecidos en los ensayos de verano e invierno, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998.	14
Cuadro 3. Resultado del análisis químico de suelo del área del ensayo, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998.	15
Cuadro 4. Categorías agronómicas estándares, definidos para el cultivo del arroz CIAT, Rosero (1983).	19
Cuadro 5. Descripción de las categorías utilizadas para la evaluación de la senescencia, en el cultivo del arroz. Rosero (1983).	23
Cuadro 6. Categorías estándares para medir el vigor vegetativo en el cultivo del arroz. CIAT. Rosero 1983.	25
Cuadro 7a. Características agronómicas de nueve variedades y/o líneas de arroz, evaluadas durante la siembra de verano, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998.	29
Cuadro 7b. Características agronómicas de nueve variedades y/o líneas de arroz durante la siembra de invierno, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998	29
Cuadro 8a. Significancia estadística para los componentes de rendimiento de cada una de las líneas y variedades, en la siembra de verano , de acuerdo a los coeficientes de correlación de Pearson.	39
Cuadro 8b. Significancia estadística para los componentes de rendimiento de cada una de las líneas y variedades, en la siembra de invierno , de acuerdo a los coeficientes de correlación de Pearson.	39
Cuadro 9. Características cualitativas de las líneas y variedades de arroz, evaluadas en la siembra de invierno, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998.	43



Cuadro 10a.	Resultados del análisis de varianza de la variable rendimiento de grano en kg/ha, para los tratamientos evaluados en cada uno los ensayos de verano e invierno, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998.	45
Cuadro 10b.	Resultados del análisis de varianza combinado de la variable rendimiento de grano en kg/ha, para los tratamientos evaluados durante en los ensayos de verano e invierno, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998.	48
Cuadro 11.	Análisis de la calidad industrial, de nueve líneas y tres variedades de arroz, en siembra de invierno, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada. 1998.	50
Cuadro 12.	Evaluación de enfermedades pyricularia y helminthosporiosis, durante la siembra de invierno. Malacatoya, departamento de Granada, 1998.	52



INDICE DE FOTOS

	<u>Página</u>
Foto 1. Distancia entre bloques del ensayo de líneas y variedades de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998	13
Foto 2. Ensayo de líneas y variedades de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), finca Las Lajas, Malacatoya	14
Foto 3. Preparación de suelos del ensayo de líneas y variedades de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998	16
Foto 4. Preparación del área de siembra del ensayo, rayando la terraza a una distancia de 30 cm entre surco, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998	16
Foto 5. Aplicación de fertilizante en el ensayo, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998	17
Foto 6. Altura de planta de líneas y variedades en el ensayo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998	20
Foto 7. Macollamiento de planta de líneas y variedades en el ensayo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998	21



INDICE DE ANEXO

	<u>Página</u>
Anexo 1. Plano de Campo de los Ensayos PAR	58
Anexo 2. Análisis de Varianza Combinado para épocas y variedades con contrastes ortogonales.	59



INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1. Floración de líneas y variedades de arroz	30
Figura 2. Altura de planta de líneas y variedades de arroz	31
Figura 3. Macollamiento de líneas y variedades de arroz	32
Figura 4. Longitud de panículas de líneas y variedades de arroz	34
Figura 5. Peso de panículas de líneas y variedades de arroz	35
Figura 6. Porcentaje de granos buenos de líneas y variedades de arroz	36
Figura 7. Peso de mil semillas de líneas y variedades de arroz	37



RESUMEN

Con el objetivo de contribuir a aumentar la productividad del cultivo de arroz (Oryza sativa L.), mediante la selección de genotipos con alto potencial de rendimiento de grano, que tengan un comportamiento consistente en diferentes ambientes, se evaluaron seis líneas de arroz (Oryza sativa L.) y tres variedades comerciales, bajo el sistema de riego, en dos épocas de siembra, en Malacatoya. Se establecieron dos ensayos de campo, de pruebas avanzadas de rendimiento (PAR). Los experimentos fueron establecidos en terrenos de la hacienda "Las Lajas", municipio de Malacatoya, departamento de Granada, ubicada en los 12° 04' 40" latitud norte y 86° 01' 55" longitud oeste. El primer ensayo se sembró en la época de verano, estableciéndose en Febrero y cosechándose en Junio de 1998. El segundo ensayo se sembró en la época de invierno, estableciéndose en Agosto y cosechándose en Noviembre de 1998. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar para analizar los ensayos individuales y el análisis de varianza combinado para analizar la interacción de los genotipos en dos épocas de siembra. Los resultados obtenidos de ambos ensayos evidencian que la línea CT-12249-1P-1P es una línea promisoría, ya que sus componentes de rendimiento son estables tanto en verano como en invierno, destacándose por sus características tales como: aceptabilidad fenotípica y peso de 1,000 semillas, en las cuales ocupó los primeros lugares. La línea CT-12249-1P-1P, es el genotipo que tiene el mejor comportamiento productivo, destacándose por presentar un rendimiento de grano de 5,083 kg/ha en verano, y 7,222 kg/ha en invierno. Así mismo, la época de siembra tuvo gran influencia en el comportamiento de los genotipos evaluados, ya que en la siembra de invierno los tratamientos mostraron mayor altura, mayor rendimiento de grano y adelanto en los días a flor. En la siembra de invierno, en presencia de altas precipitaciones y humedad relativa, se determinó una mayor incidencia de enfermedades fungosas, causados por Pyricularia y Helminthosporiosis. En ambos ensayos, todas las líneas evaluadas superaron al testigo Oryzica Llanos - 4.



AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Agraria y al Departamento de Producción Vegetal, de igual forma a los docentes que contribuyeron en mi formación profesional y referirme en particular al Dr. Agr. Dennis José Salazar Centeno, Decano de la FAGRO, por su apoyo incondicional para culminar exitosamente el presente trabajo de tesis.

A mi asesor Dr. Agr. Henry Pedroza Pacheco, por haberme brindado todo su apoyo desinteresado y haber hecho posible mi objetivo de concluir el presente trabajo de tesis. Estoy muy agradecido por su esfuerzo y dedicación en apoyarme técnicamente, además por todo su aporte académico, orientación estadística y redacción técnica.

De manera muy especial quiero agradecer al Dr. Agr. Lázaro Narváez Rojas, por haber contribuido significativamente en mi desarrollo técnico y profesional, desde mis inicios como asistente de investigación en el Programa Nacional de Granos Básicos del INTA, mediante sus esfuerzos loables de asesoramiento técnico en los ensayos de campo, en el manejo de progenies, producción de semilla básica y registrada de arroz. Quiero expresar de manera muy especial mi agradecimiento al Dr. Lázaro Narváez, por transmitirme de manera generosa e incondicional, sus conocimientos y experiencias de campo, contribuyendo en mi formación de Ingeniero Agrónomo.

Quiero extender mi agradecimiento al Ing. MSc. Martín Mena y al Ing. Evert José Ocón Zúñiga, por colaborar en los aportes metodológicos del presente trabajo de tesis.

Marlon Javier Ortega Molina



DEDICATORIA

Dedico este documento principalmente a Dios nuestro señor, por haberme dado la vida y la energía para concluir satisfactoriamente mi carrera universitaria, y de esta manera coronar todas mis aspiraciones para llegar a obtener mi título profesional de Ingeniero Agrónomo.

A mi Mamá Luisa Amanda Molina, ya que con su amor y sacrificios me dio toda la sabiduría y los valores humanos para utilizar las herramientas necesarias y lograr coronar mi carrera de Ingeniero Agrónomo, por lo cual yo me siento muy orgulloso de ella.

A mi esposa Liliana Salgado y mi hijo Jalmar Ortega, los cuales han sido los principales motivadores y soportes morales para cumplir mis metas y objetivos.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marlon Javier Ortega Molina', written in a cursive style.

Marlon Javier Ortega Molina



1. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.), es el alimento básico de más de la mitad de la población del planeta cultivándose unas 142 millones de hectáreas, lo cual representa la mayor proporción de la superficie dedicada a la producción de cereales. El arroz suele ser considerado como una planta herbácea anual semi-acuática (Juliano, 1994).

La cuna antigua del arroz es el Asia Monzónica, ésta es la zona del mundo donde el arroz constituye el principal alimento de la gente, así como casi toda la producción agrícola y también muchas de sus esperanzas. El arroz es claramente el cultivo más importante del mundo, si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de personas que dependen de este cereal (Datta, 1986).

El sistema de producción de arroz predominante en América Central es el de secano, el cual representa el 87 por ciento del área total dedicada a este cultivo en la región (Posada citado por Tascon y García, 1985). En algunos países desarrollados, la producción de arroz se ha incrementado debido al aumento de las áreas de riego, junto con la propagación de la tecnología moderna que lleva consigo la utilización de variedades mejoradas de alto rendimiento. Durante los años setenta, la superficie de riego para todos los cultivos en los países desarrollados aumentó anualmente en 2.1 por ciento. Actualmente se estima que cerca del 40 por ciento de esa superficie es de regadío y en el 60 por ciento restante se cultiva arroz de secano (FAO, 1986).



Vargas (1998), afirma que en Nicaragua el área total para arroz de secano comprende 50.5 mil hectáreas y para arroz de riego 26.6 mil hectáreas con rendimiento de 1466.6 kg/ha para la modalidad de secano y 2703.9 kg/ha para arroz de riego. Por su parte, Bird (1995), señala que en Nicaragua el cultivo del arroz es manejado bajo las siguientes variantes: 1) Secano al espeque, es netamente producción campesina; 2) Secano no especializado, con bueyes y poco uso de agroquímicos; 3) Secano con uso de maquinaria y agroquímicos, y 4) Riego especializado, típico en las zonas de Malacatoya, Sébaco, Río San Juan, Regiones II y V cultivan arroz bajo riego con maquinaria y avión.

Algunos problemas que afectan la producción de arroz en Nicaragua es el bajo nivel de productividad, debido principalmente al uso de variedades desde hace más de 10 años, que actualmente presentan un marcado deterioro genético en cuanto a su productividad y resistencia a enfermedades. No obstante, en los últimos 5 años, el cultivo del arroz de riego ha superado su productividad, debido a las nuevas variedades tales como: INTA N-1, Taichung Sen-10 y Oryzica Llanos-4, las que han sido liberadas por el Proyecto de Arroz, del Programa Nacional de Granos Básicos del INTA, (Narváez, 1998).

El presente estudio está orientado a conocer el comportamiento de los genotipos en diferentes épocas (verano e invierno), lo cual es un fenómeno de gran importancia, ya que la variabilidad ambiental difiere de un ciclo a otro, así como las localidades, factores bióticos y abióticos (clima, humedad, tipo de suelo, precipitación pluvial, temperatura, vientos, humedad relativa, insolación, etc.).



2. OBJETIVOS

2.1 General

Contribuir a aumentar la productividad del cultivo de arroz, mediante la selección de genotipos con alto potencial de rendimiento, que tengan un comportamiento consistente y estable en las condiciones bióticas y abióticas en que son evaluadas, para su posible liberación como variedades de uso comercial.

2.2 Específicos

- 1- Determinar las líneas que presentan características agronómicas deseables, buen rendimiento de grano y rendimiento industrial.
- 2- Determinar el comportamiento de los genotipos en estudio a las diferentes condiciones ambientales de verano e invierno.



3. REVISION DE LITERARURA

3.1 Origen del Arroz

Existen dos especies de arroz cultivadas: *Oryza sativa* L., de origen Asiático, y *Oryza glaberrima* Steud. La expansión del cultivo se debe a la primera especie, ya que la segunda especie sólo existe en el Oeste de África (Angladette, 1969).

Angladette (1969), sostiene que *Oryza sativa* L. es de origen del Sud este Asiático, la India principalmente. La especie de arroz cultivada es *Oryza sativa* L., la cual se divide en tres sub especies: ssp. *bravis*, ssp. *indica*, ssp. *japónica*. En Nicaragua la sub-especie de arroz cultivada es ssp. *indica* (Narváez, 1998).

3.2 Métodos de Mejoramiento en especies Autógamas.

El desarrollo de variedades más productivas para ser utilizadas a nivel comercial es el objetivo primordial de los fitomejoradores y lo que justifica su labor ante la sociedad. El mejor rendimiento de arroz requiere de años de trabajo duro y sucio, con muchos fracasos y escasos éxitos. Miles de líneas se evalúan y se descartan; no existe una forma más fácil de mejorar la producción de arroz. Esto demanda paciencia, dedicación, continuidad y una total entrega física y mental al trabajo de campo (Tascon y García, 1985).



Pérez y Rodríguez (1989), afirman que existen varios tipos de mejoramiento. Cuando se eliminan de una población pocos individuos indeseables y la mayor parte de estas plantas quedan sin tocar, se dice que es selección negativa. Cuando en una población se seleccionan solamente las plantas mejores y estas se emplean en la siembra siguiente, se dice que es selección positiva.

Entre los diversos métodos de mejoramiento ampliamente utilizados en el cultivo del arroz están:

1. Selección masal.
2. Selección por línea pura por planta individual.
3. Conservación de la pureza por panícula-filas.
4. Cruzamiento .

3.3 Objetivos del Mejoramiento de variedades en el cultivo del Arroz.

El desarrollo de variedades más productivas para utilizarlas a nivel de fincas, es el objetivo primordial de los fitomejoradores y lo que justifica su labor ante la sociedad (Tascón y García, 1985). Algunos de los criterios utilizados para el logro de este objetivo son:

1. Aumento de la capacidad productiva
2. Resistencia a baja temperatura
3. Talla baja, hoja erecta, resistencia media al desgrane
4. Maduración simultánea de todas la panículas y uniforme de las cariósides en cada una de ellas
5. Aumento del valor nutritivo



3.4 Bases Agronómicas para el Mejoramiento del Cultivo del Arroz

Maxwell y Jennings (1984), plantean que el ambiente influye de manera directa en los Genotipos en la magnitud y expresión de la resistencia que éstos poseen, por ejemplo, una reducción en la intensidad luminosa de 75 por ciento o más, con relación a la de un ambiente de campo, altera en forma significativa, la expresión de la resistencia a los insectos de varias especies vegetales. Al parecer, la principal influencia de la sombra sobre la resistencia es por medio de cambios en algunos factores estructurales y químicos de la planta. En cuanto a la temperatura, los ejemplos mejor avalados son los de temperatura baja en áfidos, pero esta pérdida de resistencia es por lo general reversible después de un corto período de temperatura alta.

Urbina (1991), citado por Espinoza et al 1998, señala que los factores bióticos y abióticos que influyen en el rendimiento son incontrolables, por ello, es importante realizar pruebas de campo en ambientes diferentes para determinar la consistencia y estabilidad de su comportamiento y la interacción genotipo-ambiente

En cualquier fenómeno biológico natural que implique el crecimiento y desarrollo de genotipos, estos se llevan a cabo en una serie de ambientes, los genotipos irán encontrando en tiempo y espacio una serie de condiciones ambientales a las que tienen que hacer frente para sobrevivir. En la agricultura la interacción genotipo-ambiente es un fenómeno universal, sucede en donde quiera que los Genotipos tengan que crecer y desarrollarse a una serie de condiciones ambientales diversas (Márquez, 1985).



El mayor rendimiento de las plantas depende de gran parte de su capacidad para aprovechar mejor el agua, la energía lumínica, las sustancias nutritivas y en general, las condiciones del medio ambiente. Esto es lo que en pocas palabras podría denominarse adaptación al medio. Sin embargo, el medio ecológico está determinado por una serie de condiciones considerablemente variables para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año. Esto hace que cuando se quieran realizar pruebas de adaptación sea indispensable repetirlos en espacio y tiempo, tanto como sea posible, para poder así apreciar sus reacciones de manera más segura (Braver, 1987).

Por otra parte Allard (1980), explica que desde el punto de vista del mejorador de planta, se deben medir los valores genotípicos haciendo referencia a un punto particular de medios ambientes, generalmente los que ocurren al largo de un periodo de años en varias localidades dentro de una zona geográfica comparativamente homogénea.

Tascon y García (1985), afirma que el arroz se cultiva en una diversidad de condiciones ambientales, siendo un cultivo especial para zonas húmedas del trópico o para climas con temperaturas altas, también considera que el arroz florece en un amplio rango de condiciones que van desde los 45 grados de latitud norte a 40 grados al sur del Ecuador, también se afirma que el arroz se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 2,500 metros de altitud, lo cual permite que en las áreas arroceras la temperatura y la longitud del día al igual que las condiciones de disponibilidad de agua sean muy diversas.



3.5 Características Varietales para el Mejoramiento del Cultivo del Arroz

Datta (1986), plantea que en base al tipo varietal utilizado el arroz se puede clasificar en:

- 1- Arroz de secano.
- 2- Arroz de riego.
- 3- Arroz de aguas profundas (Planta de 120-150 cm. de alto).
- 4- Arroz flotante (Plantas con más de 150 cm de alto).

El arroz de riego, con plantas semi-enanas de tamaño medio y altas (de 100 cm a 2 metros) en este sistema la tierra se prepara en húmeda o en seco, pero el agua siempre se conserva en el campo mediante terraplenes (Datta, 1986).

Tinarelli (1989), señala que el frecuente fenómeno del desgrane, no es una condición previa y obligatoriamente ligada a la pigmentación roja del pericarpio es, por el contrario, independiente; se considera que es consecuencia de uno o dos genes: $sh_1 - sh_2$, aunque existen hipótesis verosímiles que señalan una base poligénica. La acción de los genes responsables del desgrane influye en el grado de desarrollo y en la variación de la sub verificación de la capa de las células que unen la cariósida con el pedúnculo.

Angladette (1969), plantea que el grado de desgrane del arroz debe ser el apropiado, ya que un desgrane difícil entorpece la trilla, provoca pérdidas por los granos que quedan prendidos a la panícula y son expulsados con la paja.



Durante la cosecha del arroz con combinada, el grano debe separarse fácilmente de la panícula, pero no tan fácilmente que se desprenda y se pierda antes de ser cosechado. La facilidad de desgrane está determinada por el grado de adherencia del grano a la panícula, (Poehlman, 1973).

La excerción en el arroz es de gran importancia, ya que el hecho que la panícula salga completamente de la hoja que la envuelve, permite una maduración mayor y más uniforme. Además cuando las variedades tienen mala excerción son susceptibles al ataque de patógenos en la base de la panícula y dificulta la cosecha mecanizada (León, 1987).

La resistencia al acame está asociada con la naturaleza y extensión del sistema radicular, con el tamaño del tallo y el espesor de su pared, con el espesor y la resistencia de la vaina, con el tamaño de los entrenudos y con la altura de la planta (Poehlman, 1973).

El Ing. Armando Lee¹, afirma que el acame se debe principalmente a las características de la planta, altura, diámetro del tallo, número y distancia de los entrenudos, el peso de la espiga. aunque también sostiene que la fertilización nitrogenada influye en el acame de las plantas, ya que éstas generalmente crecen más con el aumento de dosis de fertilizantes.

Según Tinarelli (1989), los factores genéticos que determinan y controlan la resistencia al acamado actúan sobre cuatro aspectos: altura del tallo, peso de la panícula, rigidez o elasticidad del tallo y la formación de un sistema radicular adecuado, amplio y profundo.

¹ Comunicación personal con el Ing. Armando Lee, 1999 Asesor de la Misión Técnica Agrícola de la República de China Taiwán en Nicaragua.



En cuanto a la floración, Pohlman (1973), señala que la época y la rapidez de la floración varían según la variedad y el medio ambiente en el que el arroz se desarrolle. Tascón y García (1985) indican que vientos cálidos, secos o húmedos afectan seriamente la fecundación de las estigmas, reduciendo el rendimiento considerablemente. Además, señalan que también las temperaturas excesivamente bajas del agua o el aire, pueden causar un efecto similar al impedir que las flores abran y se polinicen.



4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del Ensayo.

Los ensayos se realizaron en la finca “Las Lajas”, ubicada en el Municipio de Malacatoya, Departamento de Granada, a una altitud de 30 metros sobre el nivel de mar, 12° 04’ 40’’ latitud Norte y a los 86° 01’ 55’’ longitud Oeste. Los ensayos se establecieron en fecha inicial 12 de Febrero finalizando en Junio; posteriormente el 4 de Agosto de 1998 con fecha de finalización 25 de Noviembre de 1998. En el cuadro 1 se presentan los datos acerca del clima durante el año en que se realizaron los ensayos.

Cuadro 1. Datos agro climáticos de la finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998.

Mes	Temperatura °C	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
Enero	27.1	0.0	69.0
Febrero	27.5	1.0	69.0
Marzo	29.0	0.0	61.0
Abril	30.2	0.0	54.0
Mayo	29.9	81.7	69.0
Junio	27.9	216.8	79.0
Julio	27.6	183.9	79.0
Agosto	27.0	222.6	80.0
Septiembre	26.8	331.7	85.0
Octubre	25.9	657.7	88.0
Noviembre	26.3	57.8	80.0
Diciembre	26.2	1.7	74.0

Fuente: INETER, 1999. Managua, Nicaragua.



4.2 Descripción del Diseño Experimental.

Los ensayos se establecieron en un Diseño de Bloques Completos al Azar, con seis repeticiones y nueve tratamientos en cada repetición, tanto en la época de verano como de invierno (anexo 1).

Los elementos estructurales del experimento de campo, estuvieron determinados por las siguientes características:

4.2.1 Parcela Experimental (P.E.).

Se establecieron parcelas (P.E.) de 5 surcos de 4 metros de largo separados a 30 centímetros. La parcela útil (P.U.), estaba constituida por 3 surcos de 4 metros de largo. El área de muestreo para la toma de datos de crecimientos y desarrollo fue definida por 10 plantas tomadas al azar en el surco central de la P.E. En la foto 1, se muestra la distancia entre bloques del ensayo.

4.2.2 Repeticiones.

Las repeticiones estuvieron constituidas por 9 parcelas experimentales., cada una de ellas contenían una variedad, la que fue asignada aleatoriamente. Las dimensiones del ensayo fueron:

- a) Área de la parcela experimental = $1.5 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$
- b) Área de la parcela útil = $0.9 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 3.6 \text{ m}^2$
- c) Área una Repetición = $6 \text{ m}^2 \times 9 = 54 \text{ m}^2$
- d) Área de 6 repeticiones = $54 \text{ m}^2 \times 6 = 324 \text{ m}^2$
- e) Área entre repeticiones = $0.8 \text{ m} \times 13.5 \text{ m} \times 5 = 54 \text{ m}^2$



f) Área total del experimento = 378 m²

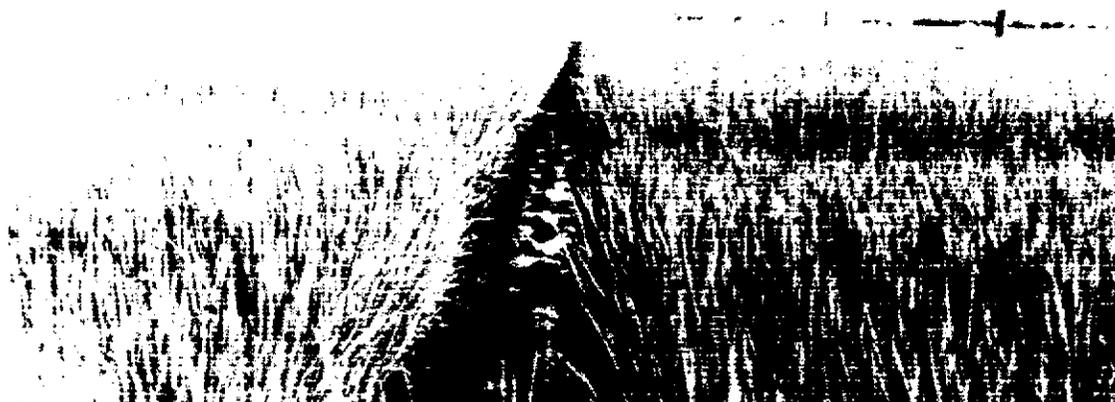


Foto 1. Distancia entre bloques del ensayo de líneas y variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, 1998.

4.2.3 Tratamientos.

Las seis líneas y tres variedades de arroz comercial constituyen las entradas o tratamientos de cada uno de los ensayos establecidos tanto en primera como en postrera, tal como se describen en el cuadro 2 y se muestran en foto 2.

Entre de los materiales utilizados tres provienen de Colombia incluyendo el testigo, dos materiales provienen del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y los cuatro restantes son provenientes del Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI).



Cuadro 2. Descripción de los materiales genéticos (tratamientos), establecidos en los ensayos de verano e invierno, finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998.

No. de Tratamiento	ORIGEN	DESCRIPCIÓN	REPETICIONES					
			I	II	III	IV	V	VI
1	Colombia	CICA 8	101	208	308	406	507	605
2	Colombia	ORYZICA 1	102	204	303	405	508	604
3	CIAT	CT 8837-3C-1C-MC	103	209	307	401	504	609
4	CIAT	CT 12249-1P-1P	104	202	305	409	503	602
5	IRRI	IR 57301-1-1	105	207	309	402	501	606
6	IRRI	IR 57301-1-2	106	201	306	408	506	607
7	Colombia	Oryzica Llanos-4*	107	206	301	403	505	608
8	IRRI	IR 60819-3-2	108	205	302	407	509	603
9	IRRI	IR 52713-2B-8-2B-1-2	109	203	304	404	502	601

* Testigo.



Foto 2. Ensayo de líneas y variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), finca Las Lajas, Malacatoya.



4.3 Manejo Agronómico.

4.3.1 Preparación de Suelo y Siembra del Ensayo.

La preparación del suelo consistió primeramente en la quema de rastrojos de la cosecha anterior, un pase de row-plow, dos pase de grada para luego inundar el terreno. Inmediatamente después, se realizaron las labores de fanguero y nivelación (foto 3), para una mejor uniformidad del terreno; la nivelación se realizó de forma manual para un mejor control de malezas que facilita la lámina de agua uniforme. La siembra se realizó manual en hileras o surcos a chorillo, rayando la terraza a una distancia de 30 cm, (foto 4), utilizando semilla seca con una densidad de siembra de 103 kg/ha, (Narváez, 1998). Muestras de suelo fueron tomadas antes de la siembra para realizarles el análisis químico y físico. Los resultados del análisis químico de suelo del área del ensayo se presentan en el cuadro 3. Las actividades del Manejo Experimental se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 3. Resultado del análisis químico de suelo del área del ensayo, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998.

MACRONUTRIENTES	CONTENIDO	RANGOS
Nitrógeno	0.11	Medio
Materia Orgánica (%)	2.33	Medio
Fósforo (ppm)	6.42	Pobre
Potasio (Meq/100 gr. de suelo)	1.53	Alto
pH en H ₂ O	7.3	Muy ligeramente alcalino
Zn (ppm)	1.18	Muy bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos y agua. UNA. 1998.



Foto 3. Preparación de suelos del ensayo de líneas y variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, 1998.



Foto 4. Preparación del área de siembra del ensayo, rayando la terraza a una distancia de 30 cm entre surco, finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, 1998.



4.3.2 Fertilización.

La fertilización realizada en los ensayos (foto 5), fue fraccionada en cuatro momentos, aplicando fertilizante completo (12-30-10), más Urea 46%. Las dos primeras aplicaciones se realizaron a razón de 100 kg/ha, mas 26 kg/ha de completo y urea respectivamente a los 15 y 30 días después de la siembra y dos últimas aplicaciones de urea 34.78 kg/ha 45 y 60 días después de la siembra (Narváez, 1998).



Foto 5. Aplicación de fertilizante en el ensayo, finca “Las Lajas”. Malacatoya, departamento de Granada, 1998.



4.3.3 Manejo de Maleza.

Para el manejo de maleza se realizaron aplicaciones de 2-4.D a razón de 500 cc/mz combinada con Command 800 cc/mz, además controles manuales de acuerdo a la incidencia de malezas (Narváez, 1998).

4.3.4 Manejo de Plagas.

Para el control de insectos se realizaron aplicaciones de MTD, un litro por manzana, cypermetrina 250 cc. por manzana y una combinación de ambos MTD 500 cc. + cypermetrina 125 cc. por manzana (Narváez, 1998).

4.3.5 Cosecha.

Se realizó manualmente, cuando el cultivo tenía 120 días después de la siembra.

4.4 Variables a Evaluar.

Las evaluaciones de las características agronómicas fueron realizadas de acuerdo al sistema de evaluación estándar para arroz, editado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (Rosero, 1983). Los estándares están indicados en cuadro 5.



Cuadro 4. Categorías agronómicas estándares, definidos para el cultivo del arroz. CIAT, Rosero (1983).

CALIFICACIÓN	CATEGORIA
0	Germinación
1	Plántula
2	Macollamiento
3	Crecimiento del tallo
4	Embuchamiento
5	Emergencia de la panícula
6	Floración
7	Estado lechoso del grano
8	Estado pastoso del grano
9	Grano maduro



4.4.1 Variables de Crecimiento y Desarrollo

4.4.1.1 Floración (FI).

Se registró el número de días desde la siembra, hasta que el 50 % de las plantas estuvieron florecidas. Tiempo de evaluación: Estado de crecimiento 6.

4.4.1.2 Altura de Planta (ht).

Se determinó en el estado de crecimiento 7-9, midiendo la longitud de la planta en centímetros desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta (excluyendo la arista), según Rosero (1983). Una vista parcial de altura de planta se muestra en la Foto 6.



Foto 6. Altura de planta de líneas y variedades en el ensayo de arroz (*Oryza sativa* L.), finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, 1998.



4.4.1.3 Macollamiento

El macollamiento ilustrado en la foto 7, se determinó contando el número de tallos por metro lineal, escogiendo el surco central de cada parcela. La evaluación del macollamiento, se realizó en el estado correspondiente a la categoría agronómica estándar 9 (Narváez, 1998).



Foto 7. Macollamiento de planta de líneas y variedades en el ensayo de arroz (*Oryza sativa* L.), finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, 1998.



4.4.1.4 Longitud de la Panícula.

Para determinar este carácter se tomaron 10 panículas por cada línea y se midieron desde el nudo ciliar hasta el último grano, en centímetros, Rosero (1983).

4.4.1.5 Peso de Panícula

Se determinó el peso correspondiente a la panícula, separándola del pedúnculo desde el nudo ciliar hasta el último grano, (Narváez, 1998).

4.4.1.6 Porcentaje de Granos Buenos.

De cada línea se tomaron 10 panículas al azar y se realizó el conteo del total de grano en la panícula para luego calcular los promedios, Narváez (1998).

4.4.1.7 Peso de Mil Semillas.

Para determinar el peso de mil semillas de una muestra se toman 8 repeticiones de 1000 semillas, cada una de las repeticiones se pesan en gramos y se calcula el promedio, Narváez (1998),

4.4.2 Variables de Características Cualitativas.

4.4.2.1 Senescencia (Sen).

La senescencia fue evaluada en el estado de crecimiento-9, utilizando la siguiente escala:



Cuadro 5. Descripción de las categorías utilizadas para la evaluación de la senescencia, en el cultivo del arroz. Rosero (1983).

CALIFICACIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
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 o muertas.

4.4.2.2 Volcamiento o Acame (Lg).

Para asegurarse que el volcamiento no esté influenciado por plantas de parcelas adyacentes, se hicieron las evaluaciones en el estado de crecimiento 8 y 9, para lo cual se utilizó la siguiente escala, Rosero (1983).

- 1: Tallos fuertes sin volcamiento
- 3: Tallos moderadamente fuertes la mayoría de las plantas (más del 50 %) presenta tendencia al volcamiento.
- 5: Tallos moderadamente débiles la mayoría de las plantas moderadamente volcadas.
- 7: Tallos débiles la mayoría de las plantas casi caídas.
- 9: Tallos muy débiles todas las plantas en el suelo.

4.4.2.3 Excursión de la Panícula (Exs).

Esta variable se evaluó en el estado de crecimiento 7-9. La escala CIAT citada por Rosero 1983, fue utilizada, tal como sigue:

- 1: Todas las Panículas con buena excursión



- 3: Paniculas con excersión moderada
- 5: Paniculas con excersión casi definida
- 7: Paniculas con excersión parcial
- 9: Paniculas sin excersión

4.4.2.4 Desgrane (Thr).

Se determinó empuñando la panícula por la parte media, estimando la proporción de granos desprendidos. La evaluación se realizó en el estado de crecimiento 9, usando la escala del CIAT, citada por Rosero, (1983).

- 1: Muy resistente
- 3: Resistente 1-5 por ciento
- 5: Intermedio 6-25 por ciento
- 7: Susceptible 26-50 por ciento
- 9: Muy susceptible 51-100 por ciento

4.4.2.5 Aceptabilidad Fenotípica (PAcp).

La evaluación de los materiales se hizo subjetivamente, de acuerdo con los objetivos de mejoramiento para cada localidad. La evaluación se realizó en la etapa 7-9, utilizando la escala de evaluación del: CIAT, citada por Rosero (1983).

- 1: Excelente
- 3: Buena



5: Regular

7: Pobre o mala

9: Inaceptable

4.4.2.6 Vigor (Vg).

El vigor vegetativo del germoplasma está influenciado por varios factores como habilidad de macollamiento, altura de planta etc. Para evaluar el vigor, se empleará la escala propuesta por el CIAT, tal como se presenta en el cuadro 6, citado por Rosero, (1983).

Cuadro 6. Categorías estándares para medir el vigor vegetativo en el cultivo del arroz. CIAT. Rosero 1983:

CALIFICACIÓN	CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA
1:	Muy vigoroso	3:	Vigoroso
5:	Plantas normales	7:	Plantas menos vigorosas
9:	Plantas muy débiles		

4.4.3 Variables de Rendimiento

4.4.3.1 Rendimiento de Grano (Yld).

El rendimiento se determinó en la etapa 9 de la planta (arroz en cáscara o paddy), y se expresó en kg/ha, con 14 % de humedad.



4.4.3.2 Rendimiento Industrial.

Para obtener a través del proceso de molinería los porcentajes de arroz integral, arroz pulido y arroz oro, se tomaron muestras de arroz en cáscara o paddy seco y limpio con un grado de humedad 13.4 a 14 por ciento. Para evaluar el rendimiento industrial, se pesó una muestra de 100 g. de semilla para cada uno de los tratamientos y se procedió a determinar el rendimiento de pilada en porcentaje, obtenido de relacionar el peso de arroz integral (PAI), entre el peso neto de arroz en granza, (PN).

Por otra parte, se determinó el índice de pilada en porcentaje, a partir de muestras individuales de 20 g., de cada uno de los tratamientos. El índice de pilada se obtiene de la relación entre el peso de grano entero pulido (PGE) y el peso de la muestra en g. (M). El rendimiento de pilada se obtiene de la relación entre el peso de arroz integral y el peso neto de arroz granza.

4.4.4. Daños por Enfermedades.

Para medir esta variable se utilizó la metodología del sistema de evaluación estándar para el cultivo del arroz, del Instituto Internacional de Investigación de Arroz, IRRI, (CIAT, 1983). Se evaluaron los daños por Piricularia (*Pyricularia oryzae*) y Helminthosporiosis [*Cochliobolus miyabeanus* (*Bipolaris oryzae*)] en la hoja, en las etapas de 1 a 5 y de 6 a 9, respectivamente para cada enfermedad, utilizando para ello la siguiente escala:

0:	Ninguna lesión visible	1:	Menos del 1%
3:	1-5 %	5:	6-25 %
7:	26-50 %	9:	51-100 %



4.5 Análisis Estadístico.

Se realizó el análisis de varianza para la variable de rendimiento y se aplicó la prueba de rangos múltiples de S-N-K para la separación de medias, utilizando programas estadísticos elaborados en SAS (Pedroza y Salazar, 1998). Se realizó el Análisis de Varianza Combinado para los factores variedad y época de siembra, así como contrastes ortogonales para estudiar el efecto de interacción. El Análisis de Correlación se realizó para los componentes de rendimientos en cada una de los genotipos en estudio. El análisis estadístico descriptivo, se realizó a las variables de crecimiento y desarrollo.



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Descripción General de los Resultados Obtenidos

En la evaluación de seis líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) y tres variedades comerciales, bajo el sistema de riego, en las épocas de siembra de verano e invierno, en la localidad de Malacatoya, se midieron las variables floración, altura de planta, habilidad de macollamiento, longitud de panícula; asimismo, se tomaron datos del peso de panícula, porcentaje de granos buenos, peso de mil semillas y rendimiento de grano expresado en kg/ha. Los datos obtenidos, se muestran en los cuadros 7 a y 7 b.

En este capítulo, el análisis estadístico de las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento, permitirá demostrar la superioridad en grano, características agronómicas y fitosanidad de algunos de los materiales evaluados en los ensayos, para su posible liberación como variedad comercial.

Por otra parte, se realizó el análisis de la calidad industrial del grano, a fin de evaluar el comportamiento de los genotipos en estudio, en relación al rendimiento de pilada y el índice de pilada, tal como se presentan en el cuadro 10.



Cuadro 7a. Características agronómicas de nueve variedades y/o líneas de arroz, evaluadas durante la siembra de verano, finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998.

TRATAMIENTOS	Fl	Ht	Ti	Pnl	PnP	% GB	P1000S	Kg/Ha
CICA-8	87	95.5	134	20.9	2.2	71.6	21.8	5514
ORYZICA-1	81	89.1	131	21.7	1.8	56.1	19	5222
CT-8837-3C-1C-MC	81	83.9	122.2	23.6	1.9	62.6	19.3	5250
CT-12249-1P-1P	73	93.3	121.2	24.8	2.7	67.4	23.2	5083
IR-57301-1-1	70	86.5	134.7	21.5	2.2	83.3	21.4	5388
IR-57301-1-2	71	86.3	142.2	23.7	2.1	80.2	18.3	5416
ORYZICA LLANOS-4	89	85.4	119.7	20.8	2.4	68.9	21	5250
IR-60919-3-2	81	91.9	132.2	22.6	1.9	56	19.4	5083
IR-52713-2B-8-2B-1-2	82	107.6	162	25	1.9	72.7	20.7	4805

Cuadro 7b. Características agronómicas de nueve variedades y/o líneas de arroz durante la siembra de invierno, finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, Nicaragua. 1998.

TRATAMIENTOS	Fl	Ht	Ti	Pnl	PnP	% GB	P1000S	Kg/Ha
CICA-8	82	100.9	131.2	21	2.4	74.3	24.2	6361
ORYZICA-1	72	103.5	125	22.2	2.8	76.3	26.5	6833
CT-8837-3C-1C-MC	73	98.7	112.2	22.2	2.5	79.2	25.6	6500
CT-12249-1P-1P	66	107.4	112	24.3	3.5	82.7	28.5	7222
IR-57301-1-1	65	90.2	124.7	21.6	2.5	86.1	23.3	6639
IR-57301-1-2	67	93.2	137.5	22.5	2.4	77.9	21.5	6555
ORYZICA LLANOS-4	77	93.6	122.2	22.9	2.8	62.6	26	5500
IR-60919-3-2	75	103.3	115.2	22.7	2.8	73.8	21.9	7027
IR-52713-2B-8-2B-1-2	75	121.4	125	23.1	2	85.9	19.4	6777

- Fl. = Dias a flor
 Ht = Altura de la planta (cm)
 Ti = Habilidad de macollamiento
 PnL = Longitud de la espiga
 PnP = Peso de espiga
 % GB = Porcentaje de granos buenos por panícula
 P1000S = Peso de mil semillas
 Kg/Ha = Rendimiento en Kilogramos por hectárea

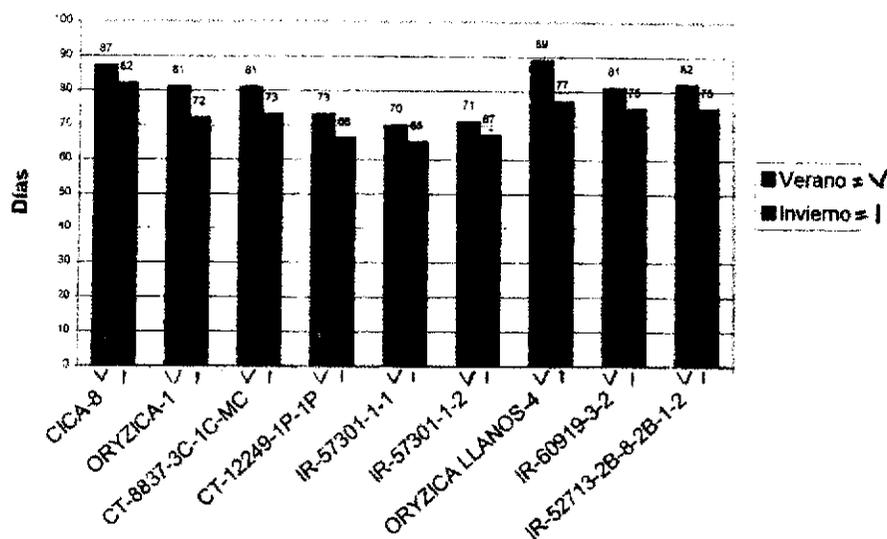


5.2 Parámetros de Crecimiento y Desarrollo

5.2.1 Floración.

Poehlman (1973), afirma que la época y la rapidez de la floración en arroz varían según la variedad y medio ambiente en que se desarrolle.

Figura 1. Floración de líneas y variedades de arroz



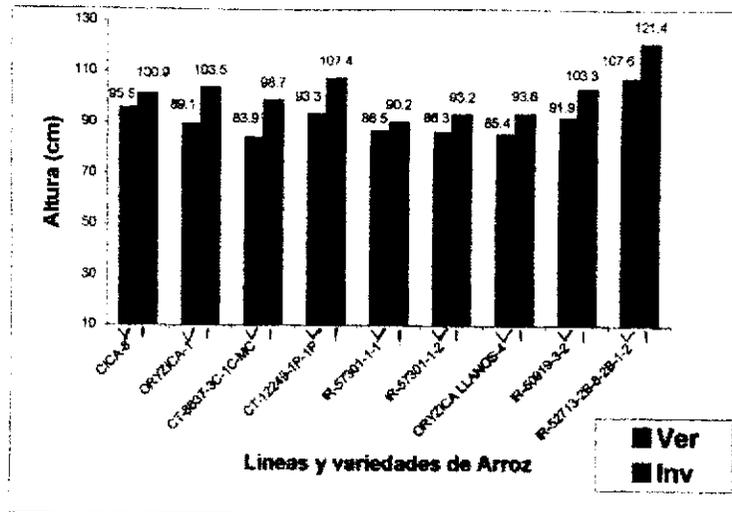
Para la variable floración, la línea IR-57301-1-1, resultó ser el genotipo más precoz en ambas siembras, necesitando para florecer 70 días en verano y 65 días en invierno (figura 1). En la siembra de verano, la floración de los materiales osciló entre los 70 y 89 días. El testigo Oryzica Llanos-4 floreció a los 89 días. En siembra de invierno, los días a floración oscilaron entre 65 y 82 días, destacándose el Oryzica Llanos-4 que floreció a los 77 días, (figura 1).



5.2.2 Altura de Planta.

Tascón y García (1985), mencionan que la estatura baja y dureza del tallo son cualidades esenciales en variedades de alto rendimiento, ya que minimizan el volcamiento.

Figura 2. Altura de planta de líneas y variedades de arroz



Los datos de la siembra de verano, presentados en la figura 2, indican que la mayor altura fue alcanzada por la línea IR-52713-2B-8-2B-1-2 con 107.6 cm, el resto de las variedades oscilaron entre 83.9 y 95.5cm de altura. El análisis estadístico realizado mediante la correlación de Pearson, revela que la variable altura de planta, en la línea IR-52713-2B-8-2B-1-2, presenta una correlación altamente significativa con el macollamiento, longitud de espiga, peso de espiga, porcentaje de grano bueno y peso de mil semillas, cuadro 8a.

En la siembra de invierno la línea IR-52713-2B-8-2B-1-2, se mantuvo en primer lugar con una altura promedio de 121.4 cm, el testigo Oryzica Llanos-4, promedió una altura de 93.6 cm., el resto de genotipos presentaron alturas promedio que oscilaron entre 90.2 y 103.5 cm, (figura 2).

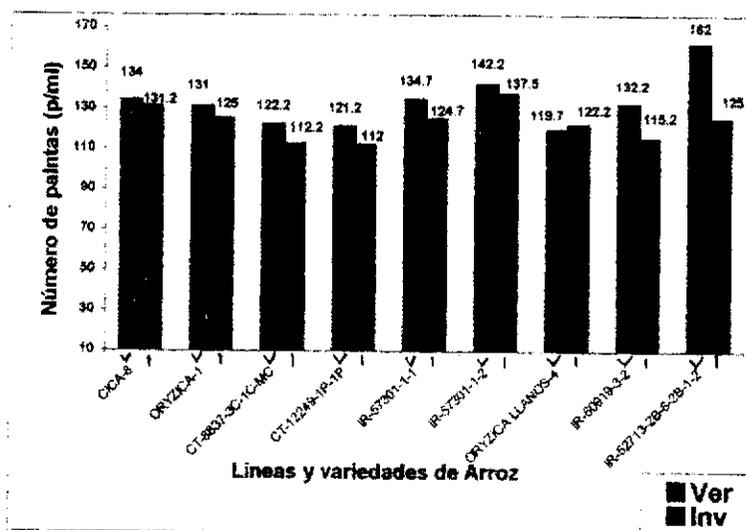


En el análisis de correlación demuestra que la variable altura de planta, en la línea IR-52713-2B-8-2B-1-2, presenta una correlación altamente significativa con el macollamiento, longitud de espiga, peso de espiga, porcentaje de granos buenos y peso de mil semillas, tal como se presenta en el cuadro 8b.

5.2.3 Macollamiento.

El macollamiento es deseable para lograr una productividad máxima con poblaciones moderadas y densas; además, el número de hijos formados determina el número de panículas es el factor más importante para obtener altos rendimientos de grano, Narváez (1998).

Figura 3. Macollamiento de planta de líneas y variedades de arroz



El comportamiento que manifestaron los cultivares en la siembra de verano, -en cuanto al macollamiento-, se destacó la línea IR-52713-2B-8-2B-1-2 con un promedio de 142.2 tallos por metro lineal, el macollamiento más discreto fue el del testigo Oryzica Llanos-4 con un promedio de 119.7 tallos por metro lineal, (figura 3).



El análisis estadístico realizado mediante la correlación Pearson indica que la variable macollamiento, en la línea IR-57301-1-2, mostró una correlación altamente significativa con respecto a la longitud de espiga, porcentaje de granos buenos y peso de mil semillas, cuadro 8a.

En la siembra de invierno la línea IR-57301-1-2 se mantuvo en primer lugar en macollamiento alcanzando un promedio de 137.5 tallos por metro lineal, sin embargo, muestra un hábito de crecimiento disperso. En segundo lugar la variedad CICA-8, promedio de 131.2 tallos por metro lineal; en el testigo Oryzica Llanos-4 se contabilizaron un promedio de 122.2 tallos por metro lineal, (figura 3). De acuerdo al análisis de Pearson, la variable macollamiento, en la línea IR-57301-1-2, se correlacionó altamente significativo con la longitud de espiga, peso de espiga, porcentaje de granos buenos y peso de mil semillas, tal como se presenta en el cuadro 8b.

5.2.4 Longitud de Panícula.

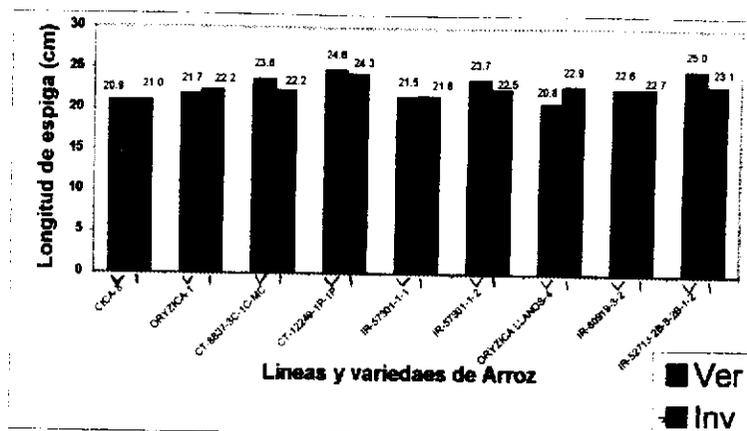
La longitud de las panículas, medida desde el nudo panicular hasta la extremidad superior es muy variable, según las variedades líneas y/o genotipos en estudio y las condiciones agro ecológicas del medio, variando este carácter entre 10 a 40 cm. (Angladette, 1969).

En la siembra de verano, la longitud de panícula de los materiales evaluados presentaron un rango entre 20.9 y 24.8 cm. En primer lugar, la línea IR-57301-1-2 con un promedio de 25 cm. y el testigo Oryzica Llanos-4, promedió 20.8cms de longitud de panícula, tal como se presenta en la figura 4.



De acuerdo al análisis de Pearson, presentado en el cuadro 8a, la variable longitud de panícula, en la línea IR-57301-1-2, presentó una correlación altamente significativa con relación al porcentaje de granos buenos y peso de mil semillas.

Figura 4. Longitud de panícula de líneas y variedades de arroz



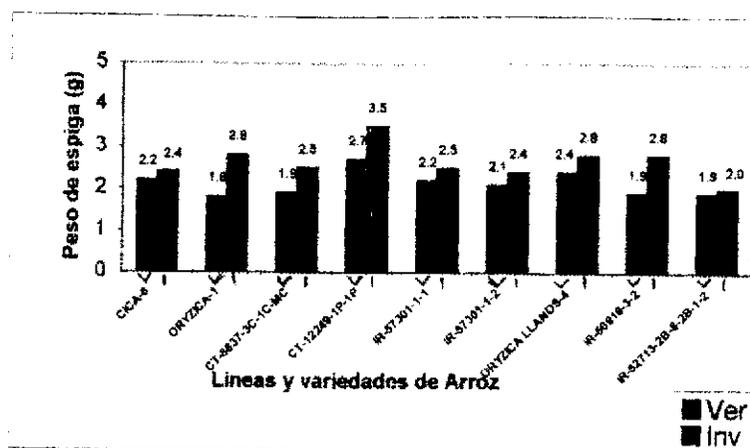
En la siembra de invierno, en los datos presentados en la figura 4, para la variable longitud de panícula, sobresale la línea CT-12249-1P-1P con un promedio de 24.3 cm. y el testigo Oryzica Llanos-4 con un promedio de 22.9 cm. de longitud de panícula. En el cuadro 8b, el coeficiente de correlación de Pearson para la línea CT-12249-1P-1P, en la variable longitud de panícula se correlacionó altamente significativo con porcentaje de granos buenos y peso de mil semillas.

5.2.5 Peso de Panícula.

Según León 1987, los caracteres de la panícula en los cultivares de arroz, por su valor económico, son los más importantes par la obtención de altos rendimientos de grano.



Figura 5. Peso de panícula de líneas y variedades de arroz



En la siembra de verano, los datos presentados en la figura 5, muestran que para el peso de panícula los valores mínimos y máximos oscilaron entre 1.8 y 2.7 g., los cuales corresponden al testigo Oryzica-1 y la línea CT-12249-1P-1P respectivamente, el resto de los materiales evaluados obtuvieron un peso de panícula que osciló entre 1.9 y 2.4 g. El análisis del coeficiente de correlación de Pearson, presentado en el cuadro 8a, demuestran que la línea CT-12249-1P-1P, en la variable peso de panícula, muestra una correlación altamente significativa en relación al porcentaje de granos buenos y peso de mil semillas.

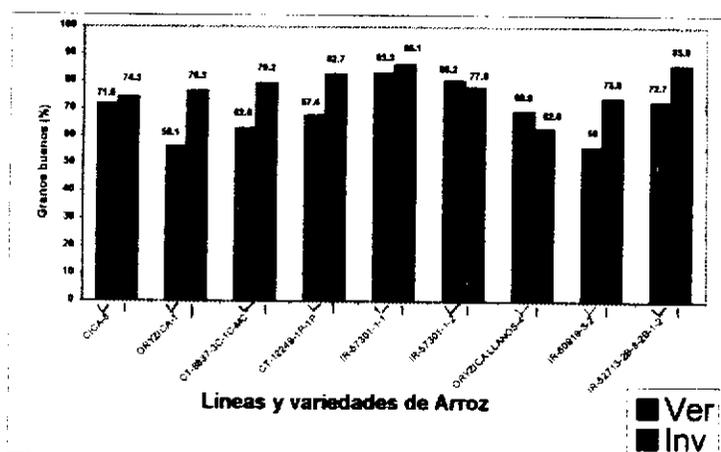
En la siembra de invierno, la línea CT-12249-1P-1P fue la mejor línea en peso de panícula, logrando un promedio de 3.5 g., siendo el testigo Oryzica Llanos-4 el que obtuvo un promedio de 2.8 g. en la variable peso de panícula, (figura 5). El peso de panícula no mostró correlación con porcentaje de granos buenos y peso de mil semillas, ya que presentó el mismo peso en las seis repeticiones, (cuadro 8b).



5.2.6 Porcentajes de Granos Buenos por Panícula.

Yoshida citado por Tascon y García (1985), reporta que cuando la planta de arroz es expuesta a temperaturas superiores a 35 °C, los daños en la planta pueden reflejarse en la reducción del número de granos llenos por panícula, siendo controlado el número de granos por panícula durante la fase reproductiva. Numerosos estudios han demostrado que la disponibilidad de nutrientes y el número de granos por panícula tiene una correlación positiva. También la actividad fotosintética, durante los estados de floración hasta maduración, tienen gran influencia.

Figura 6. Porcentaje de granos buenos de líneas y variedades de arroz



En la siembra de verano, las variedades y líneas participantes en este ensayo sobresalió la línea IR-57301-1-1, con un promedio de 83.3 % de granos buenos, en segundo lugar, la línea IR-57301-1-2 con un promedio de 80.2 % (figura 6). Con respecto al análisis del coeficiente de correlación de Pearson, para la variable porcentaje de grano bueno por espiga, la línea IR-57301-1-1 se correlacionó altamente significativo con el peso de mil semillas, tal como se demuestra en el cuadro 8a.

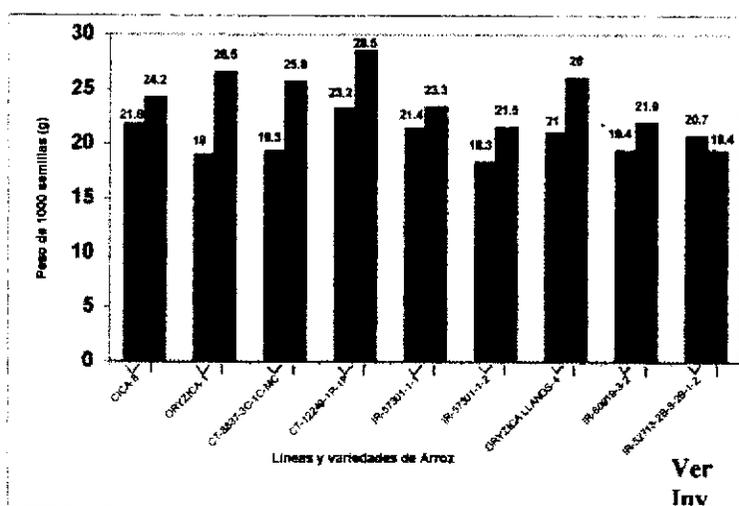


En la siembra de invierno, los datos presentados en la figura 6, muestran que se mantuvo en primer lugar la línea IR-57301-1-1 promediando 86.1 por ciento, seguido por el testigo Oryzica Llanos-4, que registro un promedio de 62.6 por ciento de granos buenos en una espiga. En el análisis de coeficiente de correlación de Pearson en la variable porcentaje de granos buenos por espiga la línea IR-57301-1-1, se correlacionó altamente significativa con el peso de mil semillas, tal como se presenta en el cuadro 8b.

5.2.7 Peso de Mil Semillas.

Según Sánchez (1986), el rendimiento y/o calidad de los productos vegetales están condicionados por la interacción del medio ambiente con el genotipo correspondiente a cada variedad, por lo que en el presente estudio se tomaron datos de dos ciclos consecutivos de siembra para evaluar la estabilidad de los cultivares en diferentes condiciones agro ecológicas.

Figura 7. Peso de mil semillas de líneas y variedades de arroz





En la figura 7, -para la siembra de verano-, se observa que la línea CT-12249-1P-1P, presentó el mayor peso de mil semillas con un promedio de 23.2 g. El testigo Oryzica Llanos-4, obtuvo un menor promedio con 21 g. El análisis de coeficiente de correlación de Pearson, cuadro 8a, para la variable peso de mil semillas, mostró una correlación altamente significativa con altura de planta, macollamiento, longitud de espiga, peso de espiga, y porcentaje de granos buenos.

También la línea CT-12249-1P-1P, durante la siembra de invierno, presentó el mayor peso de mil semillas con un promedio de 28.5 g. y el testigo Oryzica Llanos-4 obtuvo un promedio menor de 26 g. en peso de mil semillas, tal como se presenta en la figura 7. El análisis de coeficiente de correlación de Pearson para la variable peso de mil semillas, mostró una correlación altamente significativa con respecto a altura de planta, macollamiento, longitud de espiga y porcentaje de granos buenos.



Cuadro 8a. Significancia estadística para los componentes de rendimiento de cada una de las líneas y variedades, en la siembra de verano, de acuerdo a los coeficientes de correlación de Pearson.

Tratamientos	Altura	Macollamiento	Long de Espiga	Peso de Espiga	% de Granos Buenos	Peso de 1000 Semillas	Kg/ha
CICA 8	→	**	**	**	**	**	NS
ORYZICA 1	→	**	**	**	**	**	NS
CT 8837-3C-1C-MC	→	**	NS	NS	**	NS	NS
CT 12249-1P-1P	→	**	**	**	**	**	NS
IR 57301-1-1	→	**	**	**	**	**	*
IR 57301-1-2	→	**	**	-	**	**	NS
Oryzica Llanos-4*	→	**	**	NS	**	-	NS
IR 60819-3-2	→	**	**	-	**	**	*
IR 52713-2B-8-2B-1-2	→	**	**	**	**	**	NS

Cuadro 8b. Significancia estadística para los componentes de rendimiento de cada una de las líneas y variedades, en la siembra de invierno, de acuerdo a los coeficientes de correlación de Pearson.

Tratamientos	Altura	Macollamiento	Long. de Espiga	Peso de Espiga	% de Granos Buenos	Peso de 1000 semillas	Kg/ha
CICA 8	→	**	NS	NS	**	**	*
ORYZICA 1	→	**	**	**	**	**	*
CT 8837-3C-1C-MC	→	**	**	**	**	**	*
CT 12249-1P-1P	→	**	**	-	**	**	NS
IR 57301-1-1	→	**	NS	-	**	**	NS
IR 57301-1-2	→	**	**	**	**	**	NS
Oryzica Llanos-4*	→	**	**	NS	**	**	NS
IR 60819-3-2	→	**	**	**	**	**	NS
IR 52713-2B-8-2B-1-2	→	**	**	**	**	**	NS

** = Altamente significativo.

* = Significativo.

NS = No significativo.



5.3 Características Cualitativas de las Líneas y Variedades de Arroz evaluadas en la siembras de invierno.

5.3.1 Senescencia (Sen)

Comúnmente, se piensa que la rápida senescencia de las hojas puede ir en detrimento del rendimiento, si los granos de arroz no están completamente llenos (Rosero; 1983). Según la guía de evaluación estandar del CIAT para arroz, los tratamientos en estudio se clasificaron en la escala número 5 (intermedia), véase el cuadro 9.

5.3.2 Acame (Lg)

En el cultivo del arroz, la resistencia al acame disminuye al aumentar la altura de las plantas. Cuando los tallos son cortos y robustos, poseen resistencia a doblarse, (Contin, 1990). Al observar los datos obtenidos sobre acame, presentados en el cuadro 9, es notorio el comportamiento de los materiales evaluados clasificados en tres categorías:

- 1:** Tallos fuertes sin volcamiento, corresponde a los tratamientos CICA -8; ORYZICA-1; CT-8837-3C-1C-MC; CT-12249-1P-1P; ORYZICA LLANOS-4; y IR-60919-3-2.
- 3:** Tallos moderadamente fuertes, correspondiente a los tratamientos IR-57301-1-1 y IR-57301-1-2.
- 9:** Tallos muy débiles, todas las plantas en el suelo, correspondiente al tratamiento IR-52713-2B-8-2B.



5.3.3 Excerción (Exs)

De Datta (1986), define que la etapa de elongación de los entrenudos y panículas, va seguida por la emergencia de la panícula fuera de la vaina. Los datos obtenidos para la variable excerción presentados en el cuadro 9, revelan que todos los tratamientos muestran una excerción moderada (escala 3), a excepción del tratamiento IR-52713-2B-8-2B-1-2 que presentó una excerción buena (escala 1).

5.3.4 Desgrane (Thr)

La escasez de resistencia la desgrane aumenta las pérdidas de grano antes de la recolección, en cambio la resistencia excesiva impide el desgrane absoluto de la panícula y dificulta la trilla, Tinarelli (1989): En nuestro estudio, la variable desgrane evaluada para todos los tratamientos presentaron un desgrane intermedio, lo que significa un 6-25 % de desgrane; a diferencia del testigo (Oryzica Llanos-4), que mostró un desgrane susceptible entre 26-50 %, (Cuadro 9).

5.3.5 Aceptabilidad Fenotípica (Pacp)

La evaluación del material se hace subjetivamente, de acuerdo con los objetivos de mejoramiento para cada localidad específica (Rosero, 1983). Al evaluar la aceptabilidad fenotípica de los tratamientos, los resultados obtenidos en el cuadro 9, indican que los materiales se clasifican en los siguientes escalas:



- 1: Los tratamientos CICA -8; ORYZICA-1; CT-12249-1P-1P; y ORYZICA LLANOS-4.
- 3: El tratamiento CT-8837-3C-1C-MC,
- 5: El tratamiento IR-60919-3-2.
- 9: Los tratamientos IR-57301-1-1; IR-57301-1-2 y IR-52713-2B-8-2B-1-2.

5.3.6 Vigor (Vg)

El vigor de la planta de arroz, lo definen los fitogenetistas como la respuesta de las variedades que corresponden al nitrógeno y maduran entre 110 a 140 días (Contin, 1990). Según la escala del CIAT, los datos registrados en nuestro estudio y presentados en el cuadro 9, revelan que los materiales pueden clasificarse en los siguientes escalas:

- 1: La primera escala, corresponde a plantas muy vigorosas. En este grupo están los tratamientos CICA -8 y ORYZICA-1.
- 3: La segunda escala, representada por plantas vigorosas, agrupa los tratamientos CT-8837-3C-1C-MC, CT-12249-1P-1P, IR-57301-1-1, IR-57301-1-2, IR-60919-3-2 y IR-52713-2B-8-2B-1-2.
- 5: La tercera escala correspondiente a plantas normales. A esta categoría pertenece el tratamiento testigo, ORYZICA LLANOS-4.



Cuadro 9. Características cualitativas de las líneas y variedades de arroz, evaluadas en la siembra de invierno, finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, 1998.

Nº	TRATAMIENTOS	Sen	Lg	Exs	Thr	PAcp	Vg
1	CICA -8	5	1	3	5	1	1
2	ORYZICA-1	5	1	3	5	1	1
3	CT-8837-3C-1C-MC	5	1	3	5	3	3
4	CT-12249-1P-1P	5	1	3	5	1	3
5	IR-57301-1-1	5	3	3	5	9	3
6	IR-57301-1-2	5	3	3	5	9	3
7	ORYZICA LLANOS-4	5	1	3	7	1	5
8	IR-60919-3-2	5	1	3	5	5	3
9	IR-52713-2B-8-2B-1-2	5	9	1	5	9	3

Claves :

Sen = Senescencia.

Lg = Acame.

Exs = Exercicio.

Thr = Desgrane.

Pacp = Aceptabilidad Fenotípica.

Vg = Vigor.



5.4 Análisis del Rendimiento de los Genotipos Evaluados

5.4.1 Rendimiento de Grano.

En la siembra de verano, la variedad CICA-8 se destacó con el mejor rendimiento promedio, alcanzando 5514 kg. por hectárea superando al testigo Orizyca Llanos 4, en un 5%, el cual obtuvo un rendimiento promedio de 5250 kg. por hectárea, tal como se muestra en el cuadro 7a. El ANDEVA realizado demuestra que no existen diferencias significativas para la variable rendimiento evaluada con un $Pr > F = 0.8090$, (cuadro 10a). Esto indica, que los 9 materiales evaluados en la época de verano, tienen un alto potencial de rendimiento, siendo estadísticamente iguales entre sí, desde 4805 kg/ha producido por la línea IR-52713-2B-8-2B-1-2, hasta un máximo de 5514 kg/ha, producido por CICA-8.

Por otra parte, durante la siembra de invierno, la línea CT-12249-1P-1P se acreditó el rendimiento más alto con promedio de 7222 kg. por hectárea, superando al testigo Orizyca Llanos-4 en un 31 %, el cual obtuvo rendimiento promedio de 5500 kg. por hectárea, cuadro 7b. El ANDEVA realizado para la variable rendimiento en la época de invierno, demuestra diferencias altamente significativas entre tratamientos con un $Pr > F = 0.0002$, (cuadro 10a). Los materiales estudiados en la siembra de invierno, demostraron un alto potencial de rendimiento, constituyendo un grupo superior (categoría estadística "a") siendo iguales entre sí, desde 6361.0 kg/ha producido por la variedad CICA-8, hasta un máximo de 7222.3 kg/ha producido por la línea CT-12249-1P-1P, éste grupo supera estadísticamente al testigo Orizyca Llanos 4, (categoría estadística "b"), que obtuvo el menor rendimiento con 5500 kg/ha.



Cuadro 10 a. Resultados del análisis de varianza de la variable rendimiento de grano en kg/ha, para los tratamientos evaluados en cada uno los ensayos de verano e invierno, finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, 1998.

No.	TRATAMIENTOS	MEDIAS DE TRATAMIENTOS	
		Ensayo de Verano	Ensayo de Invierno
1	CICA-8	5514.0 a	6361.0 a
2	ORYZICA-1	5222.2 a	6833.3 a
3	CT-8837-3C-1C-MC	5250.2 a	6500.0 a
4	CT-12249-1P-1P	5083.3 a	7222.3 a
5	IR-57301-1-1	5388.8 a	6639.0 a
6	IR-57301-1-2	5416.7 a	6555.5 a
7	ORYZICA LLANOS-4	5250.0 a	5500.0 b
8	IR-60919-3-2	5083.3 a	7027.8 a
9	IR-52713-2B-8-2B-1-2	4805.5 a	6777.8 a
	ANDEVA	F=0.55 ns Pr > F =0.8090	F=5.09 ** Pr > F = 0.0002
	C.V. (%)	13.45497	8.0934
	Mean (Kg/ha)	5223.7778	6601.8704

Medias con igual letra indican diferencias no significativas entre si, según prueba de SNK, con $\alpha = 5\%$.

El ANDEVA combinado para variedades y época de siembra (cuadro 10 b), demuestra que no hay efecto significativo de los genotipos para la variable rendimiento con $F = 0.56$ ns y $Pr > F = 0.7856$. Sin embargo, existe un efecto altamente significativo para el factor época de siembra, con $F = 46.32^{**}$ y $Pr > F = 0.0001$, lo cual explica el mayor impacto de rendimiento obtenido en la siembra de invierno con media de rendimiento de 6601.9 a kg/ha, superando a la media de rendimiento obtenida en la siembra de verano, 5223.8 b kg/ha. Los resultados obtenidos del análisis de varianza combinado, tanto en verano como en invierno, demuestran que los genotipos evaluados en estos ensayos tienen un alto potencial de rendimiento de campo, ya que pertenecen a una prueba avanzada de rendimiento conocida como PAR, de los cuales los más



destacados deberán validarse en diferentes condiciones de manejo por los propios productores a fin de verificar su aptitud productiva bajo diferentes condiciones de manejo a escala comercial.

El efecto de interacción determinado en el análisis de varianza combinado ($F = 2.84$; $Pr > F = 0.0079$), revela que existe una respuesta diferenciada de las variedades según la época de siembra (cuadro 10b). La variedad CICA-8 se destacó con el mayor rendimiento en la siembra de verano (5514 kg/ha), y muestra un bajo rendimiento en la época de invierno, (6361 kg/ha). Por el contrario, las líneas CT y las líneas IR responden de manera opuesta.

Alemán (2001), señala que en presencia de efecto significativo de la interacción, lo correcto es realizar contrastes ortogonales, pertinentes al problema objeto de estudio, descomponiendo los grados de libertad y la suma de cuadrados asociada a los tratamientos y definir comparaciones de interés, que puede ser entre los factores por separado ó producto de la interacción entre factores.

A partir del efecto de interacción determinado en el ANDEVA combinado (cuadro 10 b), es indispensable responder algunas preguntas muy importantes, en este estudio, tales como:

1) Existen diferencias estadísticas entre las líneas (T3; T4; T5; T6; T8; y T9) y las variedades comerciales evaluadas (CICA-8; Oryzica 1; Oryzica Llanos-4) ?.

La respuesta a este contraste ortogonal, permitirá conocer si las líneas evaluadas superan en conjunto a las variedades comerciales, ampliamente establecidas en las áreas de siembra a nivel nacional.

2) Existen diferencias estadísticas entre las líneas evaluadas (T3; T4; T5; T6; T8; y T9), y el testigo, T7 (Oryzica Llanos-4) ?. Resolver este contraste ortogonal, permitirá conocer si las



líneas en evaluación, siendo genotipos promisorios de pruebas avanzadas de rendimiento, superan al testigo local Oryzica Llanos-4 ó no.

3) Existen diferencias estadísticas entre las líneas de origen IRRI (T5; T6; T8 y T9) y las líneas de origen CIAT (T3 y T4) ?. Resolver este contraste ortogonal aportará información relevante para establecer: cual de los grupos de líneas es mejor, ya que es bien conocido que las líneas procedentes del IRRI (en Filipinas), son genotipos con una amplia adaptación a diferentes zonas del mundo; en cambio, las líneas CT -procedentes del CIAT Colombia-, son genotipos que poseen una mejor adaptación a las zonas tropicales, como es el caso de Nicaragua.

Los coeficientes ortogonales para las tres comparaciones antes definidas son los siguientes:

COMPARACIONES	EPOCA DE SIEMBRA DE VERANO									EPOCA DE SIEMBRA DE INVIERNO								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1) Líneas vs Variedades	-2	-2	1	1	1	1	-2	1	1	-2	-2	1	1	1	1	-2	1	1
2) Líneas vs Testigo	0	0	1	1	1	1	-6	1	1	0	0	1	1	1	1	-6	1	1
3) IR vs CT	0	0	-2	-2	1	1	0	1	1	0	0	-2	-2	1	1	0	1	1

Los contrastes ortogonales realizados se presentan en el cuadro 10 b, demostrándose que todas las líneas superaron al testigo local Oryzica Llanos – 4, con efecto altamente significativo ($F = 9.63$ y $Pr > 0.0026$). Asimismo, se demuestra que las líneas evaluadas en su conjunto tienen un potencial de rendimiento igual a las variedades comerciales ($F = 2.44$ y $Pr > 0.1221$). Por otra parte, los grupos de líneas CT y líneas IR, son estadísticamente iguales entre si ($F = 0.11$ y $Pr > 0.7392$).

Finalmente, se destaca los bajos rendimientos obtenidos en la época de verano, por la influencia negativa del agua contaminada en ésta época, mientras el agua de riego en invierno se estabilizó por la presencia de precipitación pluvial, que influyó positivamente para obtener mayores rendimientos en la época de invierno.



Cuadro 10 b. Resultados del análisis de varianza combinado de la variable rendimiento de grano en kg/ha, para los tratamientos evaluados durante en los ensayos de verano e invierno, finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada, 1998.

No.	VARIETADES	EPOCA DE SIEMBRA		MEDIA DE VARIETADE	
		VERANO	INVIERNO		
1	CICA-8	5514.0	6361.0	5937.5 a	
2	ORYZICA-1	5222.2	6833.3	6027.8 a	
3	CT-8837-3C-1C-MC	5250.2	6500.0	5875.1 a	
4	CT-12249-1P-1P	5083.3	7222.3	6152.8 a	
5	IR-57301-1-1	5388.8	6639.0	6013.9 a	
6	IR-57301-1-2	5416.7	6555.5	5986.1 a	
7	ORYZICA LLANOS-4 (T)	5250.0	5500.0	5375.0 a	
8	IR-60819-3-2	5083.3	7027.8	6055.6 a	
9	IR-52713-2B-8-2B-1-2	4805.5	6777.8	5791.7 a	
	Medias	5223.8 b	6601.9 a	5912.8241	
ANDEVA para factor VARIETADE : F = 0.56 ns; Pr > F = 0.7856					
ANDEVA para factor EPOCA : F = 46.32**; Pr > F = 0.0001					
ANDEVA para VAR*EPOCA : F = 2.84**; Pr > F = 0.0079					
C.V. (%) = 10.55844; Mean = 5912.8241; r² = 0.7282					
Análisis de varianza combinado para época de siembra y variedades, con contrastes ortogonales					
F de V	Gl	S de C	C. M.	F	Pr > F
Model	27	83566001.028	3095037.075	7.94 **	0.0001
Error	80	31180244.630	389753.058		
Total	107	114746245.657			
Epoca	1	51276758.231	51276758.231	131.56 **	0.0001
Epoc(rep)	10	18480419.204	1848041.920	4.74 **	0.0001
Var	8	4952956.407	619119.551	1.59 ns	0.1414
Epoc*Var	8	8855867.185	1106983.398	2.84 **	0.0079
Tests of Hypotheses using the Anova MS for EPOCA*VAR as an error term					
Epoca	1	51276758.231	51276758.231	46.32 **	0.0001
Var	8	4952956.4074	619119.5509	0.56 ns	0.7856
Contrastes Ortogonales					
LínvsVar	1	951485.6296	951485.6296	2.44 ns	0.1221
LínvsTes	1	3754809.531	3754809.5317	9.63 **	0.0026
IRvsCT	1	43507.00694	43507.0069	0.11 **	0.7392



5.4.2 Rendimiento Industrial.

Después del rendimiento, la calidad del grano es el factor más importante considerado por los fitomejoradores. Si los consumidores no aceptan el sabor, textura, aroma, o aspectos de una variedad recién desarrollada, su utilidad disminuye considerablemente. El tamaño, forma, recuperación del arroz entero durante la molienda, son factores fundamentales en el desarrollo de una variedad exitosa de arroz (Datta, 1986).

El análisis del rendimiento industrial para todos los materiales en estudio se presenta en el cuadro 11, expresado por el rendimiento y el índice de pilada. Los resultados del índice de pilada obtenido, revela un mínimo de 72.50 % para la línea CT-12249-1P-1P, hasta un máximo de 95.5 % para la línea IR-52713-2B-8-2B-1-2, que demostró el mejor comportamiento industrial. En el análisis de rendimiento de pilada realizado para los nueve tratamientos, se obtuvieron resultados mínimos, desde 72.9 % para la línea IR-60819-3-2 hasta un máximo de 77.6 % para la línea IR-52713-2B-8-2B-1-2, que demostró el mejor comportamiento superando al testigo que presentó un rendimiento de pilada del 73.2 % y superando también al resto de tratamiento en este estudio.

En orden de importancia, los mejores rendimientos industriales, son los siguientes:

1. La línea IR-52713-2B-8-2B-1-2, obtuvo un índice de pilada del 95.5 % y un rendimiento de pilada de 77.6 %.
2. La línea IR-57301-1-1, que obtuvo un índice de pilada de 89.5 %, y rendimiento de pilada de 75.6 %
3. La línea IR-60819-3-2, con índice de pilada del 89 % y un rendimiento de pilada de 72.9 %.



Cuadro 11. Análisis de la calidad industrial, de nueve líneas y tres variedades de arroz, en siembra de invierno, finca "Las Lajas". Malacatoya, departamento de Granada. 1998.

No	TRATAMIENTOS	Rendimiento de Pilada				Índice de Pilada		
		M (gr)	PN (gr)	PAI (gr)	%	M (gr)	PGE (gr)	%
1	CICA-8	100	96.7	72.8	75.2	20	16.4	82.0
2	ORYZICA-1	100	96.5	74.1	76.7	20	17.3	86.5
3	CT-8837-3C-1C-MC	100	96.2	73.3	76.1	20	17.8	89.0
4	CT-12249-1P-1P	100	97.6	72.7	74.4	20	14.5	72.5
5	IR-57301-1-1	100	99.1	75.0	75.6	20	17.9	89.5
6	IR-57301-1-2	100	98.6	74.0	75.0	20	16.8	84.0
7	ORYZICA LLANOS-4 (T)	100	97.0	71.1	73.2	20	17.0	85.0
8	IR-60819-3-2	100	98.1	71.6	72.9	20	17.8	89.0
9	IR-52713-2B-8-2B-1-2	100	98.2	76.3	77.6	20	19.1	95.5

M: Muestra

PN: Peso neto arroz granza

PAI: Peso de arroz integral

PGE: Peso de grano entero pulido



5.5 Evaluación de Enfermedades (Pyricularia y Helminthosporiosis).

En la siembra de verano, no se presentó incidencia de enfermedades, ni pyricularia ni helminthosporiosis, esto se relaciona a muy poca precipitación y baja humedad relativa en este ciclo de siembra.

En la siembra de invierno, con precipitaciones de hasta 657.7 mm., en Octubre y humedad relativa de 88 por ciento, sí se presentó una baja incidencia de ambas enfermedades. Tal como se observa en el cuadro 12, los genotipos afectados por pyricularia fueron los tratamientos IR-57301-1-1 y IR-60819-3-2, con una escala 3, correspondiente al 1-5 % de severidad, según escala de evaluación estándar. Además, IR-57301-1-2 y IR-52713-2B-8-2B-1-2, fueron afectados por pyricularia en menor grado, en la escala 1, que indica una menor severidad del 1%.

Por otra parte, los tratamientos Oryzica-1 y IR-60819-3-2, fueron afectados por helminthosporiosis, agrupados en escala 3, con una severidad del 1-5 %. Los tratamientos CICA 8, Oryzica-1 y CT-12249-1P-1P, no presentaron síntomas de ambas enfermedades, tal como se observa en el cuadro 12.



Cuadro 12. Evaluación de enfermedades pyricularia y helminthosporiosis, durante la siembra de invierno. Malacatoya, departamento de Granada, 1998.

TRATAMIENTOS	(BI)	(BS)
CICA-8	0	0
ORYZICA-1	0	3
CT-8837-3C-1C-MC	0	0
CT-12249-1P-1P	0	0
IR-57301-1-1	3	0
IR-57301-1-2	1	0
ORYZICA LLANOS-4 (T)	0	0
IR-60819-3-2	3	3
IR-52713-2B-8-2B-1-2	1	0

BI: Pyricularia

BS: Helminthosporiosis



6. CONCLUSIONES

A partir del análisis y discusión de los resultados obtenidos, se concluye :

1. Las épocas de siembra tuvieron gran influencia en el comportamiento de los genotipos evaluados, ya que en la siembra de invierno los tratamientos mostraron mayor altura, mayor rendimiento de grano, adelanto en los días a flor. Así mismo, se determinó una mayor incidencia de enfermedades fungosas, tales como piricularia y helmintosporium, debido a las altas precipitaciones y humedad relativa en esta misma época.
2. Todas las líneas superaron al testigo local Oryzica Llanos - 4.
3. Se determinó que la línea CT-12249-1P-1P, cuyos componentes de rendimiento son estables tanto en verano como en invierno, es el genotipo que tiene el mejor comportamiento productivo, destacándose por presentar un rendimiento de grano de 5,083 kg/ha en verano, y 7,222 kg/ha en invierno. La misma línea se destaca también en características tales como: aceptabilidad fenotípica y peso de 1,000 semillas, en las cuales ocupó los primeros lugares.
4. Entre las variedades y líneas evaluadas, la línea IR-57301-1-1 resultó ser la más precoz en ambas épocas de siembra, con un promedio de 68 días a flor, por lo que presenta una mejor aptitud para adaptarse a zonas de sequía. La línea IR-52713-2B-8-2B-1-2 obtuvo el primer lugar en calidad industrial con un porcentaje de 95.5 % de granos enteros; sin embargo, esta línea es muy susceptible al acame debido a que presenta altura promedio de 107.6 cm. en verano y 121.4 cm en invierno. Ambas líneas, demostraron componentes de rendimiento estables tanto en verano como en invierno.



5. El presente trabajo de investigación tiene gran importancia práctica, ya que a través del mismo se seleccionó un genotipo que por su mayor potencial de rendimiento podría sustituir a las variedades comerciales ampliamente difundidas a nivel de campo, lo cual conllevaría a disminuir los altos costos de producción en el cultivo del arroz, ahorro de divisas al país, y mejorar el sustento diario de la familia campesina nicaragüense.



7. RECOMENDACIONES

1. Impulsar con prontitud el proceso de validación tecnológica la línea CT-12249-1P-1P, para conocer su adaptabilidad en diferentes macro regiones del país y su aceptabilidad por parte de los productores en las condiciones de producción en sus propias fincas.
2. Realizar la cosecha de la línea CT-12249-1P-1P, con diferentes porcentajes de humedad, a fin de determinar el momento óptimo de cosecha y por esta vía mejorar su rendimiento industrial aumentando de esta forma su índice de pilada.
3. Descartar la línea IR-52713-2B-8-2B-1-2 por ser muy susceptible al acame en condiciones riego por inundación.



8. BIBLIOGRAFIA

- Alemán F. 2001. Problemas en el análisis de la información generada a través de la investigación agronómica. La Calera, UNA. 1:50-52.
- Angladette, A. 1969. El arroz técnicas agrícolas y producciones tropicales. Editorial Blume. Barcelona. Pp12.
- Allard., R.W. 1980. Principios de las mejoras genéticas de las plantas. Ediciones Omega Barcelona. Pp 104.
- Bird, W. 1995. INTA Guía tecnológica 2. Cultivo del arroz. Managua, Nicaragua. Pp 1-2.
- Braver O. 1986. Fitotecnia aplicada. Industria editorial México D.F. Pp 27.
- Contin, A. 1990. Cultivo del arroz, Manual de producción. Editorial Limusa, cuarta edición. D.F. México. 426 p.
- Datta. S. K. 1986. Producción de arroz fundamentos y práctica. Primera edición. Editorial Limusa. México, D.F. 690 p.
- Espinoza A., Urbina R. Ortega, D. y Mendoza M. 1998. Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.), en ambientes contrastantes de Nicaragua. Trabajo presentado en la XLI reunión anual del PCCMCA. Managua, Nicaragua. 15 p.
- FAO. 1986. Arroz: algunos aspectos de las políticas de producción comercio y precios. Roma. Pp. 2.
- IRRI-CIAT. 1983. Sistema de evaluación estándar para arroz de pruebas internacionales de arroz. 2da. edición. Cali, Colombia. 60 p.
- Juliano, B. 1994. El arroz en la nutrición humana. Colección FAO: alimentación y nutrición No. 26, Roma. Pp. 1-9.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales, 2da. de. San José, Costa Rica. Pp.124-126.



- Maxwel, F.G. y R.P. Jennings. 1984. Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Editorial Limusa, México D.F. Pp. 129.
- Márquez, F. 1985. Genotécnia vegetal, tomo I. A.G.T.D. S.A. México, D.F. Pp 118.
- Moreno, E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de biología México. Pp. 250
- Narváez, L. 1996. Informe anual de arroz. Granos básicos INTA-CNIA. Managua, Nicaragua. 146 p.
- Narváez L. 1998. Informe anual de arroz. Granos básicos. INTA-CNIA. Managua, Nicaragua. 160 p.
- Pohelman, J. M. 1973. Mejoramiento genético de las cosechas, Edición Revolucionada. Editorial pueblo y educación. 197-210 p.
- Pérez, J. N. Rodríguez C. 1989. Producción de semilla y propágulos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. Pp 41.
- Pedroza, P.H. y Salazar C. D. (1998). Sistema de análisis estadístico con enfoque de investigación en finca. 2da. Ed. UNA. Managua, Nicaragua. 247 p.
- Rosero, M. 1983. Sistema de evaluación estándar para arroz. 2^{da} Ed. Cali, Colombia. 60 p.
- Tascón, E y E. García. 1985. Arroz investigación y producción. PNUD-CIAT Colombia, 696 p.
- Tinarelli, A. 1989. El arroz: ediciones mundi-prensa Castellón, 37. Madrid, España, p. 205.
- Topolanski, E. 1975. El arroz, su cultivo y producción. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. p. 17.
- Vargas, E. 1998. Situación actual, desafíos y oportunidades para la producción y el comercio del arroz en Nicaragua. Ministerio Agropecuario y Forestal, MAGFOR. 17 p.



ANEXO 1. Plano de Campo de los Ensayos PAR

VI-9 T3	VI-8 T6	VI-7 T8	VI-6 T1	VI-5 T2	VI-4 T9	VI-3 T7	VI-2 T5	VI-1 T3
------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

V-1 T5	V-2 T9	V-3 T4	V-4 T3	V-5 T7	V-6 T6	V-7 T1	V-8 T2	V-9 T8
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

IV-9 T4	IV-8 T6	IV-7 T8	IV-6 T1	IV-5 T2	IV-4 T9	IV-3 T7	IV-2 T5	IV-1 T3
------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

III-1 T7	III-2 T8	III-3 T2	III-4 T9	III-5 T4	III-6 T6	III-7 T3	III-8 T1	III-9 T5
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

II-9 T3	II-8 T1	II-7 T5	II-6 T7	II-5 T8	II-4 T2	II-3 T9	II-2 T4	II-1 T6
------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

P.E= 6m ² I-1 T1	P.U= 3.6m ² I-2 T2	I-3 T3	I-4 T4	I-5 T5	I-6 T6	I-7 T7	I-8 T8	I-9 T9
-----------------------------------	-------------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------



ANEXO 2. Análisis de Varianza Combinado para épocas y variedades con contrastes ortogonales.

ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

OBS	EPOCA	VAR	REP	KGHA
1	1	1	1	3833
2	1	2	1	4000
3	1	3	1	4000
4	1	4	1	4333
5	1	5	1	4667
6	1	6	1	5500
7	1	7	1	4667
8	1	8	1	5000
9	1	9	1	4333
10	1	1	2	7167
11	1	2	2	6000
12	1	3	2	6333
13	1	4	2	6000
14	1	5	2	5833
15	1	6	2	5167
16	1	7	2	6167
17	1	8	2	4000
18	1	9	2	4500
19	1	1	3	5500
20	1	2	3	6333
21	1	3	3	6167
22	1	4	3	6500
23	1	5	3	5500
24	1	6	3	6333
25	1	7	3	5000
26	1	8	3	5333
27	1	9	3	5167
28	1	1	4	5167
29	1	2	4	5167
30	1	3	4	5167
31	1	4	4	5000
32	1	5	4	5833
33	1	6	4	5500
34	1	7	4	5333
35	1	8	4	5833
36	1	9	4	5833
37	1	1	5	6500
38	1	2	5	5500
39	1	3	5	5667
40	1	4	5	4000

Evaluación de 6 líneas de arroz (Oryza sativa L.) y tres variedades comerciales, bajo el sistema de riego, en dos épocas de siembra, en Malacatoya.



41	1	5	5	5167
42	1	6	5	4500
43	1	7	5	4333
44	1	8	5	4667
45	1	9	5	4833
46	1	1	6	4917
47	1	2	6	4333
48	1	3	6	4167
49	1	4	6	4667
50	1	5	6	5333
51	1	6	6	5500
52	1	7	6	6000
53	1	8	6	5667
54	1	9	6	4167
55	2	1	1	5333
56	2	2	1	5500
57	2	3	1	5333
58	2	4	1	7000
59	2	5	1	6667
60	2	6	1	6167
61	2	7	1	4667
62	2	8	1	5500
63	2	9	1	6333
64	2	1	2	7167
65	2	2	2	6000
66	2	3	2	6167
67	2	4	2	7167
68	2	5	2	6500
69	2	6	2	6833
70	2	7	2	5500
71	2	8	2	6667
72	2	9	2	7000
73	2	1	3	6500
74	2	2	3	6833
75	2	3	3	6500
76	2	4	3	7500
77	2	5	3	6333
78	2	6	3	6333
79	2	7	3	6167
80	2	8	3	7333
81	2	9	3	6667
82	2	1	4	6333
83	2	2	4	7667
84	2	3	4	7000
85	2	4	4	8167
86	2	5	4	6167

Evaluación de 6 líneas de arroz (Oryza sativa L.) y tres variedades comerciales, bajo el sistema de riego, en dos épocas de siembra, en Malacatoya.



87	2	6	4	6000
88	2	7	4	5500
89	2	8	4	7000
90	2	9	4	6667
91	2	1	5	6333
92	2	2	5	7000
93	2	3	5	6333
94	2	4	5	7000
95	2	5	5	7500
96	2	6	5	7000
97	2	7	5	5333
98	2	8	5	7667
99	2	9	5	6500
100	2	1	6	6500
101	2	2	6	8000
102	2	3	6	7667
103	2	4	6	6500
104	2	5	6	6667
105	2	6	6	7000
106	2	7	6	5833
107	2	8	6	8000
108	2	9	6	7500

PROGRAMA "SAS" CON EL QUE SE REALIZO EL ANÁLISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA EPOCA Y VARIEDAD CON CONTRASTES ORTOGONALES

```

Data epocavar;
input epoca var rep kgha;
cards;
INCLUIR BASE DE DATOS
;
PROC PRINT;
TITLE '**ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO POR EPOCAS Y VARIEDADES DE
ARROZ, INCLUYENDO EL ANALISIS DE CONTRASTES ORTOGONALES PARA LAS
VARIEDADES EN AMBAS EPOCAS**';

PROC GLM;
  CLASS epoca var rep;
  MODEL Kgha = epoca rep(epoca) var epoca*var;

  CONTRAST 'Líneas vs Var' VAR -2 -2 1 1 1 1 -2 1 1;
  CONTRAST 'Líneas vs Testigo' VAR 0 0 1 1 1 1 -6 1;
  CONTRAST 'VardesIR vs VardesCT' VAR 0 0 -2 -2 1 1;

run;
quit;

```



HOJA DE SALIDA DEL "SAS" PARA EL ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA EPOCA DE SIEMBRA Y VARIEDADES CON CONTRASTES OROTOGONALES

<u>F de V</u>	<u>Gl</u>	<u>S de C</u>	<u>C. M.</u>	<u>F</u>	<u>Pr > F</u>
Model	27	83566001.028	3095037.075	7.94 **	0.0001
Error	80	31180244.630	389753.058		
Total	107	114746245.657			
Epoca	1	51276758.231	51276758.231	131.56 **	0.0001
Epoc(rep)	10	18480419.204	1848041.920	4.74 **	0.0001
Var	8	4952956.407	619119.551	1.59 ns	0.1414
Epoc*Var	8	8855867.185	1106983.398	2.84 **	0.0079

Tests of Hypotheses using the Anova MS for EPOCA*VAR as an error term

Epoca	1	51276758.231	51276758.231	46.32 **	0.0001
Var	8	4952956.4074	619119.5509	0.56 ns	0.7856

Contrastes Ortogonales

LínvsVar	1	951485.6296	951485.6296	2.44 ns	0.1221
LínvsTes	1	3754809.531	3754809.5317	9.63 **	0.0026
IRvsCT	1	43507.00694	43507.0069	0.11 **	0.7392



***PROGRAMA PARA ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO POR EPOCAS Y
VARIEDADES***

```
OPTIONS LS=80 PS=30;  
DATA LOCAVARI;  
INPUT EPOCA VAR REP KGHA;  
CARDS;  
  INTRODUCIR LOS DATOS
```

```
TITLE '**ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO POR EPOCAS Y VARIEDADES**'
```

```
PROC PRINT;
```

```
PROC ANOVA;
```

```
  CLASS EPOCA VAR REP;
```

```
  MODEL KGHA = EPOCA REP(EPOCA) VAR EPOCA*VAR;
```

```
  TEST H=EPOCA E=EPOCA*VAR;
```

```
  TEST H=VAR E=EPOCA*VAR;
```

```
MEANS EPOCA / SNK;
```

```
MEANS VAR / SNK;
```

```
MEANS EPOCA*VAR / SNK;
```

```
RUN;
```

```
QUIT;
```