

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE EDUCACIÓN A
DISTANCIA Y DESARROLLO RURAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**CARACTERIZACIÓN DE SIETE (7)
LÍNEAS DE ARROZ (*Oriza sativa* L.) EN EL
MUNICIPIO DE RIVAS.**

**Autores : Br. María Jesús Torres Cárdenas
Br. Luisa Elena Ruíz Potoy
Br. Marcos González Espinoza.**

Asesor : Dr. Denis Salazar Centeno.

MANAGUA, NICARAGUA, NOVIEMBRE DEL 2000

AGRADECIMIENTO

1. Especialmente a Dios sobre todas las cosas
2. A: Rvdo. Gregorio Barreales Barreales, Director de la Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería – Rivas.
3. A: Dr. Denis Salazar Centeno, Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria, Managua.
4. A: Ing. Amilcar Jarquín Palacios, profesor del área de cultivos de la E.I.A.G – Rivas.
5. Prof. Jaime Molina Bello, profesor de laboratorio de Informática.

INDICE GENERAL

SECCIÓN	PÁGINA
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE ANEXOS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 Descripción del lugar y el experimento	4
2.2 Variables evaluadas	6
2.2.1 Variables de crecimiento y desarrollo	7
2.2.2 Componentes del rendimiento	13
2.3 Manejo agronómico	15
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1 Variables de crecimiento y desarrollo	17
3.1.1 Vigor	17
3.1.2 Habilidad de macollamiento	18
3.1.3 Longitud y ancho de la hoja	20
3.1.4 Angulo de las hojas inferiores y de la hoja bandera	21

3.1.5	Altura de la planta	22
3.1.6	Angulo de los tallos	24
3.1.7	Floración	25
3.1.8	Número de tallos con panículas	27
3.1.9	Exerción de las panículas	28
3.1.10	Acame	29
3.1.11	Desgrane	31
3.1.12	Maduración	33
3.2	Componentes del rendimiento	35
3.2.1	Fertilidad de las espiguillas	35
3.2.2	Longitud de la panícula (cm)	37
3.2.3	Número de granos por panícula	39
3.2.4	Peso de mil granos (gramos)	41
3.2.5	Rendimiento (Kg/Há)	43
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
VI.	ANEXOS	51

INDICE DE TABLAS

Tabla No.	Pág.
1 Resumen meteorológico de Rivas. Enero-Julio 1998	4
2 Análisis químico de suelo en la finca Guadalupe, Rivas.	5
3 Identificación de siete cultivares de arroz a evaluar	6
4. Escala del estado del desarrollo fenológico de la planta.	7
5. Escala para la evaluación del vigor.	8
6. Escala para la evaluación del macollamiento	8
7. Escala para la evaluación para las hojas inferiores.	9
8. Escala para la evaluación para la hoja bandera.	9
9. Escala para la evaluación de altura de la planta.	10
10. Escala para la evaluación de los ángulos de los tallos.	10
11. Escala para la evaluación de la ejerción de la panícula.	11
12. Escala para la evaluación del acame.	12
13. Escala para la evaluación del desgrane.	12
14. Escala para la evaluación de la fertilidad de las espiguillas.	13
15. Evaluación del vigor de las variedades en estudio	18

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No.		Pág.
1	Comportamiento de la habilidad de macollamiento.	20
2	Longitud y ancho de la hoja (cm).	21
3	Comportamiento de la altura de la planta.	24
4	Comportamiento de la floración.	26
5	Comportamiento en el número de tallos.	27
6	Comportamiento del acame.	30
7	Comportamiento del desgrane.	32
8	Comportamiento de la maduración.	34
9	Fertilidad por panícula.	37
10	Comportamiento de la longitud de la panícula.	39
11	Granos por panícula.	41
12	Peso de mil granos.	42
13	Comportamiento del rendimiento en Kg/Há.	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo No.		Pág.
1	Fotografías de las líneas en estudio.	52
2	Características de crecimiento y desarrollo de los materiales evaluados.	55
3.	Descripción de los componentes del rendimiento en las líneas evaluadas.	56

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la finca Guadalupe, propiedad de la EIAG (Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería), localizada en el municipio de Rivas, con el objetivo de caracterizar siete líneas de arroz IRSAL, procedentes de las Filipinas. Se sometió a Análisis Estadístico (SAS) las variables de crecimiento: habilidad de macollamiento, altura, floración, número de tallos con panículas, acame, desgrane, y maduración; así como al rendimiento y sus componentes se les realizó análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de rango múltiples de TUKEY al 5% de probabilidad. Las variables vigor, longitud y ancho de la hoja, ángulo de las hojas inferiores y ángulo de la hoja bandera, ángulo de los tallos y ejerción de la panícula se sometieron a análisis descriptivo, utilizando la escala de evaluación estándar para arroz del CIAT. Se utilizó el diseño bloques completos al azar BCA con cuatro repeticiones. De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de las características de crecimiento, desarrollo y los componentes del rendimiento se seleccionaron como las mejores líneas: IRSAL -15, IRSAL-9 e IRSAL -3. El material genético que alcanzó mayor rendimiento fue IRSAL-15 con promedio de 4869.97 kilogramos por hectárea seguido de IRSAL-9 y 3 con 3,679.55 y 3,229.94 kilogramos por hectárea.

I- INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es uno de los cultivos alimenticios más importantes del mundo; comparado con el maíz y el trigo produce mayor cantidad de energía por hectárea. Es el principal alimento de una tercera parte de la población mundial, es decir, de aproximadamente 2,000 millones de personas (Pantoja, 1997). Al igual que el maíz, ocupa el primer lugar de los cereales que conforman la dieta alimenticia de los nicaragüenses. En Nicaragua, el arroz, es uno de los principales elementos de la dieta alimenticia y su producción es exclusivamente para el mercado interno, pero ésta no satisface las demandas de consumo, razón por la que el país se ve obligado a importar grandes cantidades de este rubro.

En el país, las áreas de siembra y la producción del cultivo del arroz se han venido incrementando en los últimos años, pasando de un millón 600 mil quintales a tres millones 400 mil quintales de 1990 a 1999, respectivamente. El área sembrada de este grano en el ciclo 1998/1999 fue de 89,600 hectáreas; con un producción promedio de 1728.6 kg./ha (MAG-FOR, 1999). Uno de los problemas más sentidos en este cultivo es el bajo nivel de productividad. Los principales problemas en la producción son: el deterioro genético de las variedades, prácticas culturales deficientes, incluyendo la preparación

inadecuada de los suelos, fertilización inadecuada, control inadecuado de malezas y voleo des uniforme de las semillas (Górrez, 1996).

El uso de variedades de bajo rendimiento y no evaluadas para condiciones de secano, más el deficiente manejo agronómico y fitosanitario reducen sustancialmente la productividad en diferentes zonas arroceras del país, por lo que se considera de importancia la evaluación de líneas y/o variedades con características adecuadas que permitan alcanzar altos niveles de producción.

En Rivas existen zonas agroecológicas apropiadas para desarrollar una explotación exitosa de este rubro bajo condiciones de secano, donde prevalece principalmente esta modalidad. El área sembrada fue de 1,882 manzanas durante el ciclo 96/97, lo que equivale a 1,317.40 hectáreas (Martínez, 1997).

El sistema de secano se caracteriza por las lluvias como única fuente de agua; la distribución y la cantidad de éstas en las diferentes regiones, es una de las razones de variación en los rendimientos observados en el sistema.

La generación, evaluación y selección de genotipos de ciclo vegetativo precoz, es una de las alternativas viables para contribuir a contrarrestar la escasez hídrica. La posibilidad de que una especie complete en menor tiempo sus etapas vegetativas y reproductivas lo exponen en menor medida a los efectos de la humedad limitada.

Tomando en cuenta la necesidad de utilizar variedades con alto potencial de rendimiento en condiciones de secano, La Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG), con apoyo de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), ha proporcionado semillas de diferentes líneas de arroz proveniente de Las Filipinas, país con condiciones agroecológicas y edáficas, muy similares a las del nuestro, las cuales presentan un alto potencial de rendimiento (7,792 – 10,390 kg/ha), a nivel comercial.

Considerando que no existe información necesaria sobre las características y comportamientos de estas líneas en Nicaragua, nuestro trabajo tiene como fin evaluar siete líneas de arroz, para obtener documentación básica que sirva de referencia a entidades y productores interesados en su multiplicación.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la adaptación de siete líneas de arroz en el municipio de Rivas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características morfológicas de las líneas en estudio en la finca Guadalupe , Rivas.
- Determinar a través del rendimiento los efectos de las condiciones edáficas y climáticas sobre las líneas.

II- MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del lugar y el experimento

El ensayo fue establecido en la finca Guadalupe propiedad de la EIAG (Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería), en el Municipio de Rivas, Departamento de Rivas. Esta se encuentra ubicada a 70 msnm, con precipitación media anual de 1000 a 1200 mm, la que se distribuye en mayor cantidad de agosto a octubre. La zona presenta irregularidades en la pluviosidad tanto en la frecuencia como en cantidad, debido a la sequía y los huracanes. Las temperaturas oscilan de 27 a 32 °C; la humedad relativa anual es de 74% y la velocidad del viento es de 1.9 m/seg, con una evapotranspiración de 3.6 ml.

Los datos climáticos como temperatura, precipitaciones y velocidad del viento en Rivas, se obtuvieron a través del resumen meteorológico de INETER (1998) y se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen meteorológico de Rivas. Enero- julio 1998.

Mes	Temperatura °C	Precipitaciones mm	Velocidad del viento (m/seg)
Enero	27.1	0.0	2.9
Febrero	27.5	0.4	1.9
Marzo	28.5	0.0	3.3
Abril	29.2	1.4	2.6
Mayo	29.1	90.2	1.6
Junio	28.1	131.4	1.8
Julio	27.3	212.0	2.1

Los suelos son de topografía plana y corresponden a la clase vertisoles, presentan texturas que van de francos arcillosos a arcillosos, su estructura laminar, con pH entre 6.5 – 6.8; el contenido de materia orgánica oscila entre 2.8 – 3.5% . En la tabla 2 se presentan las principales características químicas del área experimental.

Tabla 2. Análisis químico de suelo en la finca Guadalupe, Rivas.

Profundidad Cm	pH H ₂ O	M.O %	N %	P ppm	K Meq/100 suelo	Ca Meq/100 Suelo	Mg Meq/100 Suelo	Fe Ppm	Zn ppm
30	6.7	3.61	0.18	91	0.31	5.37	5.75	66.8	4.8
Rangos	Ligero ácido	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Normal	Bajo

Fuente: Laboratorio de suelos. Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería de Rivas 1998.

En este ensayo se analizaron siete tratamientos como único factor de estudio, con base en el diseño unifactorial en bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones. Cada uno con una parcela experimental de 9 surcos y un área de 4.725 m², el tamaño de ésta se limitó por la cantidad de semilla disponible. La distancia entre surcos fue de 17.5 cm; se seleccionó como parcela útil los tres centrales con un área 1.575 m². El área de cada bloque fue de 33.075m² y el total del experimento de 132.3 m². No se incluyó un tratamiento testigo por considerar que es una investigación preliminar debido

a que no se maneja mucha información sobre las líneas a evaluar, por lo que la información generada en ésta será más cualitativa que cuantitativa.

Tabla 3. Identificación de siete cultivares de arroz a evaluar.

Nombre y/o código	Origen
IRSAL-3	Las Filipinas
IRSAL-4	Las Filipinas
IRSAL-6	Las Filipinas
IRSAL-8	Las Filipinas
IRSAL-9	Las Filipinas
IRSAL-11	Las Filipinas
IRSAL-15	Las Filipinas

2.2 Variables Evaluadas

Las variables de crecimiento y desarrollo evaluadas fueron: vigor, habilidad de macollamiento, longitud y ancho de la hoja; ángulo de las hojas inferiores y ángulo de los tallos; floración, número de tallos con panículas, ejerción de la panícula, acame, desgrane y maduración. Las variables de rendimiento fueron: fertilidad de las espiguillas, longitud de la panícula, número de granos por panícula, peso de mil granos y rendimiento.

A fin de calificar las características importantes para la evaluación de germoplasma de arroz, se utilizó una escala general con valores de 0 a 9, se consideran aceptables aquellas que en todos los niveles de condiciones

adversas tengan valor de 3 ó menos. Las de 7 a 9 se consideran indeseables para cualquier propósito.

El resultado de la evaluación de cada variable se registró considerando el estado del desarrollo de la planta, el cual se indica al final de cada variable con un código entre paréntesis de acuerdo al estado de crecimiento tal como se describe en las tabla 4.

Tabla 4. Escala del estado del desarrollo fenológico de la planta.

Calificación	Categoría
00	Germinación
01	Plántula
02	Ahijamiento
03	Elongación del tallo
04	Cambio de primordio
05	Panzoneo
06	Floración
07	Estado lechoso del grano
08	Estado pastoso del grano
09	Maduración fisiológica/madurez de cosecha

2.2.1 Variables de Crecimiento y Desarrollo.

Vigor (Vg). El vigor vegetativo del material está influenciado por varios factores como habilidad de macollamiento, la altura de la planta, entre otros.

Se evaluó en la etapa de crecimiento 2.

Tabla 5. Escala para la evaluación del vigor.

Calificación	Categoría
1	Muy vigorosa
3	Vigorosa
5	Plantas intermedias o normales
7	Plantas menos vigorosas que lo normal
9	Plantas muy débiles y pequeñas

Habilidad de Macollamiento (Ti). Las condiciones ambientales pueden tener una fuerte influencia en el grado de macollamiento. El tiempo de evaluación fue en los estados del 2 al 6 del ciclo vegetativo. Según el número de macolla por planta se aplicó la siguiente escala:

Tabla 6. Escala para la evaluación del macollamiento.

Calificación	Valores	Categoría
1	Más de 25 tallos	Muy buena
3	De 20-25	Buena
5	De 10-19	Mediana
7	De 5-9	Débil
9	Menos de 5	Escasa

Longitud (LL) y ancho de la hoja (LW). Se registró en centímetros, las medidas corresponden a la hoja inmediata inferior a la hoja bandera; el tiempo de evaluación fue en los estados de crecimiento 5 y 6 .

Ángulo de las hojas inferiores (LA) y ángulo de la hoja bandera (FLA).

Esta característica se refiere al ángulo que forma la hoja con el tallo del cual se desprende. Se evaluó en las etapas de crecimiento 4 y 5. La escala utilizada fue la siguiente:

Tabla 7. Escala de evaluación para las hojas inferiores.

Calificación	Categoría
1	Erectas
5	Horizontales
9	Caídas o rastreras

Tabla 8. Escala para la evaluación de las hojas banderas.

Calificación	Categoría
1	Erecta
3	Intermedia
5	Horizontal
9	Decumbente

Altura de la planta (Ht). La altura se midió desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta, excluyendo las aristas. Los datos se tomaron en centímetros, usando sólo números enteros. El tiempo de evaluación fue en la etapa 9 empleando la escala siguiente:

Tabla 9. Escala para la evaluación de altura de la planta.

Calificación	Categoría
1 Menos de 110 centímetros	Plantas semi-enanas
5 Entre 111-130 centímetros	Intermedias
9 Más de 130 centímetros	Altas

Ángulo de los tallos (CmA). El tiempo de evaluación fue de la etapa 7 a la 9.

Tabla 10. Escala para la evaluación de los ángulos de los tallos.

Calificación	Categoría
1	Erecto
3	Intermedio
5	Abierto
7	Extendido
9	Rastrero

Floración (Fl). Se registró el número de días desde el momento de la siembra hasta la floración cuando el 50 % de la población estaba con espigas. El tiempo de evaluación fue en la etapa 6.

Número de tallos con panículas. (CmN). Se contó el número de tallos con panícula por planta. El tiempo de evaluación fue en los estados de crecimiento del 7 al 9.

Exerción de la Panícula (Exs). Es la emergencia de la Panícula sobre la hoja bandera después de la antesis. La evaluación se realizó en la etapa 9 y se aplicó la siguiente escala:

Tabla 11. Escala para la evaluación de la exerción de la panícula.

Calificación	Categoría	Descripción
1	Exerción Buena	El nudo ciliar se encuentra 8 o más centímetros por encima del cuello de la hoja bandera en todas las panículas.
3	Exerción moderada	El nudo ciliar se encuentra entre 4 y 7 cm por encima del cuello de la hoja bandera.
5	Exerción casi definida	El nudo ciliar se encuentra entre 1 y 3 cm por encima del cuello de la hoja bandera.
7	Exerción parcial	El 50 por ciento de las panículas presentan 3 a 4 centímetros por debajo del cuello de la hoja bandera.
9	Exerción deficiente	El 50 o más por ciento de las panículas presenta 4 o más centímetros por debajo del cuello de la hoja bandera.

Acame (Lg). La altura y resistencia al volcamiento están asociados con una alta capacidad de rendimiento , el tiempo de evaluación fue en las etapas de crecimiento 8 y 9 y se empleó la escala siguiente :

Tabla 12. Escala para la evaluación del acame.

Calificación	Categoría	Descripción
1	Tallos fuertes	Sin volcamiento
3	Tallos moderadamente fuertes	La mayoría de las plantas (más del 59 % presentan tendencia al volcamiento).
5	Tallos moderadamente débiles	La mayoría de las plantas presentan un volcamiento moderado.
7	Tallos débiles	La mayoría de plantas casi caídas.
9	Tallos muy débiles	Todas las plantas volcadas

Desgrane (Thr). Para evaluar el desgrane, se empuñó firmemente la panícula por la parte media y se estimó la proporción de granos desprendidos. Se evaluó en la etapa 9 a través de la escala siguiente:

Tabla 13. Escala para la evaluación del desgrane.

Calificación	Categoría	Descripción
1	Muy resistente	Menos de 1 %.
3	Resistente	Hasta 5 %.
5	Intermedio	Entre 5 y 25 %.
7	Susceptible	Del 25 al 50 %.
9	Muy susceptible	Más del 50%.

Maduración (Mat). Se determinó como el número de días transcurridos desde el momento de la siembra en suelo húmedo hasta el tiempo en el que el

endosperma del 80% de los granos de la panícula perdieron toda la coloración verdosa. La evaluación fue en la etapa 9.

2.2.2 Componentes del Rendimiento

Fertilidad de las Espiguillas (St). Se evaluó empuñando la panícula para estimar la proporción de espiguillas estériles que quedan adheridas a ella. Se realizó en la etapa 9 y se aplicó la escala siguiente:

Tabla 14. Escala para la evaluación de la fertilidad de las espiguillas.

Calificación	Categoría
1	Más del 90 por ciento altamente fértiles.
3	75-89 por ciento fértiles.
5	50-74 por ciento parcialmente fértiles.
7	51-90 por ciento estériles.
9	91-100 por ciento altamente estériles.

Longitud de la Panícula (PnL). Se registró de longitud de la panícula en centímetros desde la base (nudo ciliar) al ápice de la misma, en la etapa 9.

Número de granos por panícula. Se cortaron 10 panículas y se contó el número de granos por panícula, el momento de evaluación fue en la etapa 9.

Peso de 1000 granos (GW). Se registró el peso de mil granos cuando éstos presentaron un contenido de humedad del 14%. Esta variable se determinó en la etapa 9.

Rendimiento (Yld). El rendimiento se determinó en kilogramos por hectáreas de arroz en cáscara con 14 por ciento de humedad. Esta variable se evaluó en la etapa 9.

Con el apoyo del sistema de Análisis Estadístico (SAS) empleado por Pedroza (1995), las variables de crecimiento: habilidad de macollamiento, altura, floración, número de tallos con panículas, acame, desgrane, y maduración; así como al rendimiento y sus componentes se les realizó análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de rango múltiples de TUKEY al 5% de probabilidad. Las variables vigor, longitud y ancho de la hoja, ángulo de las hojas inferiores y ángulo de la hoja bandera, ángulo de los tallos y exerción de la panícula se sometieron a análisis descriptivo, utilizando la escala de evaluación estándar para arroz del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) de 1983.

2.3 Manejo Agronómico.

El área del ensayo se seleccionó de acuerdo a los requerimientos edáficos del cultivo y a la accesibilidad a las fuentes de agua. La labor inicial del 10/02/98 fue realizar un muestreo de suelo para determinar textura, estructura y fertilidad. La preparación de éste, consistió en roturación con arado de disco, tres pases de grada y nivelación, se efectuó del 16 al 19 de Febrero/98; posterior a esta actividad se procedió a proteger el área experimental con alambre de púas. El trazado de los bloques y las parcelas se ejecutó del 20 al 28 de Febrero.

La siembra fue el 03 de Marzo y se utilizaron 97.5 kilogramos de semilla por hectárea para cada tratamiento. La emergencia ocurrió cuatro días después de la misma.

Las malezas predominantes en el área eran: Coyolillo (*Cyperus rotundus L.*), Bledo (*Amaranthus spinosus L.*) y espavillo (*Cleome viscosa L.*). Para su control en pre-emergencia se aplicó Pendimetalina (Prowl 500 E) a razón de 2.5 litros de producto comercial por hectárea y en post-emergencia se realizaron cinco controles mecánicos .

Para la fertilización se tomó como referencia los resultados del análisis de suelo (ver tabla 2) y se determinó como necesaria solamente la nitrogenada con urea al 46%, a razón de 175.33 kilogramos por hectárea, ésta se aplicó

fraccionada, en tres momentos: la primera entre los 18-20 días después de la siembra, la segunda entre los 35-40 días y la tercera a inicios de la floración.

El control de plagas inició el 16/05/98 con la aplicación de Deltametrina (Decis) a razón de 0.35 litros de producto comercial por hectárea; las posteriores se realizaron el 24 de Mayo, el 01 y el 8 de Junio, se combinaron 0.24 litros de producto comercial de Cypermetrina (Cymbush) y 0.5 litros del fungicida comercial Benzimidazol (Carbendazim 500 FW) por hectárea. Los chinches chupadores (*Euchistus spp* y *Oebalus spp*) fueron los insectos de mayor relevancia después de la floración.

El riego se efectuó durante el ciclo del cultivo; antes de la siembra se aplicaron 1000 galones de agua en cada bloque durante tres días. De la siembra hasta los 24 días se emplearon 500 galones en cada repetición, de los 25 a los 40 días se aumentó a 625 y de los 41 a los 80 días se regaron 1000. El lapso entre cada una fue día de por medio y se tomó como base las condiciones edafoclimáticas y las características del arroz. Este se suspendió después del 20 de Mayo cuando iniciaron las lluvias.

La cosecha que se realizó entre el 07 de Junio y el 31 de Julio de 1998 , fue de forma manual y en la madurez fisiológica de cada uno de los cultivares.

III- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables de Crecimiento y Desarrollo

3.1.1 Vigor (Vg)

El vigor inicial es tan importante para siembras directas como para el transplante debido a que disminuye la competencia de malezas, compensa las pérdidas de plantas y las bajas densidades de siembra y contribuye a que el cultivo obtenga su área foliar crítica a la floración. El vigor está asociado con varias etapas del cultivo, tales como: la emergencia, el buen desarrollo radicular, un crecimiento rápido de la plántula, la precocidad y un alto macollamiento. (Jennings, 1985).

En la clasificación del vigor de los cultivares se utilizó la escala del 1 al 9. Las líneas IRSAL 6, 9 y 15 se ubicaron en la escala 1, por presentar plantas muy vigorosas; IRSAL 4 y 8 se situaron en la escala 3, ya que sus plantas son vigorosas y la línea IRSAL 3 se ubicó en la escala 5, por mostrar plantas normales. La que presentó plantas menos vigorosas que lo normal fue la IRSAL-11, por lo que situó en la escala 7. Los materiales que presentan plantas muy vigorosas se consideran agronómicamente deseables, ya que esto permite que las mismas llenen rápidamente los espacios entre plantas y surcos, disminuyendo la competencia con las malezas. La IRSAL 11 no reúne

buenas cualidades para la producción, por lo que no es recomendable seguirla evaluando.

Tabla 15. Evaluación del vigor de las líneas en estudio. Marzo- julio 1998.

Líneas	Escala	Categoría
IRSAL-3	5	Plantas intermedias o normales.
IRSAL-4	3	Vigorosas.
IRSAL-6	1	Plantas muy vigorosas.
IRSAL-8	3	Vigorosas.
IRSAL-9	1	Plantas muy vigorosas.
IRSAL-11	7	Plantas menos vigorosas que lo normal.
IRSAL-15	1	Plantas muy vigorosas.

3.1.2 Habilidad de Macollamiento (Ti)

Al igual que la altura de la planta, la habilidad para producir hijos en el cultivo del arroz está influenciado por las condiciones ambientales. El macollamiento es el estado más largo y tarda 45 a 50 días en las variedades precoces y tardías, respectivamente. Esta parte del ciclo de crecimiento es muy importante, porque tiene relación con el mejoramiento del cultivo y de las prácticas agronómicas (Fernández, 1985).

El macollamiento es uno de los componentes del rendimiento y su máxima expresión estará en dependencia de los nutrientes, agua y espacio. Una combinación de alta habilidad de macollamiento y una agrupación compacta

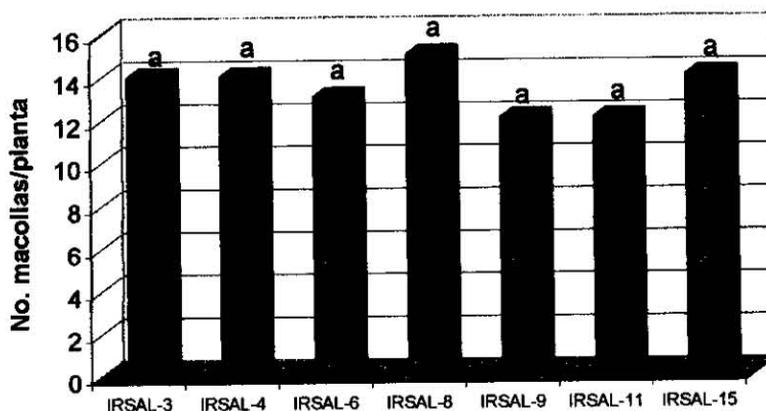
de tallos, permitirá que las macollas reciban mayor radiación solar. El número de hijos tiene una correlación positiva o negativa con la producción de grano, dependiendo del cultivo del arroz y el ambiente en que éste se desarrolle (Jennings, 1985).

Una buena capacidad de macollamiento asegura el número adecuado de tallos por unidad de área, aún si algunas plantas mueren en la primera etapa de crecimiento. Los talluelos producidos en las últimas etapas de crecimiento son por lo general improductivos, éstos sucumben o las panículas producidas son pequeñas y no alcanzan a madurar al mismo tiempo que las otras. En el momento de la cosecha, las espiguillas solamente están llenas hasta la mitad.

Para determinar esta característica se tomó el número de macollas por unidad de área mediante dos muestras por parcela empleando un marco de 25 x 25 cm. (0.0625 m²).

Todas las líneas evaluadas presentaron un macollamiento mediano porque sus valores oscilaron entre 12 y 15 macollas por planta, esto representa una desventaja agronómica, debido a que el número de tallos recomendables para una buena producción debe ser mayor de 25.

En conclusión las líneas que presentaron mayor número de tallos fueron: IRSAL-8 con 15 y la IRSAL-3, 4, y 15 con 14 cada una, esto nos indica que los materiales evaluados requieren mayor densidad de siembra.



Material genético.

Gráfico 1. Comportamiento de la habilidad de macollamiento

De acuerdo a la prueba Tukey realizada se puede afirmar con un 95 % de confianza que al separar el conjunto de tratamientos comparados se obtuvo una sola categoría estadísticas, lo que indica que todas las líneas estadísticamente poseen igual números de macollas por planta

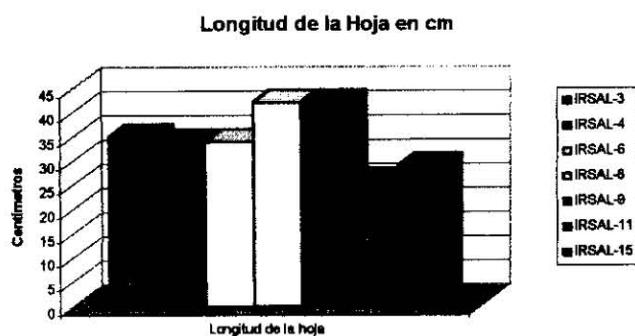
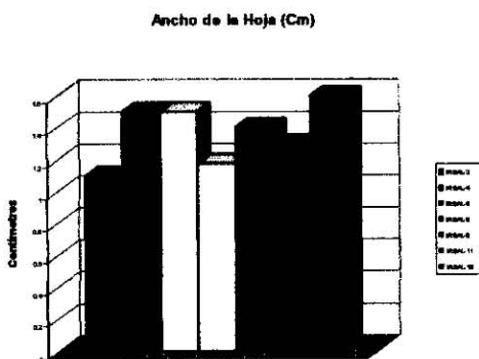
.Longitud (LL) y ancho (LW) de la hoja

La longitud de la hoja es variable en el arroz. Como el ángulo de las mismas está asociado directamente con la longitud, las cortas son más erectas que las largas; las primeras están distribuidas más uniformemente de tal manera que el sombrero mutuo es menor y la utilización de la luz más eficiente.

El ancho de la hoja es menos variable que la longitud, se considera que las angostas contribuyen a los mayores rendimientos.

La medición se realizó en la hoja inmediata inferior a la hoja bandera. Las líneas que presentaron hojas de mayor longitud fueron: IRSAL-8 e IRSAL-9 con 42 cm cada una, pero su ancho no fue mayor que los otros cultivares, ya que éstos midieron 1.18 y 1.40 cm, respectivamente. Las líneas IRSAL 3, 4 y 6 obtuvieron una longitud promedio de 34 cm y un ancho de 1.5 cm. Las que presentaron hojas de menor longitud fueron IRSAL-11 e IRSAL-15 con 26 y 29 cm de promedio y un ancho de 1.3 y 1.6 cm, respectivamente.

De los cultivares evaluados podemos concluir que la línea IRSAL-15 presentó mejores características por poseer hojas cortas y anchas, lo que le permite estar más erectas, para utilizar la luz solar eficientemente. El comportamiento de estas características se observa en el siguiente gráfico.



Material Genético.

Gráfico 2. Longitud de la hoja en cm

Gráfico 3. Ancho de la hoja en cm.

3.1.4 Angulo de las hojas inferiores (LA) y ángulo de la hoja bandera (FLA)

La hoja bandera es importante para la habilidad de rendimiento por cuanto suministran directamente fotosintatos a las panículas. Además estabilizan a éste, debido a que las hojas banderas erectas moderadamente largas protegen el grano maduro contra el daño ocasionado por los pájaros.

Las hojas cortas están más erectas, por lo que tienen menos peso que soportar, esto permite que llegue más luz a la parte inferior de la planta.

En la medición de esta variable se utilizó la escala del 1 al 9. Las líneas evaluadas se ubicaron en la escala 1 por presentar hojas inferiores y hoja bandera erecta, siendo ésta una característica agronómica favorable, ya que permite una mejor distribución de la luz solar en la parte inferior de la planta y una mayor y más rápida producción de alimento.

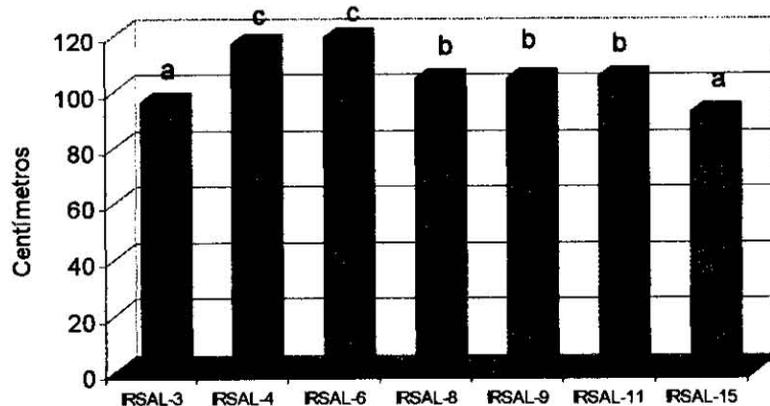
3.1.5 Altura de la Planta (Ht)

Los tallos cortos y fuertes, más que ningún otro carácter, determinan la resistencia al volcamiento, una proporción favorable de paja:grano, una mayor respuesta al nitrógeno y una alta capacidad de rendimiento. La altura de la planta de arroz es fuertemente influenciada por las condiciones ambientales (Vergara, 1990).

La reducción en la altura de la planta es el factor más importante para incrementar el potencial de rendimiento de grano en el cultivo del arroz, mientras más alta es la planta la tendencia al acame es mayor. En la cosecha mecánica la altura se considera un factor de relevancia en el proceso de selección. La altura, en la mayoría de variedades comerciales, oscila entre 80 -110 cm. Tomando en cuenta la escala de medición utilizada, el cultivo se clasifica en: plantas semienanas las que tienen altura menor de 110 cm, intermedias las que miden de 111 a 130 cm y altas las mayores de 130 cm.

De las líneas evaluadas la IRSAL-3, 8, 9, 11 y 15 se consideran semienanas, ya que presentan una altura promedio entre 92 y 105 cm. Las que presentaron altura intermedia fueron: la IRSAL-4 e IRSAL-6 con 117 y 119 cm, respectivamente.

Los materiales que presentaron mejores características en cuanto a altura , son las líneas semienanas. Este es un factor importante para incrementar el potencial de rendimiento, debido a que mientras más alta es la planta la tendencia al acame es mayor. Ver gráfica 4.



Material Genético.

Gráfico 4. Comportamiento de la altura en los materiales evaluados.

La prueba Tukey, realizada con $\alpha = 5 \%$ indica que el conjunto de tratamientos comparados pueden separarse en tres categorías estadísticamente diferente.

3.1.6 Angulo de los tallos (CmA)

Los tallos erguidos propician una buena distribución de la luz. Los tallos ideales deben ser erguidos, cortos y firmes para favorecer la distribución de la luz solar y reducir el acame.

Para la evaluación de esta variable se utilizó la escala del 1 al 9. Las líneas evaluadas se ubicaron en la escala 3, por presentar tallos con ángulos intermedios, lo que representa un inconveniente, debido a que no permiten una distribución adecuada de la luz solar en toda la planta y la tendencia al acame en ésta es mayor.

3.1.7 Floración (Fl)

La floración inicia a partir de la emergencia de la panícula con la rotura de las primeras anteras dehiscentes en las espiguillas terminales de las ramas de la panoja. Esta se produce aproximadamente 25 días después del engrosamiento prefloral del tallo, sea cual fuere la variedad y continúa sucesivamente hasta que todas las espiguillas de las panojas florecen, luego ocurre la polinización.

El período de la floración a la maduración del grano es relativamente constante en todas las líneas y esto ocurre a los 30 días después de la floración (Contín, 1990) .

La floración se midió en número de días, esta característica depende no sólo de la temperatura, sino de ésta y de la interacción con otros factores ambientales; y la respuesta genotípica se debe en distinto grado de adaptación a esa interacción . La línea que presentó menor cantidad de días en la floración fue la IRSAL-15 con 62 días. La IRSAL 3, 9 y 6 obtuvieron 83, 85 y 98 días, respectivamente. Las de mayor duración fueron: IRSAL 4, 8 y 11 con un rango de 103-105 días.

De estos resultados podemos concluir que la mejor línea en lo relacionado a menor número de días a floración fue la IRSAL 15 por lo que conduce a que la maduración del cultivo sea más temprano, esta característica es favorable

para la siembra de secano debido a que permite un mejor aprovechamiento de la humedad en el suelo e influye directamente en los rendimientos. La gráfica 5 muestra el comportamiento de la floración en los cultivares estudiados.

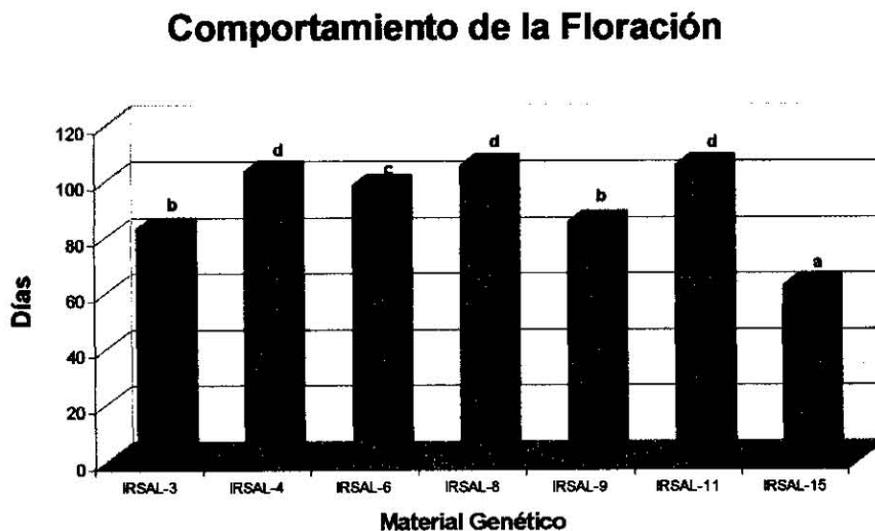
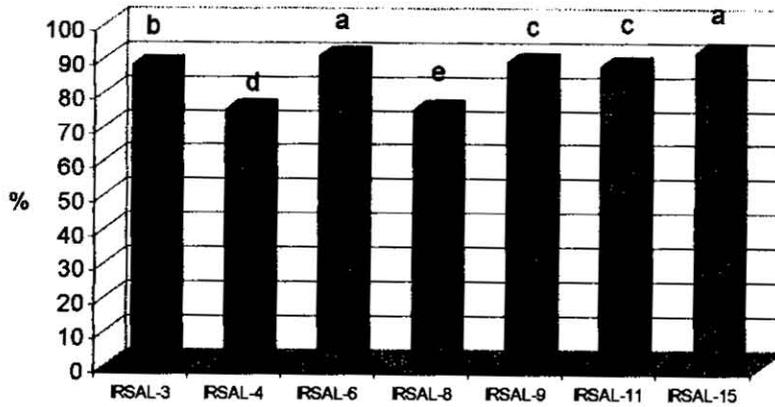


Gráfico 5. Comportamiento de la floración.

La prueba Tukey realizada con un 95 % de confianza proporciona evidencias para separar el conjunto de tratamientos comparados en cuatro categorías estadísticas. En primer lugar la línea de menor días a floración fue la IRSAL-15 con 62 días. Un segundo grupo de líneas constituido por IRSAL-3 y 9 con 83 y 85 días. El tercer grupo representado por la IRSAL-6 con 98 días. La última categoría conformado por las líneas IRSAL-4 ,8 y 11 que son estadísticamente iguales entre sí, en cuanto a números de días a floración, con rangos desde 103 a 105 días.



Material genético

Gráfica 10. Fertilidad por panícula.

La prueba Tukey realizada puede afirmar con un 95 % de confianza que, al separar el conjunto de tratamientos comparados se obtienen cinco categorías estadísticas: En primer lugar, las líneas IRSAL-15 y 6 con 92 y 91 % de fertilidad de las espiguillas. El segundo lugar le corresponde a la IRSAL-3 con 88 % fertilidad de las espiguillas. El tercer lugar a las líneas IRSAL-11 y 9 con 87 y 85 % de fertilidad de las espiguillas. La cuarta categoría le corresponde a la IRSAL-4 con 80 % de fertilidad de las espiguillas y la última categoría le corresponde a la línea IRSAL-8 con un 75 % de fertilidad de las espiguillas.

3.2.2 Longitud de la panícula (PnL)

La longitud de panícula varía entre 10-40 cm, aunque la mayoría de las variedades comerciales tienen panículas de 20-24 cm de largo (Soto, 1991).

diferente: En primer lugar la línea IRSAL-15 que presenta el mayor número de tallos con panícula y en segundo lugar las líneas IRSAL-3, 4, 6,8,9 y 11 son estadísticamente iguales entre sí, con rangos de 8 a 10 tallos con panículas.

3.1.9 Ejercicio de las panículas (Exs)

Las panículas deben emerger completamente de la vaina de la hoja bandera, para que parte del entrenudo debajo de la base de la misma quede expuesto.

Las ramas de las panículas más bajas frecuentemente permanecen encerradas porque el entrenudo superior es corto. Estas espiguillas son estériles o se llenan tan solo parcialmente y a menudo tienen un color negruzco producido por patógenos secundarios que ocasionan pérdidas moderadas de granos.

La formación de la panícula se inicia con la diferenciación del primordio de la misma, esto sucede a los 30 ó 34 días antes de la emergencia de la hoja bandera y se hace visible hasta los 11 días después de su emergencia.

La escala de medición utilizada en esta característica fue del 1 al 9. Todos los cultivares evaluados, excepto IRSAL 6, se ubicaron en la escala 3, por obtener valores entre 4 y 7 cm por encima del cuello de la hoja bandera, clasificándolos como de ejercicio moderada, esto conlleva a que algunas espiguillas queden estériles al no salir completamente de la hoja bandera. La línea IRSAL-6 que obtuvo un valor promedio de 3 cm por encima del cuello

de la hoja bandera considerándose panícula casi definida y se ubica en la escala 5, ésta no presenta características favorables para la producción.

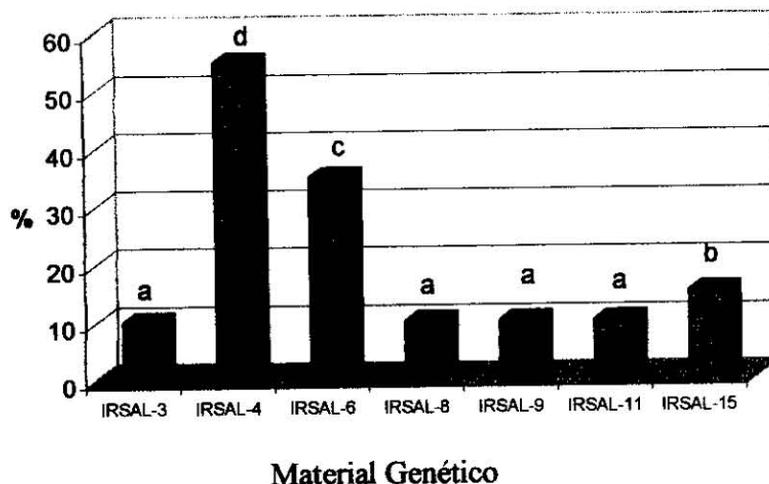
3.1.10 Acame (Lg)

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

El acame temprano de tallos largos y delgados altera la distribución de las hojas, aumenta el sombrío mutuo, interrumpe el transporte de nutrientes, causa esterilidad y reduce el rendimiento; además, la resistencia al acame está relacionada con otros caracteres como diámetro del tallo y espesor de las paredes (Jennings, 1985).

La escala de medición utilizada fue del 1 al 9 . Las líneas IRSAL 3, 8, 9, 11 y 15 se ubicaron en la escala 3 por presentar tallos moderadamente fuertes , es decir que la mayoría de las plantas mostraron tendencia al volcamiento, los porcentajes de acame oscilaron entre 10 y 15 %, esto representa un inconveniente para la producción porque dificulta la cosecha mecanizada y se reducen los rendimientos. La línea IRSAL 6 se situó en la escala 5, porque la mayoría de sus plantas presentaron un volcamiento moderado, catalogándolas

como de tallos moderadamente débiles y la IRSAL 5 se colocó en la escala 7, porque la mayoría de sus plantas se observaron casi caídas, clasificándolas de tallos débiles. Estas últimas no presentan características agronómicas deseables por lo que no es recomendable seguir evaluándolas. Los resultados se observan en la gráfica 7.



Gráfica 7. Comportamiento del acame en los materiales evaluados

De acuerdo a la prueba Tukey realizada se puede afirmar con un 95 % de confianza que, al separar el conjunto de tratamientos comparados se obtienen tres categorías estadísticas: En primer lugar las líneas IRSAL-3,8,9 y 11 con menor porcentaje de acame , siendo estadísticamente iguales entre sí. En segundo lugar la IRSAL-15, con un porcentaje de acame de un 15 %; seguido

por la línea IRSAL-6 con un 34 % de acame . El porcentaje más alto de acame corresponde a la IRSAL-4 con un 53 %.

3.1.11 Desgrane (Thr)

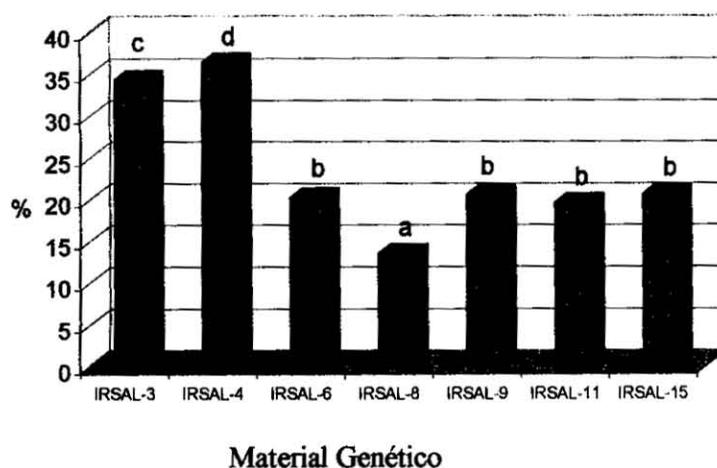
El desgrane o caída del grano, depende del grado de adherencia de la espiguilla a su pedicelo, es de gran importancia económica y uno de los principales objetivos del mejoramiento genético. El grado permisible de éste en un área en particular, depende en gran parte del medio ambiente y del sistema prevaleciente de cosecha.

La mejor técnica para evaluar el desgrane, aunque lejos de ser la ideal, es sostener flojamente en la mano la panícula de una planta, apretarla levemente con los dedos y calcular el número de granos desprendidos.

Es desgrane de arroz debe ser apropiado, de lo contrario se entorpece la trilla; pero, la susceptibilidad al desgrane puede ser desfavorable cuando se presenta antes de la cosecha.

Para la evaluación de esta característica se utilizó la escala del 1 al 9. Las líneas IRSAL 8, 11, 6, 9 y 15 obtuvieron valores promedios entre 13.44 y 20.5 % por lo que se ubicaron en la escala 5, clasificándose como cultivares de desgrane intermedio. Las líneas IRSAL 3 y 4 con 34.28 y 36.4 % de desgrane se colocaron en la escala 7, catalogándose como susceptibles. Los cultivares

de desgrane intermedio se consideran deseables porque pueden trillarse completamente cuando la cosecha es mecanizada, lo que conlleva a menor pérdida de grano. Las susceptibles presentan desventajas al momento de la cosecha por el desprendimiento de los granos ocasionando pérdidas, éstas se incrementan en lugares donde los vientos son considerables. La gráfica 8 muestra el comportamiento de los materiales en estudio.



Gráfica 8. Comportamiento del desgrane en los materiales evaluados.

La prueba Tukey realizada con un 95 % de confianza, indica que el conjunto de tratamientos comparados pueden separarse en cuatro categorías estadísticamente diferente: En primer lugar la línea IRSAL-8 con menor porcentaje de desgrane. Un segundo grupo de líneas constituido por IRSAL-6, 9, 11 y 15 con rango de 18.5 a 20.5 % de desgrane; seguido del tercer grupo IRSAL-3 con 34 % de desgrane y la última categoría constituida por la IRSAL-4 con 37 % de desgrane.

3.1.12 Maduración (Mat)

Las condiciones climáticas y prácticas agronómicas predominantes determinan el número ideal de días desde la siembra de arroz hasta la cosecha.

En los trópicos, el período de maduración de las líneas insensibles al fotoperíodo fluctúa de cerca de 90 a 160 días. Esta es fuertemente afectada

por la temperatura del aire, y en menor grado, por la temperatura del agua.

Otros factores menos drásticos pero comunes que influyen en el período de maduración son los métodos de siembra y la fertilización nitrogenada. La

deficiencia de nitrógeno acelera un poco la maduración y las aplicaciones elevadas la demoran ligeramente. Las variedades que maduran en más o

menos 110 a 135 días usualmente rinden más que aquellas que lo hacen más pronto o más tarde bajo la mayoría de condiciones agronómicas favorables.

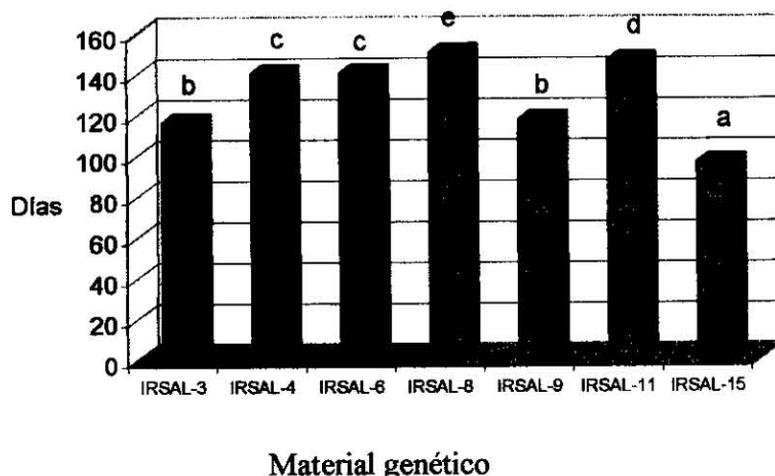
Las tardías son más apropiadas para áreas donde las fuertes lluvias o las aguas profundas durante la estación de cultivo impiden la cosecha de variedades tempranas.

La mayor parte de las variedades modernas son de maduración intermedia.

Las buenas fuentes precoces para los trópicos (90 a 105 días) incluyen materiales japónicos insensibles al fotoperíodo y varios arroces del IRRI.

De las líneas evaluadas, la de menor días fue la IRSAL-15 con 96 días. En los cultivares IRSAL 3 e IRSAL 9 los días a maduración fueron de 116 y 117

días. Los materiales IRSAL 4, 6, 11 y 8 obtuvieron promedios entre 140 y 150 días . De acuerdo a los resultados podemos concluir que los materiales IRSAL 15, 3 y 9 son los que presentan características favorables en cuanto a días a maduración, porque en el sistema de secano se prefieren variedades de ciclo corto e intermedio que aprovechen las condiciones de humedad y eliminen los riesgos de sequía al momento del llenado del grano. En la gráfica 9 se observa mejor el comportamiento de los días a la maduración en los respectivos tratamientos en estudio.



Gráfica 9. Comportamiento de la maduración

La prueba Tukey realizada puede afirmar con un 95 % de confianza que, al separar el conjunto de tratamientos comparados se obtienen cinco categorías estadísticas: En primer lugar, la línea IRSAL-15 con menos días de maduración. El segundo lugar le corresponde a las líneas IRSAL-3 y 9 con 116 y 117 días. El tercer lugar a las líneas IRSAL-4 y 6 con promedio de 140

días. La cuarta categoría le corresponde a la IRSAL-11 con 142 días. La última categoría le corresponde a la línea IRSAL-8 con 150 días.

3.2 Componentes del Rendimiento

El rendimiento es la culminación de una serie de estadios del desarrollo de la planta, los cuales están sujetos a un control genético, tal vez regulado por hormonas y por agentes de diferenciación todavía no identificados. El rendimiento es un carácter cuantitativo, por lo tanto regulado por condiciones edáficas y del ambiente, estos afectan más a los caracteres cuantitativos que a los cualitativos.

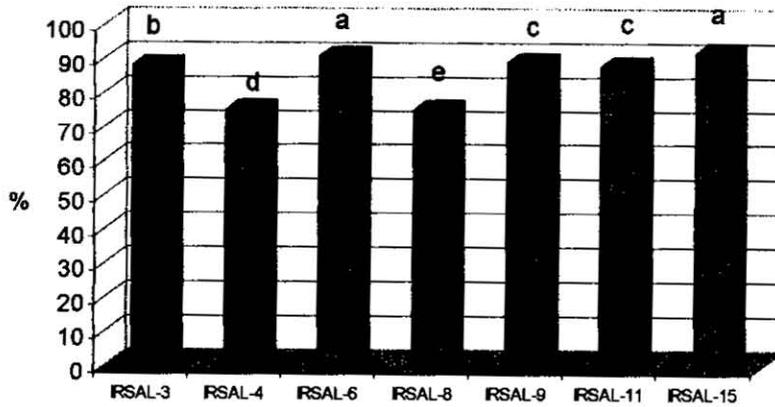
Según De Datta (1986), existen tres características principales que se consideran importantes para obtener altos rendimientos: tallos rígidos, hojas erectas y elevada capacidad de producción de hijos.

3.2.1 Fertilidad de las espiguillas (St)

La fertilidad de la espiguilla es un prerequisite obvio para obtener una buena producción. Con un buen manejo del cultivo y un crecimiento apropiado, se logran altos rendimientos para una esterilidad normal de las espiguillas de 10 a 15 %, un porcentaje más alto es preocupante. La esterilidad es común en materiales mejorados de arroz y tiene 3 causas principales: temperaturas

extremas, volcamiento y esterilidad híbrida o incompatibilidad genética (Jennings, 1985). Un síntoma importante del daño ocasionado por la temperatura es la esterilidad parcial o completa de las espiguillas, ésta también se puede encontrar en arroces de tipo de plantas pobres que se caracterizan por crecimiento excesivo, sombrío mutuo y caída temprana..

Para evaluar esta variable se utilizó la escala del 1 al 9 . En relación a la fertilidad de la panícula las líneas IRSAL 15 y 6 se ubicaron en la escala 1, por presentar 92 y 91 % de fertilidad, clasificándose como altamente fértiles. IRSAL 3, 11, 9, 4 y 8 se colocaron en la escala 3 por obtener promedios entre 88 y 75 % de fertilidad, lo que las ubica como fértiles. La línea de mejor comportamiento en cuanto a esta característica fue la línea IRSAL 15, cultivar altamente fértil, debido a que esto es una condición para obtener altos rendimientos; la línea IRSAL 6, aunque presentó el mismo comportamiento que ésta, no es recomendable para la producción porque obtuvo un porcentaje de acame de 35 %. Ver gráfica 10.



Material genético

Gráfica 10. Fertilidad por panícula.

La prueba Tukey realizada puede afirmar con un 95 % de confianza que, al separar el conjunto de tratamientos comparados se obtienen cinco categorías estadísticas: En primer lugar, las líneas IRSAL-15 y 6 con 92 y 91 % de fertilidad de las espiguillas. El segundo lugar le corresponde a la IRSAL-3 con 88 % fertilidad de las espiguillas. El tercer lugar a las líneas IRSAL-11 y 9 con 87 y 85 % de fertilidad de las espiguillas. La cuarta categoría le corresponde a la IRSAL-4 con 80 % de fertilidad de las espiguillas y la última categoría le corresponde a la línea IRSAL-8 con un 75 % de fertilidad de las espiguillas.

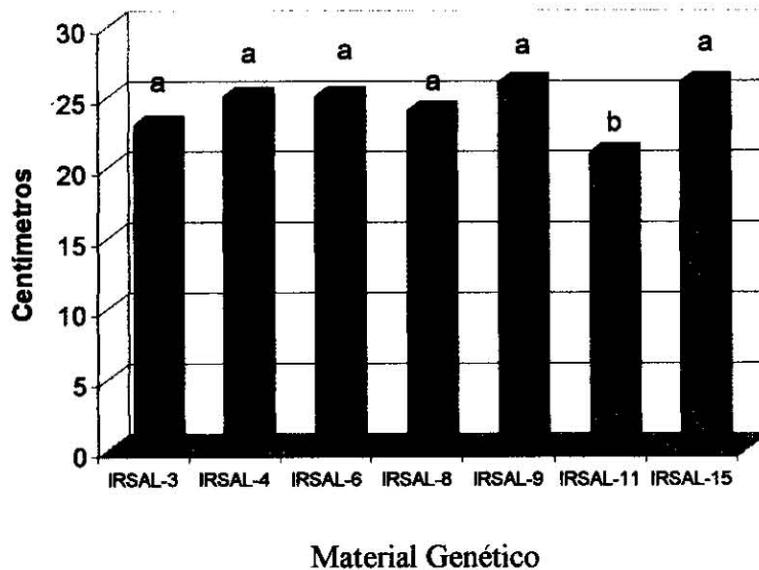
3.2.2 Longitud de la panícula (PnL)

La longitud de panícula varía entre 10-40 cm, aunque la mayoría de las variedades comerciales tienen panículas de 20-24 cm de largo (Soto, 1991).

Las variedades de arroz se han clasificado en dos tipos: de macollamiento bajo con panículas grandes y de macollamiento alto con panículas pequeñas; pero ésta, no es una asociación inevitable porque algunos materiales enanos con macollamiento alto tienen panículas intermedias a largas y buena capacidad de rendimiento. Sin embargo, generalmente hay una asociación compensatoria entre el tamaño de la panícula y la cantidad de macolla; es decir, cuando aumenta el tamaño disminuye la cantidad y viceversa (a menos que el tipo de planta o la eficiencia fotosintética hayan sido mejoradas simultáneamente).

Por otra parte, los caracteres de la panícula no causan o determinan estrictamente el rendimiento. Tales características permiten simplemente que el rendimiento sea divisible en sub-unidades llamadas componentes de rendimiento .

Las líneas evaluadas que presentaron panículas con mayor longitud fueron: IRSAL9, 15, 6, 4, y 8 que obtuvieron un rango entre 26 y 24 cm de longitud. La IRSAL 3 y 11 con 23 y 21 cm de longitud, respectivamente. En conclusión se puede decir que todos los materiales presentaron buena longitud de panícula, porque están dentro de los parámetros de las variedades comerciales que se cultivan en el país (Somarriba, 1998). Esto se representa en el gráfico 11.



Gráfica 11. Comportamiento de Longitud de panícula

La prueba Tukey realizada con un 95 % de confianza proporciona evidencias para separar el conjunto de tratamientos comparados en dos categorías: En primer lugar constituido por el grupo de líneas IRSAL -3, 4, 6, 8, 9 y 15 que son estadísticamente iguales entre sí, en cuanto a la longitud de la panícula, con rangos desde 23 a 26 cm de longitud. En segundo lugar la IRSAL-11 con 21 cm de longitud.

3.2.3 Número de granos por panícula

El número de semillas por panículas es un componente considerado de importancia para obtener buenos rendimientos y todo esto está ligado con la fertilidad o esterilidad de la panícula.

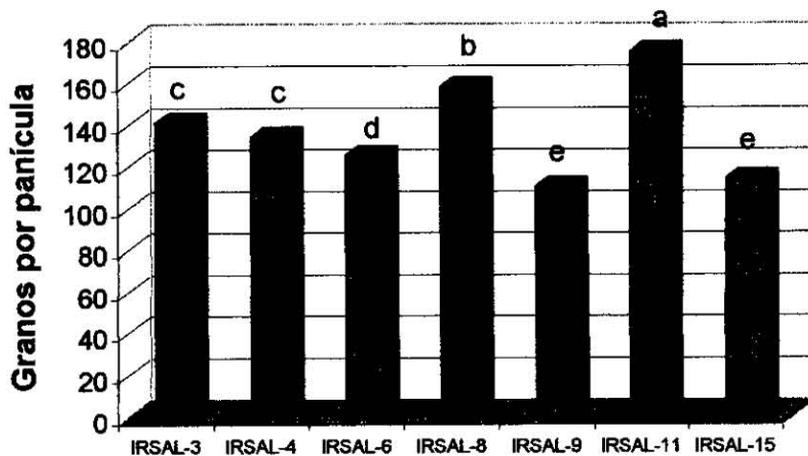
El número de granos por panícula está en función de su longitud y la densidad de la ramificación. Varía de 50 a 500 según la variedad y las condiciones

ambientales. La mayoría de las variedades comerciales tienen entre 100 y 150 granos por panícula (Soto, 1991).

El rango de granos por panícula en los materiales evaluados osciló entre 110 y 175. Las líneas IRSAL 11, 8 y 3, alcanzaron un total de 175, 158 y 141 granos por panícula. IRSAL 4 y 6 obtuvieron 134 y 125 granos por panícula. Las líneas con menor número granos por panícula fueron IRSAL 15 y 9 con 114 y 110 granos, respectivamente.

En la selección del material genético promisorio, los genotipos que tengan panícula con un elevado número de granos, combinado con una gran capacidad de ahijamiento para obtener el mayor número de panículas por unidad de superficie, serían los más óptimos.

Con relación a los resultados, podemos concluir el número de granos por panículas es aceptable ya que el mismo se acerca al parámetro de 100-150 granos. La gráfica 12 muestra el comportamiento del componente de rendimiento descrito anteriormente.



Material Genético

Gráfica 12. Granos por panícula

De acuerdo a la prueba Tukey realizada se puede afirmar con un 95 % de confianza que, al separar el conjunto de tratamientos comparados se obtienen cinco categorías estadísticas: En primer lugar, la línea IRSAL- 11 supera estadísticamente a las demás con un promedio de 175 granos por panícula. El segundo lugar le corresponde a la línea IRSAL –8 con 158 granos por panícula; seguida por las líneas IRSAL-4 y 3 con 134 y 138 granos por panícula. En cuarto lugar la IRSAL-6 con 125 granos por panícula y finalmente un quinto grupo constituido por IRSAL-9 y 15 que poseen el número de granos por panícula más bajo siendo estadísticamente iguales entre sí.

3.2.4 Peso de 1000 granos (GW)

El peso del grano varía de menos de 10 a más de 50 mg / grano. Este carácter es más comúnmente expresado como peso de 1000 granos al 14 % de contenido de humedad. El peso de la cáscara es normalmente de 20 a 21 %

del total del grano. En los trabajos realizados sobre influencia de los componentes del rendimiento ha quedado bien establecido que el peso de los granos es el componente más determinante en el rendimiento (Pérez, 1985).

En relación al peso de los mil granos, en los materiales evaluados, éste varió entre 24.78 -34 gramos. Las líneas que presentaron mayor peso fueron: IRSAL 4, 9 y 11 con 34, 29.5 y 28.3 gramos; los cultivares IRSAL 8, 3 y 6 obtuvieron pesos promedios de 27, 25 y 24.78 gramos y el material de menor peso fue IRSAL-15 con promedio de 24.73 g por cada mil granos.

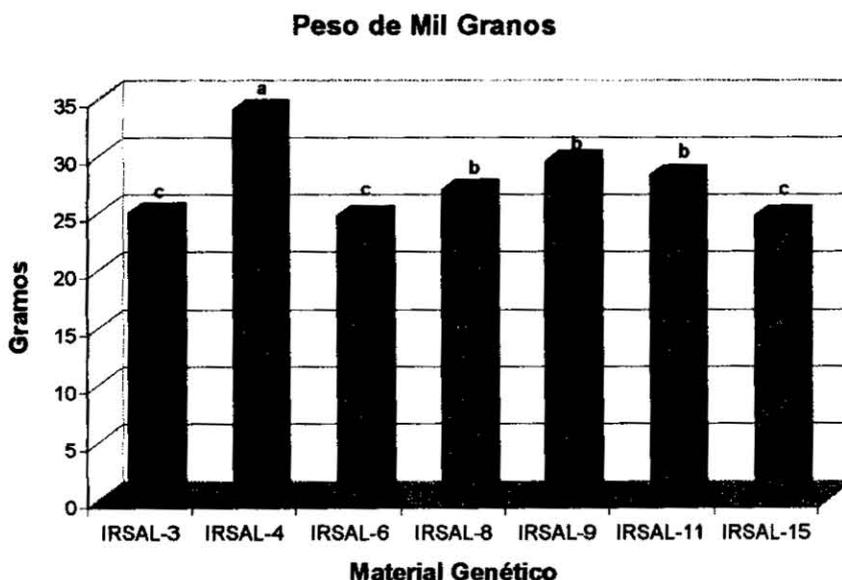


Gráfico 13. Peso de mil granos

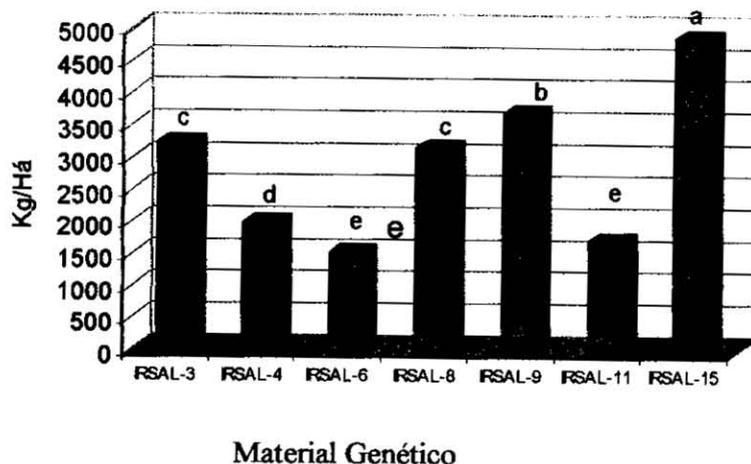
La prueba Tukey, realizada con un 95 % de confianza indica que el conjunto de tratamientos comparados pueden separarse en tres categorías estadísticamente diferente: En primer lugar la línea IRSAL-4 que obtuvo el

mayor peso en los mil granos con 34 gramos; seguida de las líneas IRSAL-9,11 y 8 con 29.5, 28.3 y 27 gramos. En tercer lugar las líneas IRSAL-3,6 y 15 con 25, 24.78 y 24.73 gramos.

3.2.5 Rendimiento (Yld)

El objetivo final de un buen cultivar es tener un alto potencial de rendimiento. Los factores que afectan la producción de arroz y que se ven reflejados en los bajos rendimientos obtenidos son de orden agronómico; deficiente control de plagas, malezas y enfermedades, manejo inadecuado de prácticas culturales (fertilización, riego, época de siembra, entre otros), variedades que están en uso desde hace 10 - 12 años, las que resultan poco productivas debido a que han perdido la resistencia a enfermedades y su potencial productivo.

El rendimiento en los tratamientos osciló entre 1514.94 y 4869.97 kg/ha. La línea de mayor rendimiento fue IRSAL 15 y la de menor fue IRSAL 6. Las líneas IRSAL 9, 3 y 8 obtuvieron rendimientos similares con 3679.55, 3289.94 y 3149.3 kg/ha, respectivamente. Los cultivares IRSAL 11 y 4 alcanzaron rendimientos promedios de 1709.9 y 1991.4 kg/ha. En conclusión podemos decir, que la mejor línea en relación al rendimiento en grano fue IRSAL 15, debido a que presentó panículas altamente fértiles, mayor número de tallos con panículas y tallos moderadamente fuertes.



Gráfica 14. Comportamiento del rendimiento kg/ha.

De acuerdo a la prueba Tukey realizada se puede afirmar con un 95 % de confianza que, al separar el conjunto de tratamientos comparados se obtienen cinco categorías estadísticas: En primer lugar, la línea IRSAL- 15 supera estadísticamente a las demás con un rendimiento de 4,869.97 kg/há. El segundo lugar le corresponde a la línea IRSAL –9 con 3,679.55 kg/há; seguida por las líneas IRSAL- 3 y 8 con 3,289.94 y 3,149.35 kg/há. En cuarto lugar la IRSAL- 4 con 1,991.4 kg/há y finalmente un quinto grupo constituido por IRSAL- 11 y 6 que poseen el rendimiento más bajo siendo estadísticamente iguales entre sí.

El análisis estadístico realizado a la variable cuantitativa **rendimiento** demostró que existe diferencia significativa en las líneas evaluadas.

IV- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

De los resultados obtenidos en el presente estudio, podemos concluir lo siguiente:

1. Las líneas IRSAL 6, 9 y 15 presentaron plantas muy vigorosas. El cultivar IRSAL 11 presentó plantas menos vigorosas que lo normal; por lo que no muestra buenas cualidades para la producción.
2. Las líneas que mostraron mayor número de tallos fueron: IRSAL 8 con 15 y la IRSAL 3, 4 y 15 con 14 cada una. Según la escala estándar del CIAT, todas las 1 evaluadas presentaron un macollamiento mediano. El material que obtuvo mayor número de tallos con panículas fue la línea IRSAL 15 con 14, lo que favoreció al rendimiento en grano de la misma.
3. La línea que presentó mejores características en relación a longitud y ancho fue la IRSAL-15 con 29 cm de longitud y 1.60 cm de ancho. Todos los cultivares presentaron hojas inferiores y bandera, erectas; además tallos con ángulo intermedio.
4. Las líneas IRSAL 3, 8, 9 y 15, según la escala estándar del CIAT, se clasifican como semienanas, lo que favoreció positivamente la menor tendencia al volcamiento. Las plantas de altura intermedia como IRSAL 4 y 6 mostraron mayor susceptibilidad a la misma.

5. Los cultivares presentaron diferencias en los días a floración y maduración, las líneas con menor número de días a maduración fueron: IRSAL-15, 3 y 9 con un rango entre 96 y 117 días y los materiales IRSAL 4, 6 11 y 8 obtuvieron promedios de 140 a 150 días.
6. Todos lo cultivares evaluados, excepto la IRSAL 6, se clasificaron como de **exercción moderada**.
7. El desgrane en las líneas IRSAL 8, 6, 9 y 15 se clasificaron como **cultivares de desgrane intermedio**.
8. La línea de mejor comportamiento fue IRSAL-15, debido a que presentó plantas muy vigorosas, menor tendencia al volcamiento, menor número de días a floración y plantas con menor altura.
9. Los materiales IRSAL 4, 6 y 11 no presentaron buenas características agronómicas, por lo que deben descartarse para la zona de Rivas.
10. De los materiales evaluados, la IRSAL 15 presentó panículas con mayor longitud y espiguillas altamente fértiles.
9. El mayor rendimiento, en kilogramos por hectárea, lo presentó la línea IRSAL 15 con un promedio de 4869.97, seguido de IRSAL 9, 3 y 8 con 3679.55, 3289.94 y 3149.35 kg/há.

En base a los resultados, recomendamos lo siguiente:

1. Evaluar las líneas en otras zonas arroceras del departamento.
2. Evaluar estas líneas con mayor densidad de siembra.
3. Evaluar los materiales introducidos en pruebas de rendimiento industrial y de palatabilidad.
4. Valorar el comportamiento de estos cultivares en secano y anegamiento, debido a que en el período en que se estableció este ensayo no corresponde a ninguno de estos sistemas.

V- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- CIAT. 1986. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Componentes del rendimiento. Auxiliar didáctico No. 001. Cali, Colombia. 19 pág.
- Contín, A. 1990. Cultivo de arroz. Manual de producción. Editorial Limusa. Cuarta edición. México D.F. 246 pág.
- Chandler Robert, 1984. Arroz en los Trópicos. IICA, San José, Costa Rica.
- CHavaría Isabel, 2000. Prueba Avanzada de Rendimiento de trece cultivares de arroz en condiciones de anegamiento y seco. Tesis (Maestría) Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- De Datta Surajit, 1986. Producción de Arroz . Fundamentos y Prácticas, LIMUSA, México. 135 pág.
- Fernández, F.,1985. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Arroz: Investigación y producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT, Cali, Colombia. Pág 83-100.
- Górrez Frank, 1996. Técnicas del Cultivo de Arroz. UPANIC, Managua, Nicaragua. 19 pág.
- Górrez F.,1996. Programa de producción de arroz en Nicaragua. El arrocero, Managua, Nicaragua. 19 pág.

- Jennings, 1985. Mejoramiento del arroz. Arroz: Investigación y producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT, Cali, Colombia. Pág 205-231.
- INTA, 1995. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Guía tecnológica para el cultivo de arroz. Volumen 2. Managua, Nicaragua. 14 pág.
- INETER. 1998. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Meteorología. Rivas, Nicaragua.
- Martínez G.A.,1988. Evaluación de 125 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) y prueba preliminar de las líneas seleccionadas. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 35 pág.
- MAG-FOR. 1999. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Trimestral. Mayo 1999. Año II. No. 3. Managua, Nicaragua. Pág 11-15.
- Murillo J. Y González R.,1981. Manual Para Arroz de Secano en Costa Rica, CAFESA, San José, Costa Rica.
- Pantoja, 1997. MIP en arroz. Manejo integrado de plagas. CIAT. Feriva S.A. Cali, Colombia. Pág 3.

- Pérez, 1985. Relación entre el rendimiento, sus componentes y caracteres morfológicos en arroz en Nicaragua. Ciencia y técnica en la agricultura. Arroz. Volumen 8. No.1. Enero. La Habana, Cuba. 32 pág.
- Snarskis Michael, 1989. Compendio de Agronomía Tropical. IICA, Costa Rica.
- Somarriba Camilo, 1998. Cultivo: Arroz. Documento de apoyo para clases, Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua. 30 pág.
- Soto, S.E, 1991. Informe de Investigación en fincas. Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos. Programa Nacional de Investigación de Arroz. Managua, Nicaragua. 16 pág.
- Tascón E. Y García E., 1985. Arroz: Investigación y Producción, CIAT. Editorial XYZ, Cali, Colombia. 75 pág.
- Tinarelli Antonio, 1989. El Arroz. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Vergara Benito, 1990. Guía del Agricultor para el Cultivo del Arroz. LIMUSA, México.
- Zeledón R. P.,1993. Estudio de Observación de 112 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.), tesis (Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 35 pág.

ANEXOS

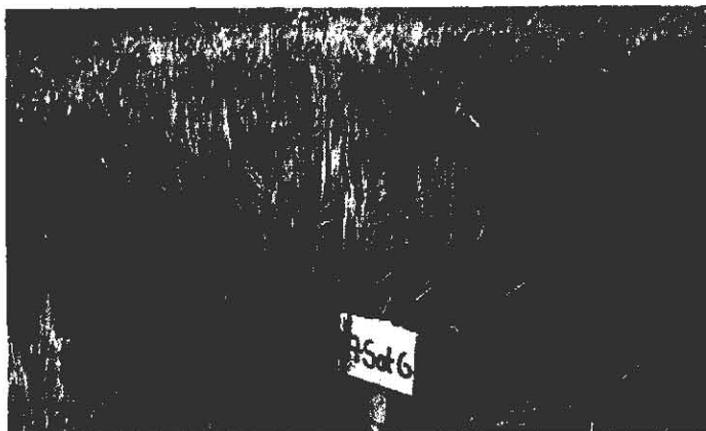
VI- ANEXOS: ANEXO 1. Fotografías de las líneas en Estudio.



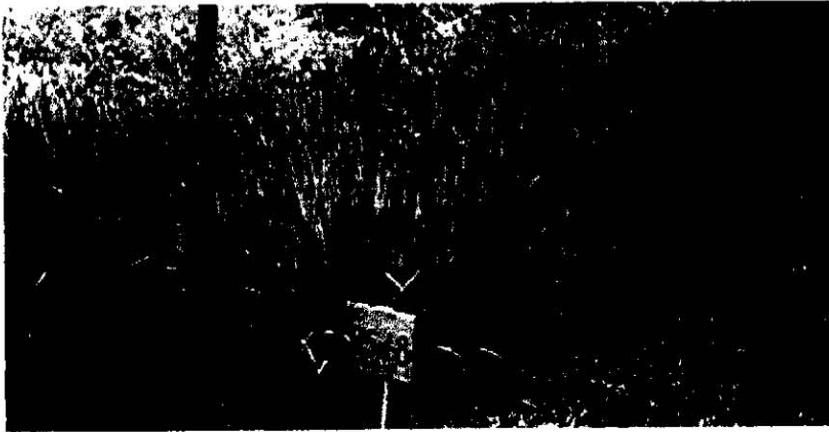
Línea IRSAL-3



Línea IRSAL-4



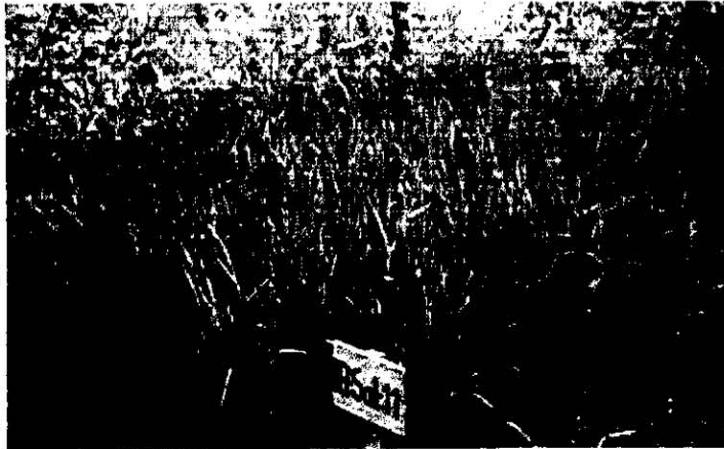
Línea IRSAL-6



Línea IRSAL-8



Línea IRSAL-9



Línea IRSAL-11



Línea IRSAL-15

ANEXO 2. Características de crecimiento y desarrollo de los materiales evaluados.

TRAT.	ALT(cm)	FL (d)	TALL(u)	ACA(%)	EXE	DES(%)	MAC(u)	MAD(d)
IRSAL3	96	83	10	10	Moderada	34	14	116
IRSAL4	117	103	11	55	Moderada	36	14	140
IRSAL6	119	98	10	35	Casi definida	20	13	140
IRSAL8	104	105	10	10	Moderada	13	15	150
IRSAL9	104	85	8	10	Moderada	20	12	117
IRSAL11	105	105	8	10	Moderada	19	12	146
IRSAL15	92	62	14	15	Moderada	20	14	96

TRAT.= tratamiento; ALT(cm) = altura de la planta en centímetros; FL(d) = floración en días; TALL(u) = número de tallos con panículas; ACA(%) = acame en porcentaje; EXE = excerción de panículas; DES(%) = desgrane en porcentaje; MAC(u) = número de macollas por planta; MAD(d) = maduración en días.

ANEXO 3. Descripción de los componentes del rendimiento en las líneas evaluadas en el presente estudio.

TRAT.	FER(%)	LON(cm)	GRAPAN(u)	PES(g)	REN (Kg/Há)
IRSAL3	88	23	141	25	3,289.94
IRSAL4	79	25	134	34	1,991.40
IRSAL6	91	25	125	25	1,514.94
IRSAL8	75	24	158	27	3,149.35
IRSAL9	83	26	110	30	3,679.55
IRSAL11	85	21	175	28	1,709.90
IRSAL15	92	26	114	25	4,869.97

TRAT.= tratamiento; FER(%) = fertilidad por panícula en porcentaje; LON(cm) longitud de la panícula en centímetros; GRAPAN(u) = granos por panícula en unidades; PES(g) = peso de mil granos en gramos; REN(Kg/Há) = Rendimiento en kilogramos por hectárea.

ANEXO 3. Descripción de los componentes del rendimiento en las líneas evaluadas en el presente estudio.

TRAT.	FER(%)	LON(cm)	GRAPAN(u)	PES(g)	REN (Kg/Há)
IRSAL3	88	23	141	25	3,289.94
IRSAL4	79	25	134	34	1,991.40
IRSAL6	91	25	125	25	1,514.94
IRSAL8	75	24	158	27	3,149.35
IRSAL9	83	26	110	30	3,679.55
IRSAL11	85	21	175	28	1,709.90
IRSAL15	92	26	114	25	4,869.97

TRAT.= tratamiento; FER(%) = fertilidad por panícula en porcentaje; LON(cm) longitud de la panícula en centímetros; GRAPAN(u) = granos por panícula en unidades; PES(g) = peso de mil granos en gramos; REN(Kg/Há) = Rendimiento en kilogramos por hectárea.