

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES



TRABAJO DE TESIS

EVALUACION Y PRUEBA AVANZADA DE RENDIMIENTO DE
CATORCE LINEAS PROMISORIAS Y DOS VARIEDADES COMERCIALES DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN EL VALLE DE
SÉBACO, MATAGALPA. PRIMERA 2003

AUTORES:

Br. ISAIAS CARDOZA LÓPEZ
Br. EVENOR GONZÁLEZ DÁVILA

ASESORES:

Ing. Agr. MSc. ALVARO BENAVIDES GONZÁLEZ
Ing. Agr. SERGIO CUADRA CASTILLO

MANAGUA, NICARAGUA
MARZO, 2004

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES



TRABAJO DE TESIS

EVALUACION Y PRUEBA AVANZADA DE RENDIMIENTO DE
CATORCE LINEAS PROMISORIAS Y DOS VARIETADES COMERCIALES DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN EL VALLE DE
SÉBACO, MATAGALPA. PRIMERA 2003

AUTORES:

Br. ISAIAS CARDOZA LÓPEZ
Br. EVENOR GONZÁLEZ DÁVILA

ASESORES:

Ing. Agr. MSc. ALVARO BENAVIDES GONZÁLEZ
Ing. Agr. SERGIO CUADRA CASTILLO

Presentado a la consideración del
Honorable Tribunal Examinador como requisito
para optar al grado de *Ingeniero Agrónomo*
con orientación en Fitotecnia

MANAGUA, NICARAGUA
MARZO, 2004

DEDICATORIA

Ante todo a Dios nuestro señor Jesucristo por ser el creador de todo en cuanto existe y por concederme la inteligencia necesaria para hacer posible lo que con mucho anhelo un día me propuse alcanzar, en este caso mi título de Ingeniero Agrónomo.

A mi Papá Pedro Cardoza O. y a mis hermanas Alba Luz, Martha Lorena, Ivania, Damaris y Reyna Isabel Cardoza y demás hermanos quienes se empeñaron en sumar esfuerzos para brindarme un apreciado apoyo incondicional tanto económico como moral, lo que ha sido de mucha utilidad en mi vida como estudiante, por tal razón me es grato agradecerles en gran manera.

Mi primo Mario Cardoza y a mis vecinas Digna Betanco y Francisca Rivera por su generosidad, comprensión y por la ayuda que me han brindado

A mis amigos por demostrarme confianza y por los oportunos consejos que han impactado con mucha utilidad en el desarrollo de mi carrera profesional.

Isaías Cardoza López

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con mucha sinceridad a Dios, Mis Padres, Familia y Amigos.

A Dios todopoderoso por haberme regalado la vida, sabiduría, entendimiento e inteligencia para culminar con éxito mis estudios universitarios, por conducirme siempre hacia el camino de la verdad y por la protección que me ha brindado toda la vida.

A mi madre Rosa Emilia Dávila Palacios quien con mucho amor y sacrificio siempre estuvo a mi lado para que fuera posible la culminación de mis estudios universitarios y de este Trabajo de Diploma, pues sin su apoyo económico y moral nada de esto hubiese sido realidad.

A mi padre Pastor González G. quien con mucho amor y sacrificio me oriento desde temprana edad con los valores de honradez y humildad, valores que hoy se reflejan y que han sido cosechados en la finalización de este trabajo.

A mi familia, hermanos y sobrinos todos, pero con mucho respeto a mi hermana María Nila González Dávila y a mis sobrinas Magdiela Laguna González y Maylin Yesenia Centeno González quienes siempre me brindaron su apoyo moral y económico para que hoy este sueño se cumpliera.

A mis amigos por haberme brindado su ayuda moral y levantar en mi ánimo de superación para lograr la culminación de este trabajo de Diploma.

Evenor González Dávila

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por darnos la vida y la sabiduría necesaria durante todo el proceso educativo, para culminar hoy con nuestro trabajo de Diploma.

A nuestro asesor *Ing. Agr. MSc.* Alvaro Benavides González (UNA REGEN), agradecemos su especial colaboración en el análisis estadístico y orientación en el trabajo de tesis, quien deposito su confianza en nosotros permitiendonos el uso de los equipos y materiales didácticos necesarios para la culminación de este trabajo.

Asesor *Ing. Agr.* Sergio Cuadra Castillo (INTA CEVAS), por su apoyo en la gestion y ejecución del presente estudio.

A la profesora *MSc.* Isabel Chavarría Gaitan por su oportuna colaboración en la necesaria revisión de nuestro trabajo de diploma.

Al *Ing. Agr.* Evenor Valdivia por habernos permitido la ejecución de la fase de campo de este trabajo en su finca.

A las señoritas Iris Judith Dávila y Jenny Urbina Cardoza quienes con su ayuda nos facilitaron los materiales didácticos para la elaboración de este trabajo.

Agradecemos al personal del CENIDA UNA por proporcionarnos todo el material bibliográficos para la realización de nuestro trabajo de Diploma.

A nuestros padres que con su ayuda incondicional han hecho posible nuestros estudios universitarios logrando culminar con el título de Ingeniero Agrónomo.

*Isaías Cardoza López
Evenor González Dávila*

C O N T E N I D O

Página

ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>iii</i>
INDICE DE CUADROS	<i>iv</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1. Descripción del lugar	3
2.2. Tratamientos evaluados	4
2.3. Diseño y area experimental	4
2.4. Variables evaluadas	5
2.4.1. Variables de crecimiento y desarrollo	5
2.4.2. Variables de rendimiento	8
2.5. Evaluación de enfermedades	9
2.6. Manejo agronómico	10
2.6.1. Preparación del suelo	10
2.6.2. Siembra	11
2.6.3. Control de malezas	11
2.6.4. Fertilización	11
2.6.5. Control de plagas insectiles	12
2.7. Análisis estadístico	12
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
3.1. Variables de crecimiento y desarrollo	13
3.1.1. Vigor (Vg)	13
3.1.2. Acame (Lg)	14
3.1.3. Habilidad de macollamiento (Ti)	17
3.1.4. Altura de planta (Ht)	18
3.1.5. Iniciación de primario floral	19
3.1.6. Floración (F1)	21
3.1.7. Maduración (Mat)	23

3.2.	Variables de rendimiento	24
3.2.1.	Número de granos por panícula (Ngp)	24
3.2.2.	Fertilidad de la espiguilla (St)	26
3.2.3.	Peso de mil granos (PMG)	27
3.2.4.	Rendimiento de grano (Yld)	28
3.3.	Calidad industrial	30
3.4.	Reacción a <i>Pyricularia oryzae</i>	32
V. CONCLUSIONES		34
VI. RECOMENDACIONES		35
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		36

.

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Origen de las líneas promisorias y variedades que se evaluaron en la zona de San Isidro- Matagalpa, 2003	4
Cuadro 2. Calificación de los estados fenológicos de la planta de arroz	5
Cuadro 3. Escala para la variable de Vigor	5
Cuadro 4. Escala utilizada para la variable de acame	6
Cuadro 5. Escala de calificación para la variable habilidad de macollamiento	6
Cuadro 6. Escala utilizada en la variable altura de planta	7
Cuadro 7. Escala para la fertilidad de panícula	7
Cuadro 8. Evaluación de Piricularia en el cuello de la panícula y nudos	9
Cuadro 9. Escala de Piricularia en la hoja (BI), escaldadura foliar (LSc) y helminstosporiosis (Bs)	10
Cuadro 10. Momentos de fertilización	12
Cuadro 11. Promedios de altura de planta (Ht), acame (Lg) y habilidad de macollamiento (Ti) de 14 líneas y 2 variedades de arroz	19
Cuadro 12. Comportamiento del número de granos por panícula (Ngp), fertilidad de la espiguilla (St), peso de mil granos (PMG) y rendimientos (Yld) de 14 líneas promisorias de arroz y 2 variedades	28
Cuadro 13. Análisis de la calidad industrial de los materiales de arroz evaluados en San Isidro,- Matagalpa en la época de primera del 2003	31

INDICE DE FIGURAS

Página

- Figura 1.** Promedios de temperatura (Temp.), precipitación (Pp.) y humedad relativa (H.R.) en la zona de San Isidro Matagalpa. INETER, 2003 3
- Figura 2.** Comportamiento de vigor (Vg) y acame (Lg) de 14 líneas y 2 variedades de arroz 16
- Figura 3.** Comportamiento de primordio (Pri), floración (F1) y maduración (Mat) de 14 líneas y 2 variedades de arroz 21

RESUMEN

En la actualidad el área sembrada de arroz (*Oryza sativa* L.) se ha incrementado, pero los rendimientos son bajos. Para tratar de resolver esta problemática en el país se hace necesario la evaluación de nuevos materiales; esto con el objetivo de generar variedades de alto rendimiento que se puedan adaptar a las condiciones agroclimáticas y a los sistemas de siembra de la zona. El presente estudio se desarrolló entre marzo-julio, 2003 y fue establecido en la finca del productor Evenor Valdivia, en San Isidro, Matagalpa. Se aplicó el diseño de BCA con 16 cultivares y cuatro replicas. Utilizándose ANDEVA y separación de medias según Tukey ($\alpha=0.05$). Evaluándose características fenotípicas de 14 líneas promisorias procedentes de Colombia, Cuba y República Dominicana y dos variedades comerciales de Nicaragua, (INTA N-1 e INTA MALACATOYA). Con respecto a la enfermedad Pyricularia no se presentó daño severo en los cultivares, además se evaluaron variables de rendimiento y calidad industrial, entre otras. Las líneas promisorias de mayor rendimientos fueron: TSY-1216, L-4, L-62 y L-39 con promedios de 11,314.5, 10668.7, 10386.5, y 10373.5 kg/ha; respectivamente; superando a los testigos INTA MALACATOYA e INTA N-1, mientras que las líneas FE DE ARROZ-50 y AVE MARÍA demostraron los menores rendimientos. Las líneas TSY-1216, L-8 y L -4 presentaron una calidad industrial de 90/10, 90/10 y 87/13 con respecto a la relación de grano Entero/Quebrado.

I. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una gramínea que comprende varias especies, siendo el arroz común el más importante. El género *Oryza* tiene 19 sp. aproximadamente, de las cuales *O. Sativa* y *O. glaberrima* se cultivan para la alimentación humana, esta última se cultiva solamente en el occidente de Africa. La especie *O. sativa* comprende casi todas las variedades cultivadas de América, Asia y Europa. El arroz constituye un elemento esencial, ocupando este rubro el tercer lugar en importancia, por lo que se considera junto al maíz y el frijol como los principales en la dieta alimenticia del pueblo nicaragüense.

Durante el ciclo agrícola 2002-2003 el área de siembra aproximada del cultivo de arroz fue de 90455.40 hectáreas, para una producción total de 202987.40 toneladas, para un rendimiento promedio de 2.2 ton/ha (MAGFOR, 2003).

Es notorio, que en Nicaragua encontramos pequeñas y medianas unidades de producción de arroz de riego y de secano, Siendo Nicaragua el único país en Centro América, en el cual el 53% de la producción nacional lo aporta el ecosistema de riego y el 47% restante, los diferentes sistemas de producción de arroz de secano, dándose éste último en regiones de alta pluviosidad. En ambos sistemas de siembra, se requieren variedades con características agronómicas favorables y con tolerancia a las principales plagas y enfermedades, principalmente *Pyricularia* y manchado del grano (*Helminthosporium oryzae*). Por otra parte el uso de campos infestados por malezas gramíneas, entre ellas el arrocillo, que causa drásticas reducciones en el rendimiento lo cual conllevan a importar grandes cantidades del grano para satisfacer las demandas de consumo nacional.

El uso de variedades seleccionadas que presentan características de alta productividad, amplio rango de adaptabilidad, tolerante a enfermedades, incrementan los rendimientos; además de proporcionar cosechas uniformes de mejor calidad, sin afectar los costos de los otros medios de producción (Narváez, 1996).

Para Nicaragua, el método de mejoramiento por introducción constituye la alternativa viable de generar nuevos materiales para los programas nacionales de investigación, y posteriormente estos materiales se convertirán en nuevas variedades comerciales, que le permita al productor mejorar la producción (Somarriba, 1998).

Tomando en consideración lo expuesto, este trabajo pretende aportar información mediante la evaluación de material genético, teniendo como objetivos los siguientes:

Objetivo general:

- Contribuir a mejorar la productividad del cultivo de arroz en el Valle de Sébaco, mediante la evaluación de 14 líneas promisorias y dos variedades comerciales bajo el sistema de riego.

Objetivos específicos:

- Seleccionar las líneas promisorias que presenten mejor rendimiento y calidad industrial del grano.
- Identificar las líneas promisorias que demuestren mejor adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la zona.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del lugar

El experimento se estableció el 06 de Marzo del 2003, en la finca del productor Evenor Valdivia, ubicada del empalme San Isidro a 3½ km sobre la carretera a León. Sus coordenadas corresponden a 12° 55' latitud Norte, 86° 11' longitud Oeste y a una altura de 465 msnm. La zona se caracteriza por tener suelo arcilloso, fértiles, mecanizables y aptos para el cultivo de arroz. Se presentan dos estaciones, verano con más de 6 meses de duración mientras que el invierno es muy irregular, la precipitación oscila entre los 730 a 850 mm anuales y la temperatura media es de 26 °C. Según la clasificación bioclimática de Holdridge (INETER, 2003), la zona de vida es bosque sub-tropical seco. Las características climatológicas obtenidas durante el período del ensayo se muestran en la Figura 1.

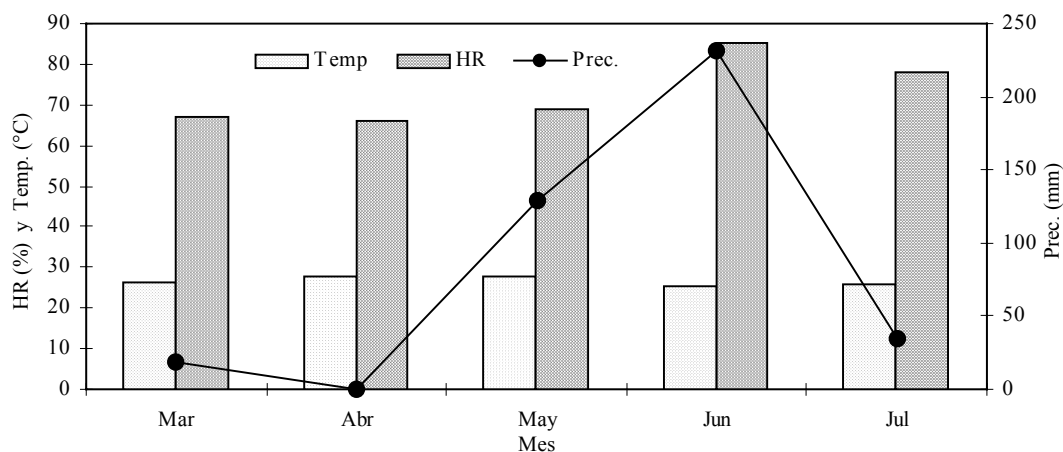


Figura 1. Promedios de temperatura (Temp.), precipitación (Pp.) y humedad relativa (HR) en San Isidro, Matagalpa. INETER, 2003.

2.2. Tratamientos evaluados

Los tratamientos estuvieron conformados por catorce líneas promisorias y dos variedades de arroz (Cuadro 1).

Cuadro 1. Origen de las líneas promisorias y variedades que se evaluaron en la zona de San Isidro, Matagalpa, 2003.

Tratamientos	Material genético	Origen
Líneas		
T1	L-59	Colombia
T2	L-39	Colombia
T3	L-58	Colombia
T4	L-64	Colombia
T5	L-8	Colombia
T6	L-61	Colombia
T7	L-62	Colombia
T8	ECIA-59	Cuba
T9	A-2759	Cuba
T10	AVEMARIA	Nicaragua
T11	A-2756	Cuba
T12	FE DE ARROZ-50	Colombia
T13	TSY-1216	Rep. Dominicana
T16	L-4	Colombia
Variedades		
T14	INTA MALACATOYA	Nicaragua
T15	INTA- N1	Nicaragua

2.3. Diseño y área experimental

En este experimento se utilizó un diseño en Bloque Completo al Azar (BCA) con 16 tratamientos y 4 réplicas. El área de cada parcela experimental fue de 6.25 m², constituido por 5 surcos de 5m lineales, separados a 0.25 m, la parcela útil fueron los 3 surcos centrales. El área total del ensayo fue de 460 m².

2.4. Variables evaluadas

El resultado de la evaluación se realizó aplicando la escala de evaluación estandar para arroz del CIAT (1983) considerando el estado de desarrollo fenológico de la planta, el cual se indica entre paréntesis el estado. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Calificación de los estados fenológicos de la planta de arroz

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

2.4.1. Variables de crecimiento y desarrollo

Vigor (Vg)

El vigor vegetativo se determinó en función del macollamiento y la altura de planta (Cuadro 3), el tiempo de evaluación fue en estado de crecimiento (02).

Cuadro 3. Escala para la variable de vigor

Clasificación	Categorías
1	Muy Vigoroso
3	Vigoroso
5	Plantas intermedias o normales
7	Plantas menos vigorosas que la normal
9	Plantas muy débiles y pequeñas

Acame (Lg)

Consistió en la habilidad de los tallos de permanecer erectos en el campo (Cuadro 4). La medición de esta variable se evaluó a través de la observación visual y se registró en la fase de crecimiento estado (09).

Cuadro 4. Escala utilizada para la variable de acame

Escala	Categoría	Descripción
1	Tallos fuertes	Sin volcamiento.
3	Tallos moderadamente Fuerte	La mayoría de las plantas (más del 59 %) presentas 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.

Habilidad de macollamiento (Ti)

Las condiciones ambientales pudieron tener una fuerte influencia en el grado de macollamiento. Tiempo de evaluación fue en la etapa 07 del ciclo vegetativo del cultivo y se evaluó en cada unidad experimental, se azarizaron 10 plantas de los surcos centrales, determinando el número de hijos por cada planta (Cuadro 5).

Cuadro 5. Escala de calificación para la variable habilidad de macollamiento

Calificación	Categoría	Descripción (no. de tallos)
1	muy bueno	Más de 25
3	bueno	20 – 25
5	mediano	10 - 19
7	débil	5 – 9
9	escaso	Menos de 5

Altura de planta (Ht)

Se registró la altura de la planta en cm, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo la arista (Cuadro 6). El tiempo de evaluación, fue en estado fenológico (09).

Cuadro 6. Escala utilizada en la variable altura de planta

Escala	Categoría	Descripción
1	Plantas semienanas	Menos de 100 cm
5	Plantas intermedias	De 101 a 130 cm
9	Plantas altas	Más de 130 cm

Iniciación de primordio floral

Se realizó a través de la observación, a partir del primer entrenudo del tallo, donde se verificó el inicio del primordio floral, se registró en número de días a partir de la emergencia hasta que el 50% de las plantas estaban iniciando panzoneo, entendiéndose como el momento en el cual la inflorescencia desarrollada empieza a notarse envuelta en la hoja bandera, pero sin poder observarse aun en el exterior. Tiempo de evaluación, estado de crecimiento [04].

Floración (F1)

Se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50% de la población de planta floreció. El estado de evaluación fue en la etapa (06).

Maduración (Mad)

Para evaluar esta variable se consideró el número de días transcurridos desde la emergencia hasta que la planta entera estuvo fisiológicamente madura, cuando el 90% de los granos mostraron color amarillo pajizo. El tiempo de evaluación, fue en estado de crecimiento [09].

2.4.2. Variables de rendimiento

Números de granos por panícula (Ngp)

De cada línea por unidad experimental se tomaron 10 panículas al azar y se contó el número total de granos en la panícula para luego obtener los promedios. Se midió en el estado fenológico (09).

Fertilidad de la panícula (St)

De las diez panícula tomadas por parcela se tomaron el número de espiguillas con granos, obteniéndose así el porcentaje de fertilidad de cada tratamiento. Tiempo de evaluación, estado de crecimiento [09].

Cuadro 7. Escala para la fertilidad de panícula

Clasificación	Categoría	Descripción
1	Altamente fértiles	Más del 90%
3	Fértiles	75 – 89%
5	Parcialmente fértiles	50 – 75%
7	Estériles	10 – 49%
9	Altamente estériles	Menos del 10%

Peso de mil granos (PMG)

Se tomó una muestras de 250 granos por líneas y el promedio se multiplicó por cuatro para obtener en gramos el peso de mil granos y se estandarizó a un 14% de humedad. CIAT, (1983).

Rendimiento de grano (Yld)

El rendimiento se determinó en el estado fenológico 9 de la planta (arroz en cáscara o paddy), y se expresó en kg/ha al 14% de humedad, el grano a utilizar fue solo el cosechado en el área de la parcela útil previamente limpio.

Calidad industrial

Se conformó una muestra de 200 gramos de arroz Paddy previa homogenización al 14% de humedad. Después se sometió a su debido beneficiado.

2.5. Evaluación de enfermedades

La evaluación de las enfermedades se realizó con el sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (1983), mediante las escalas o calificaciones. Las enfermedades evaluadas principalmente fueron: piricularia de cuello de la panícula (Cuadro 8), los nudos y hoja (Cuadro 9).

Cuadro 8. Evaluación de Piricularia en el cuello de la panícula y nudos

Calificación	Categoría	Descripción
0	Ninguna lesión visible	Sin afectación.
1	Menos de 1 %	Pocas ramificaciones secundarias afectadas.
3	1-5 %	Varias ramificaciones secundarias afectadas o ramificación principal
5	6-25 %	Eje o base de panícula parcialmente afectada
7	26-50 %	Eje o base de panícula afectada totalmente o más del 30 % de granos llenos
9	51- 100 %	Base de panícula o entrenudo superior afectados totalmente con menos del 30 % de granos llenos

Piricularia de cuello de la panícula y en los nudos (NBI)

Tiempo de evaluación. estado fenológico 08. La aplicación de la escala se realizó según el porcentaje de panícula o nudos afectados (CIAT, 1983).

Piricularia en la hoja (BI), escaldadura foliar (LSc) y helminstosporiosis (Bs)

La aplicación de la escala se realizó según el área foliar afectada. El tiempo de evaluación en el estado (08).

Cuadro 9. Escala de piricularia en la hoja (BI), escaldadura foliar (LSc) y helminstosporiosis (Bs)

Calificación	Categoría	Descripción (en la hoja)
0	Ninguna lesión visible	Sin lesión
1	Menos de 1 %	Lesiones apicales
3	1-5 %	Lesiones apicales
5	6-25 %	Lesiones apicales y algunas marginales
7	26-50 %	Lesiones apicales y marginales
9	51- 100 %	Lesiones apicales y marginales

2.6. Manejo agronómico

2.6.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se inició 15 días antes del establecimiento del cultivo de arroz, realizándose un pase de rotadisco y nivelado. Posteriormente se inundó la terraza de agua con el fin de inducir la germinación de malezas para luego ser controladas con un herbicida total como (Glifosato), luego se procedió al surqueo del terreno para la siembra de arroz.

2.6.2. Siembra

La siembra se realizó el 06 de Marzo del 2003, después de haber drenado el campo y rayado los surcos, procediendo a la siembra de las semillas secas de forma manual a chorrillo a razón de 120 kg/ha. El manejo de la lámina de agua dependió del crecimiento del cultivo y el manejo convencional de la finca, alcanzando láminas de 10 a 20 cm.

2.6.3. Control de malezas

La aplicación pre-emergente se realizó 5 días antes de la emergencia de las plántulas, con la aplicación de Glifosato a razón de 4.2 l/ha, la segunda como post-emergente dividida en dos aplicaciones para el control de malezas de hoja ancha, poaceas y gramíneas, usando los herbicidas: Clincher (0.7 l/ha) + Nabu (0.30 l/ha) + Bibert (0.30 l/ha) + Ph Plus (0.25 l/ha) de producto comercial, para el control de gramíneas; y para el control de cyperaceas se usaron los siguientes productos químicos: Cirius (0.15 Kg/ha) + Ally (0.005 Kg/ha) + activador R- 11 (0.20 l/ha), a los 21 días después de la emergencia. Además se efectuaron controles manuales para reducir plantas atípicas al arroz.

2.6.4. Fertilización

Se aplicó fertilizante completo (NPK) de la formula 12-30-10, Muriato de Potasio (MOP), abono base 18-46-0 y Urea 46%. Distribuidos en 5 aplicaciones como se muestra en la Cuadro 10.

Cuadro 10. Momentos de Fertilización.

DDE	Formula	Dosis (Kg/ha)
4	12-30-10	136
6	18-46-0	136
16	Urea 46% + MOP	68.2 + 22.7
37	Urea 46%	68.2
51	Urea 46%	68.2

DDE = Días después de la emergencia

MOP = Muriato de Potasio

2.6.5. Control de plagas insectiles

El control de plagas insectiles se realizó mediante recuentos periódicos, utilizando como base los umbrales de daño económico establecidos por el Instituto Nicaragüense Tecnología Agropecuaria (INTA). Los productos insecticidas usados fueron: MTD-600 (Metamidofos) en dosis de 1.4 l/ha + Cypermat (Cipermetrina) a razón de 0.35 l/ha + el activador R-11 a razón de 0.30 l/ha, se efectuaron al momento de la floración y el estado lechoso del grano para el control del chinche (*Oevalus* spp). Para el control de plagas del suelo se usó el producto insecticida Endosulfan a razón de 1.5 l/ha. Para el control o prevención de enfermedades no se realizaron aplicaciones de fungicidas, por motivos de estudio de los tratamientos al comportamiento de resistencia a tales enfermedades.

2.7. Análisis estadístico

La matriz de datos fue conformada en hojas electrónicas (Excell), expuestas a SAS para su respectivo análisis estadísticos. Se utilizó análisis de varianza (ANDEVA) en las variables de acame, macollamiento, altura de planta, número de granos por panícula, fertilidad de la espiguilla, peso de mil granos, rendimiento del grano; para el establecimiento de comparaciones de medias se utilizó la técnica de rangos múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$).

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, 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: emergencia, buen desarrollo radical, crecimiento rápido de la plántula, precocidad y un alto macollamiento (Jennings, 1985).

El CIAT (1983), señala que el vigor consiste en la habilidad de cubrir rápidamente los espacios entre las plantas y a la vez está influenciado por factores tales como: posibilidad de macollamiento y altura de la planta. Las variedades que maduran entre 110 a 140 días, tienen gran vigor vegetativo (Contin, 1990).

Chavarría (2000), indica que el vigor es bajo en los materiales de porte bajo y de pobre macollamiento. Plantas con vigor vegetativo inicial son deseables, si tal vigor no conduce a un crecimiento excesivo y al sombrero mútuo después que comienza a formarse la panícula.

Los resultados obtenidos del análisis descriptivo para vigor de planta, el cual se realizó de manera visual en la etapa de crecimiento 2, en cuanto a vigor se estima que el 31% de las líneas evaluadas según la clasificación del CIAT se encuentran en la escala 1, clasificándose como materiales

muy vigorosos. El 69% de los materiales se ubican en la escala 3 como materiales vigorosos (Figura 2).

Es importante resaltar que los tratamientos L-39, A-2759, FEDEARROZ-50, L-4 y el testigo INTA-N1, presentaron la categoría de muy vigorosas. Esta es una categoría deseable que permite que las plantas llenen rápidamente los espacios entre planta y surcos, disminuyendo la competencia con las malezas, de modo que puede competir mejor en el agroecosistema.

También se hace la comparación de 8 tratamientos que fueron evaluados en el mismo sitio por Downs *et al.*, (2003), en la época de postrera del 2002 en donde los tratamientos A-2759, FE DE ARROZ-50, L-4 e INTA-N1 se comportaron como plantas vigorosas (escala 3) mientras en la época de primera del 2003 se ubicaron en la escala 1 como plantas muy vigorosas, exceptuando el caso del cultivar A-2759 se catalogó como plantas intermedias o normales (escala 5). Los tratamientos ECIA-59, AVEMARIA, A-2756 y TSY-1216 coincidieron como plantas vigorosas (escala 3).

3.1.2. Acame (Lg)

El acame del arroz determina bajos rendimientos debido a que el grano no llena normalmente a causa de las enfermedades y por pérdidas durante la recolección, ya que la máquina combinada no recoge todo el grano caído. El acame también determina mayores costos de recolección y una reducción en la calidad molinera como resultado de la fragilidad del grano. La resistencia al acame está asociado con la naturaleza y extensión del sistema radicular, con el espesor y la resistencia de la vaina, con el tamaño de los entrenudos y con la altura de la planta (Zeledón, 1993). Por otro lado Martínez (1988) expresa que la resistencia al acame está

asociada con una alta capacidad de rendimiento y que los tallos cortos y gruesos resisten al acame así como existe una buena relación grano paja, pero no todas las plantas enanas tienen tallos fuertes, ya que algunas se vuelcan.

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 caracteres como diámetro del tallo y espesor de las paredes del mismo (Jennings, 1985).

El ANDEVA determinó efecto significativo entre los cultivares evaluados con respecto al acame (cuadro 11). Mediante el sistema de evaluación estándar del CIAT (1983) se ubican en la escala 7 (tallos débiles) a los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje de susceptibilidad al acame: A-2756 (T11), A-2759 (T9), INTA-N1 (T15) y AVE MARÍA (T10) con un promedio de 75%; Los tratamientos que presentaron menor porcentaje de acame fueron las líneas: FE DE ARROZ – 50, L – 4 y el testigo INTA MALACATOYA. con un 6.25, 13.75 y 20% de volcamiento lo que corresponde a la clasificación de tallos fuertes sin volcamiento (escala 1). En la Figura 2 se presentan de forma gráficas las escalas que mostraron los cultivares.

La variedad INTA MALACATOYA (T14) presentó buena resistencia al volcamiento, lo que significa que junto al tratamiento FE DE ARROZ-50 (T12) y L-4 (T16) pueden adaptarse a las condiciones climáticas, y características agronómicas favorables adecuadas a la zonas arroceras del valle de Sébaco, con respecto a la variable analizada.

Un factor muy importante a considerar en el volcamiento de los materiales evaluados fue la velocidad del viento la que presentó un promedio en el mes de julio (Etapa 9) de 12.24 km/h se deduce que todos los materiales se pueden manejar a escala comercial, excepto las líneas: A-2756, A-2759 AVE MARIA e INTA-N1 los que obtuvieron altos porcentaje de volcamiento o acame.

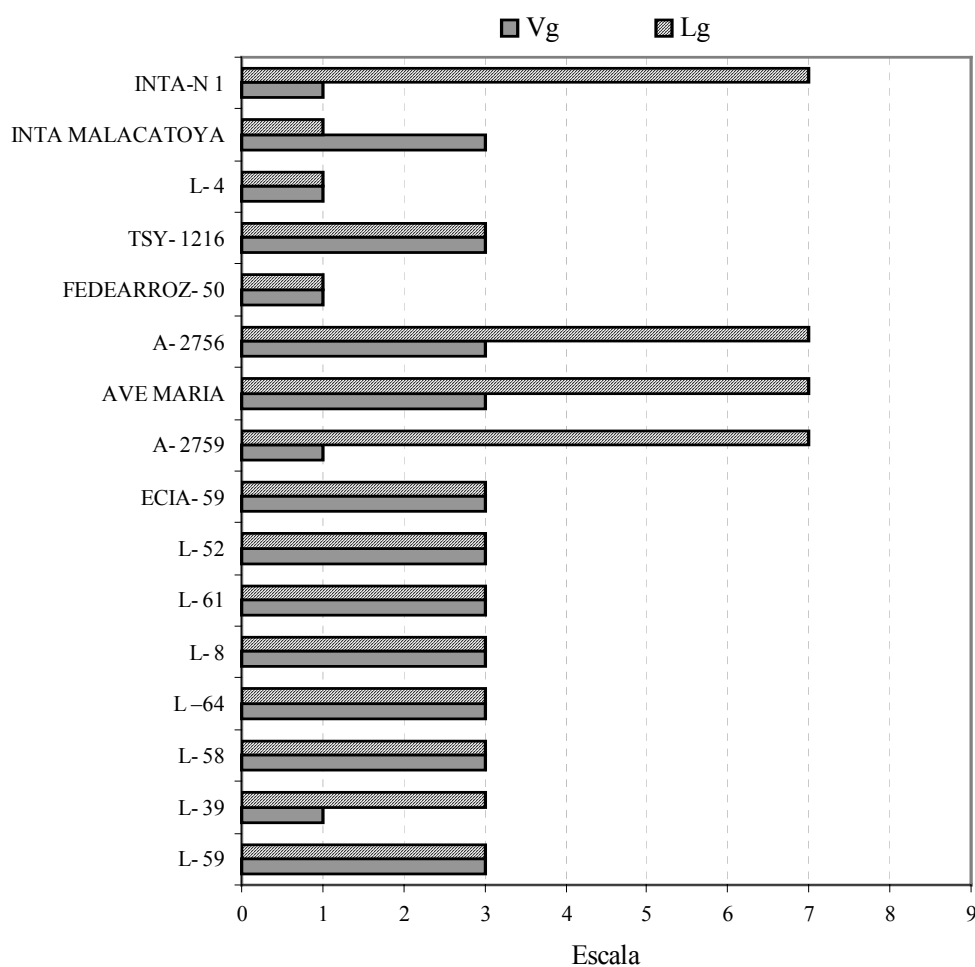


Figura 2. Comportamiento de vigor (Vg) y acame (Lg) de 14 líneas y 2 variedades comerciales de arroz.

3.1.3. Habilidad de macollamiento (Ti)

Es la etapa más larga del ciclo del cultivo y dura entre 45 a 55 días en las variedades precoces y tardías, respectivamente (Bird y Soto, 1991). Esta parte del ciclo de crecimiento, es muy importante, ya que tiene relación con el mejoramiento del cultivo y las prácticas agronómicas (Fernández *et al.*, 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 (Jennings *et al.*, 1985).

La habilidad de macollamiento es un carácter cuantitativo que está ligado a características genéticas y depende al mismo tiempo de las condiciones en el cual el cultivo se desarrolle, por ejemplo: densidad de siembra, fertilidad del suelo y temperaturas bajas que no permiten la formación del macollamiento.

El ANDEVA determinó el efecto significativo entre los tratamientos evaluados, de macollamiento (Cuadro 11). Los rangos obtenidos oscilan entre 7 a 10 tallos por planta. Los materiales L-59 y L-61 presentaron el mayor número de tallo con promedios de 9 y 10 tallos, en relación con la línea ECIA-59 y los testigos INTA-N1 e INTA MALACATOYA con promedios de 7 y 8 tallos, (cuadro 11). Esto representa una desventaja agronómica debido a que el número de tallos recomendado por la escala del CIAT, para una buena producción debe ser mayor de 25 tallos. Se puede considerar que esta variable fue afectada por la temperatura debido a que los promedios en la etapa culminante del macollamiento fue aproximadamente de 26.33 °C lo cual es respaldado por Zavala y Ojeda (1988), quienes

señalan que el macollamiento se retarda a temperaturas por debajo de 29 °C y se suspende por debajo de 19 °C.

3.1.4. Altura de planta (Ht)

Existen variedades o líneas de porte bajo y porte alto donde las variedades comerciales sus alturas oscilan entre 1 y 1.5 metros. El rendimiento y la respuesta al nitrógeno de las variedades de arroz están fuertemente correlacionadas inversamente con la altura de la planta (CIAT, 1983).

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

En el presente estudio la variable altura de planta muestra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los rangos de altura que presentaron estos materiales están entre 91.95 y 108.92 cm, respectivamente, siendo los tratamientos T13, T4, T11, T12 y T10 los de mayor altura con promedios de 108.92, 105.05, 101.25, 101.60, y 102.50; los que se clasifican como plantas intermedias. Los tratamientos restantes son considerados según el (CIAT, 1983) como plantas semienanas con alturas de 99.27 hasta 91.95cm (Cuadro 11).

Cuadro 11. Promedios de altura de planta (Ht), acame (Lg) y habilidad de macollamiento (Ti) de 14 líneas y 2 variedades de arroz

	Tratamientos	Ht	Lg	Ti
T 13	TSY-1216	108.92 a	23.75 abc	8.65 ab
T 16	L-4	94.05 hi	13.75 c	7.80 b
T 7	L-62	92.97 hi	28.75 abc	8.57 b
T 2	L-39	99.27 ed	31.25 abc	8.57 b
T 3	L-58	96.67 ef	43.75 abc	8.10 b
T 6	L-61	98.32 ef	23.75 abc	8.97 ab
T 1	L-59	91.95 I	42.50 abc	10.15 a
T 14	INTA M.	95.00 gh	20.00 bc	8.15 b
T 4	L-64	105.05 b	36.25 abc	8.97 ab
T 8	ECIA-59	95.25 gh	23.75 abc	7.80 b
T 11	A-2756	101.25 cd	91.25 a	8.22 b
T 5	L-8	97.55 ef	47.50 abc	8.30 b
T 9	A-2759	95.00 gh	91.25 a	8.15 b
T 15	INTA N-1	96.95 fg	87.50 ab	7.85 b
T 12	FE DE ARROZ	101.60 c	6.25 c	7.82 b
T 10	AVEMARIA	102.50 c	83.75 ab	8.52 b
	DMS	2.295	68.422	1.522
	Bloque	**	NS	**
	Cultivar	**	**	**
	C. V.%	0.91	61.44	7.06
	R ²	0.97	0.61	0.70

Medias con igual letra no difieren estadísticamente según Tukey ($\alpha=0.05$)

3.1.5. Iniciación de primordio floral

Somarrriba (1998), establece que la iniciación de la panícula se da con la diferenciación del primordio de la panícula (cambio de primordio), lo que ocurre de 30 a 34 días antes de la emergencia de la hoja bandera, indicando que el primordio de la panícula no es aun visible y puede verse 12 días más tarde dentro del tallo como una estructura cónica de 0.5 a 1.5 mm de largo, presentando un aspecto vellosa llamado “punto de algodón”. El mismo autor menciona que el desarrollo de la panícula se da desde el estado de punto de algodón hasta que su punta esta por debajo del cuello de la hoja bandera, en este periodo las espiguillas y el raquis de la inflorescencia en desarrollo dentro de la vaina de la hoja bandera causa un abultamiento llamado embuchamiento o panzoneo.

En un ejemplo sobre el desarrollo de los órganos reproductores de una variedad típica japónica, Matsuo citado por Angladette (1969) describe detalladamente las diferentes etapas del desarrollo de la panícula; este dura 35 días: al onceavo día se inicia la diferenciación de los primordios florales; un descenso de temperatura en dicha época puede causar deformaciones causantes de esterilidad sobre los tiernos botones.

El inicio de la formación de panícula ocurre primero en el tallo principal y continúa en los vástagos en forma irregular. Cuando existen limitaciones del recurso hídrico en arroz bajo riego, provoca el retraso del inicio de formación de panícula (De Datta, 1986).

La iniciación de primordio se midió en días después de la emergencia, la duración de este período es una característica propia de cada variedad, pero parece que depende también de las condiciones del medio y sobre todo de la temperatura y la duración del día (Narváez, 1996).

El tratamiento que presentó el menor número de días en formación de panícula (Figura 3) fue la líneas L-8 (T5) con 49 días desde la emergencia hasta la diferenciación visual de la panícula a nivel de campo. Los tratamientos que presentaron el mayor número de días a la diferenciación visual de esta fueron: L-39 (T2), ECIA-59 (T8), AVE MARÍA (T10), FE DE ARROZ-50 (T12), INTA-N1 (T15) y L-4 (T16) con promedios de 65 dde.

Downs *et al.*, (2003), encontró en su investigación realizada en la época de postrera en San Isidro, Matagalpa que el testigo INTA-N1 resultó con el menor número de días en formación de panícula, con 47 días desde la emergencia hasta la diferenciación visual a nivel de campo. Esto permite deducir que el testigo INTA-N1 en distinta épocas la iniciación del

primordio puede ser afectada por las condiciones del medio y sobre todo de la temperatura y duración del día.

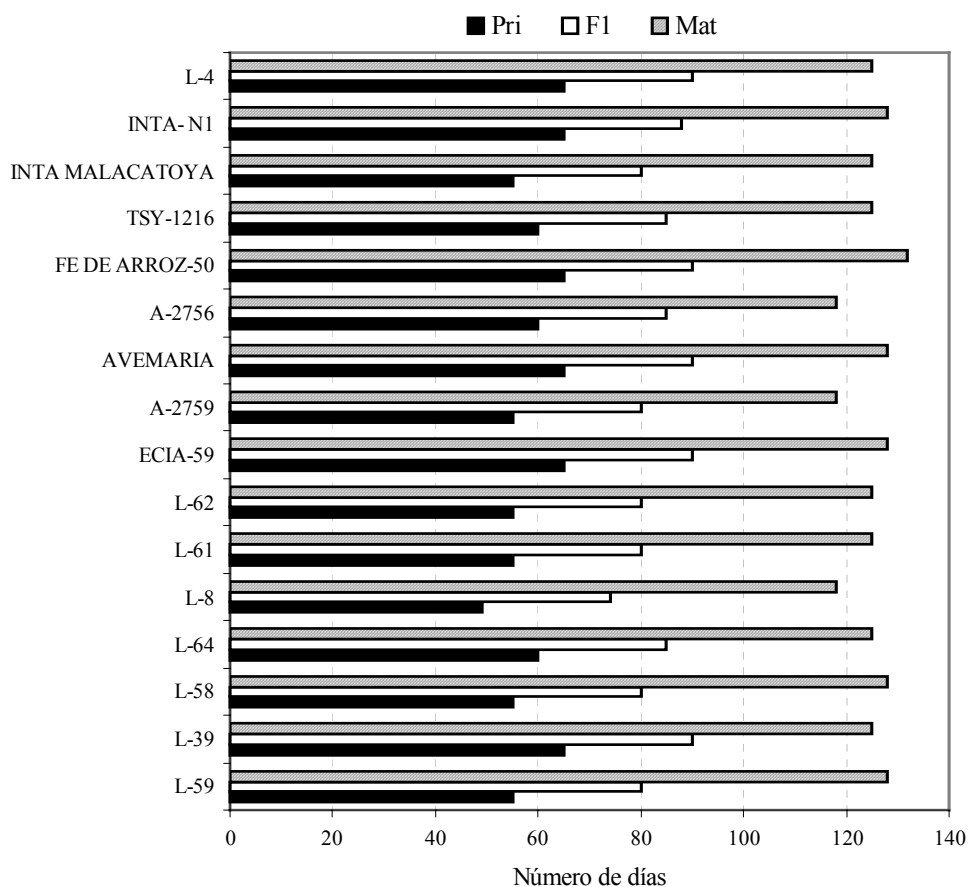


Figura 3. Comportamiento de primordio (Pri), floración (F1) y maduración (Mat) de 14 líneas y 2 variedades de arroz.

3.1.6. Floración (F1)

Se inicia cuando la panícula emerge de la vaina en la hoja bandera, inmediatamente la floración es seguida por la fecundación de las flores en el tercio superior de la panícula. Entre la fecundación y la floración ocurren de 8 a 10 horas (Somarriba, 1998).

La apertura de las espiguillas depende de condiciones de temperatura, luz y humedad. La intensidad máxima de apertura puede variar de 1 a 2 horas con la temperatura; La temperatura de floración es de 30 °C y las condiciones óptimas de humedad se sitúan entre 70 y 80% (Angladette, 1975).

La floración inicia a partir de la exorción de la panícula con la ruptura de las primeras anteras dehiscentes en las espiguillas terminales de las ramas de las panojas. La floración se produce aproximadamente 25 días después del engrosamiento prefloral del tallo, sea cual fuera la variedad y continúa sucesivamente hasta que todas las espiguillas de la panoja se abren (Contin, 1990).

La floración depende no sólo de la temperatura, si no también de la interacción con otros factores ambientales y nutricionales y la respuesta genotípica se debe en distinto grado de adaptación a esa interacción. La línea que mostró el menor número de días en la floración fue L-8 (T5) con 74 días y las líneas L-39 (T2), ECIA-59 (T8), AVE MARÍA (T10), FE DE ARROZ-50 (12) y L-4 (T16) catalogadas como las más tardías en este caso, floreciendo a los 90 días; mientras que los testigos INTA MALACATOYA e INTA-N1 se ubicaron en 80 y 88 días, respectivamente (Figura 3).

Según los resultados obtenidos se deduce que la mejor línea en lo relacionado a menor número de días a floración fue la línea L-8 (T5) lo que induce a que la cosecha sea temprana. La precocidad y el buen rendimiento de un material son cualidades muy apreciadas por muchos productores arroceros. Los materiales precoces les permiten hacer un mejor aprovechamiento de la tierra realizando hasta 3 siembras con sus respectivas cosechas al año, sin lugar a dudas en cuanto menor tiempo pase el cultivo en el campo menor será la exposición de éste a plagas y enfermedades, elevándose a la vez la productividad por hectárea.

3.1.7. Maduración (Mat)

Las variedades que maduran en mas o menos 110 a 135 días usualmente alcanzan mejores rendimientos que aquellas que lo hacen más pronto o más tarde bajo la mayoría de condiciones agronómicas favorables. 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 60 a 160 días. Las variedades tardías son apropiadas para áreas donde las fuertes lluvias o las aguas profundas durante la estación del cultivo impiden la cosecha de variedades tempranas.

El período de maduración está controlado generalmente por muchos genes, hace que la segregación transgresiva sea común para ambos tipos de maduración, tardía y precoz. En general la madurez intermedia y tardía recombinan con otros caracteres deseables. El objetivo difícil del mejoramiento es la recombinación de la madurez muy precoz (menos de 105 días) con el rendimiento alto y caracteres morfológicos causales: vigor inicial, buen macollamiento, tallos cortos y fuertes y hojas erectas (Jennings *et al.*, 1981).

Los granos alcanzan la maduración a los 30 días después de la floración. La planta entera esta fisiológicamente madura cuando el 80% de los granos han madurado y muestran un color amarillo pálido, la panícula se inclina a 180° y se apoya hacia adelante en el nudo del cuello (Somarriba, 1998).

El momento óptimo de recolección es cuando la panícula alcanza su madurez fisiológica con una humedad de grano en campo del 20 al 27%. De los materiales evaluados las líneas que presentaron menor número de

días a cosecha fueron: L-8 (T5), A-2759 (T9), A-2756 (T11) con 118 días; siendo el tratamiento FE DE ARROZ-50 (T12) el que alcanzó 132 días a cosecha (Figura 3).

Comparando los resultados obtenidos por Downs *et al.*, (2003), en su reciente investigación en cuanto a los tratamientos AVE MARÍA y FE DE ARROZ-50 estos en la época de postrera 2002, lograron su maduración a los 119 y 118 días, respectivamente, mientras que la evaluaciones de estos materiales en la época de primera 2003 obtuvieron su maduración a los 128 y 132 días; tales diferencias se deben a las condiciones ambientales y el manejo agronómico predominante en la zona.

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. Número de granos por panícula (Ngp)

De Datta (1986), expresa que el clima afecta directamente los procesos fisiológicos, que influyen en el crecimiento, desarrollo y formación de granos de arroz y que el área foliar total de una población de arroz es un factor estrechamente relacionado con la producción de granos. También expresa que las condiciones climáticas pueden ser la causa de que se formen un mayor número de espiguillas o granos, sobre todo la radiación solar favorece la actividad fotosintética produciendo así un incremento de los carbohidratos.

El número de granos por panícula es un componente considerado de importancia para obtener buenos rendimientos y todo está ligado con fertilidad o esterilidad de la panícula. El número de granos por panícula está en función de su longitud y condiciones ambientales. La mayoría de

las variedades comerciales oscilan entre 100 a 150 granos por panícula (Soto, 1991).

El ANDEVA demostró que existen diferencias altamente significativas entre los cultivares. Los tratamientos que sobresalieron con el mayor número de granos por panícula fue: L-39 (T2), AVE MARIA (T10), FE DE ARROZ-50 (T12), obteniendo promedios de 140.18, 126.30 y 121.30 superando estas tres líneas a los testigos INTA MALACATOYA (T14) e INTA-N1 (T15), los que obtuvieron valores de 91.7 y 102.35 de granos por panícula; las líneas A-2759 (T9) y L-8 (T5) lograron el menor promedio con 84.43 y 91.05, respectivamente (Cuadro 12).

Downs *et al.*, (2003) encontró que las líneas L-4 y TSY-1216 presentaron promedios de 147 y 143 granos por panícula, siendo estos los que mostraron los mayores rendimientos con mas de 6 ton/ha, superando al testigo INTA-N1 en un 11 y 10%.

Las diferencias encontradas en ambos estudios en cuanto al número de granos por panícula de los tratamientos antes mencionados pudieron haber sido influenciadas por las diferentes épocas de siembras en que se evaluaron los tratamientos. De Datta (1986), señala que las condiciones climáticas pueden ser la causa de que se formen un mayor número de espiguillas o granos, sobre todo la radiación solar que favorece la actividad fotosintética produciendo así un incremento de los carbohidratos.

3.2.2. Fertilidad de la espiguilla (St)

Con un buen manejo agronómico y un crecimiento apropiado se obtiene un alto rendimiento. La fertilidad de la espiguilla es un prerrequisito obvio para obtener altos rendimientos, los porcentajes de una esterilidad normal de las espiguillas son de 10 a 15%, un porcentaje más alto es preocupante aunque se puede aceptar hasta un 20%. La esterilidad es común en materiales mejorados de arroz y tiene 3 causas principales: temperatura externa, volcamiento, esterilidad híbrida e incompatibilidad genética (Jennings *et al.*, 1981). Un síntoma importante del daño ocasionado por la temperatura es la esterilidad parcial o completa de las espiguillas, esta también se puede encontrar en arroces de tipo de plantas pobres que se caracterizan por crecimientos excesivo, sombrío mutuo y caída temprana. El número de espiguillas es el segundo en importancia entro los componentes de rendimiento, y es controlado durante la fase reproductiva. El número de espiguillas se disminuye si las ramas secundarias no se forman, o si se forman y luego se degeneran (CIAT, 1986).

Los altos rendimientos se dan cuando el 70 a 80% de la materia seca necesaria para el llenado de grano se forma por fotosíntesis, después del espigamiento y el 20 a 30% restantes se forma por traslocacion de elementos sintetizados antes del espigamiento (Zabala y Ojeda, 1988).

Los mayores porcentajes de fertilidad lo exhibieron los tratamientos: T11, T13, T3, T9 y T2 con valores de 88.45, 88.07, 84.45, 83.90 y 82.75%, los cuales superaron a los testigos INTA-N1 e INTA MALACATOYA los que presentaron fertilidad de 81.75 y 78.85%. Los tratamientos restantes obtuvieron los porcentajes mas bajos de fertilidad (Cuadro 12).

3.2.3. Peso de mil granos (PMG)

El peso de grano varía entre 10 a más de 50 mg por grano. Este carácter es más comúnmente expresado como peso de mil granos al 14% de contenido de humedad. El peso de la cáscara es normalmente de 20 a 21% del total de 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).

El peso de mil granos es un carácter muy estable en buenas condiciones del cultivo y depende fundamentalmente de la variedad; sin embargo un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano, los granos largos a extra largos son los que obtienen mayor peso de los cuales fluctúan entre 25 y 35 gramos (López, 1991; citado por Sandino, 2000).

Se encontraron diferencias significativas entre los materiales evaluados. Los tratamientos T13, T2, T12 y T4 obtuvieron el mayor peso con valores de 34.5, 33.82, 33.07 y 32.60 gramos, las variedades testigos INTA-N1 e INTA MALACATOYA, aproximaron pesos promedios de 30.50 y 29.30, respectivamente; siendo la línea L-58 la que alcanzó el peso más bajo con 27.32 gramos (Cuadro 12).

Downs *et al.*, (2003), encontró que el tratamiento ECIA-59 fue el de mayor peso en los mil granos con 31.0 gramos y afirma que dichas diferencias se debieron a caracteres genéticos donde probablemente exista un aumento del grosor de la cáscara o el grano.

Cuadro. 12. Comportamiento de número de granos (Ngp), fertilidad de espiguilla (St), peso de mil granos (PMG) y rendimiento (Yld) de 14 líneas y 2 variedades de arroz

Tratamientos	Ngp	St	PMG	Yld (kg/ha)
T13 TSY- 1216	114.72 abc	88.07 a	34.5 a	11314.5 a
T16 L- 4	108.15 abc	78.12 abc	29.30 cde	10668.7 a
T7 L- 62	101.50 abc	78.60 abc	29.87 bcde	10386.3 ab
T2 L- 39	140.78 a	82.75 ab	33.82 ab	10373.5 ab
T3 L- 58	105.05 abc	84.45 ab	27.32 e	10143.0 ab
T6 L- 61	97.05 bc	77.20 abc	30.30 bcde	9953.5 ab
T1 L- 59	115.10 abc	81.45 abc	28.90 de	9924.0 ab
T14 INTA MALACATOYA	91.70 bc	78.85 abc	29.30 cde	9733.7 ab
T4 L- 64	114.95 abc	77.62 abc	32.60 abcd	9354.5 ab
T8 ECIA- 59	112.30 abc	70.90 c	33.60 ab	9278.0 ab
T11 A- 5756	97.70 bc	88.45 a	33.30 bcde	9148.5 ab
T5 L- 8	91.05 bc	80.60 abc	29.35 cde	9130.5 ab
T9 A- 2759	84.43 c	83.90 ab	30.75 abcde	8809.0 ab
T15 INTA- N1	102.35 abc	81.75 abc	30.50 abcde	8709.0 ab
T12 FE DE ARROZ- 50	121.20 abc	74.17 bc	33.07 abc	8451.0 b
T10 AVE MARIA	126.30 ab	70.57 c	30.80 abcde	7846.5 b
DMS	39.815	11.669	4.11	2720.7
Bloque	NS	NS	*	**
Cultivar	**	**	**	**
CV (%)	14.41	5.70	5.19	11.05
R ²	0.56	0.64	0.70	0.56

Medias con igual letra no difieren estadísticamente según Tukey ($\alpha=0.05$)

3.2.4. Rendimiento de grano (Yld)

Blandón y Arvizú (1991) afirman que el rendimiento es un carácter determinado por el genotipo, la ecología y el manejo agronómico de la población.

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

El objetivo final de un buen cultivar es tener un alto potencial de rendimiento, la capacidad de una línea para producir es un criterio muy severo de selección, en el cual los materiales evaluados y los candidatos de selección deben rendir por encima de los testigos comerciales o en su defecto igual al rendimiento de la variedad testigo (Martínez, 1985).

Al realizar el ANDEVA se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en el cual al efectuar la separación de medias por Tukey, los tratamientos que presentaron mayor rendimiento del grano fueron: T13, T16, T7 y T2 con promedios de 11314.5, 10668.7, 10386.5 y 10373.5 kg/ha, respectivamente; superando numericamente a las variedades testigos T14 y T15, las que obtuvieron rendimientos de 9753.7 y 8709.0 kg/ha; siendo en este caso la línea T10 la que obtuvo el más bajo rendimiento con 7846.0 kg/ha (Cuadro 12).

Según Downs *et al*, (2003), los tratamientos evaluados en la época de postrera del 2002, (L-4, FE DE ARROZ-50 y el testigo INTA-N1) alcanzaron rendimientos de 6186, 4670 y 55701 kg/ha, respectivamente, estos rendimientos fueron superados al evaluarse nuevamente en el presente estudio en la época de primera del 2003 con rendimientos antes descritos.

Seguramente las causas de estos resultados se deben a que los materiales fueron evaluados bajo diferentes condiciones ambientales como fueron: postrera del 2002 y primera del 2003. Presentando la época de postrera mejores condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de enfermedades como *Pyricularia oryzae* L que es uno de los patógenos más persistentes en la zona. Cabe mencionar el efecto de los componentes de los rendimientos los cuales pudieron haber influido en dicha investigación.

3.3. Calidad industrial

Los criterios que conforman el concepto de calidad en el arroz son: en efecto, bastantes numerosos y en algunos casos están en oposición entre si. Indudablemente, la calidad depende también del destino que el producto va a recibir y de la forma de empleo por que sus diversas aplicaciones y técnicas de empleo cierto arroz puede ser satisfactorio o no según el destino o forma de tratamiento o cocción. Es también cierto que no se puede hablar de valor comercial sin hacer referencias o noción alguna de calidad. No obstante, la calidad, en su esencia, debería ser definida principalmente por quien va a consumir el producto (Tinarelli, 1989).

La calidad del arroz como la de otros cereales que se preparan para la alimentación humana es una combinación de muchas características. Al productor le interesan las características que afectan el secado del arroz y su calidad para mercado. Al molinero le interesan las características de molienda del arroz. Al industrial le interesa la calidad del arroz para la cocción y la alimentación. Todas estas características de la calidad del arroz dependen en parte de la variedad y los procedimientos de recolección, secado e industrialización (Somarriba, 1998).

Las variedades de mayor rendimientos en el campo son aceptadas con dificultad por la industria molinera si el grano tiene una apariencia inferior una vez molinado. De Datta (1986), expresa que la calidad del grano es el segundo factor de importancia. Si los consumidores no aceptan el sabor, textura, aroma o aspectos de una variedad recién desarrollada, su utilidad disminuye considerablemente. El tamaño, forma de grano, recuperación del arroz entero durante la molienda, ausencia de cavidad blanca, contenido apropiado de amilosa, temperatura de gelatinización,

consistencia del gel y del aroma, son factores también importantes en el desarrollo de una variedad exitosa de arroz.

Los cultivares TSY-1216 y L-8 inducen una calidad de granos enteros con un 90%, superando a los testigos INTA MALACATOYA e INTA-N1 que obtuvieron características despreciables con valores de 71 y 70% de granos enteros (Cuadro 13).

Otro factor que tiene mucha importancia comercial son las categorías en que se clasifican los arroces quebrados de acuerdo a su longitud misma. Los materiales que más granos quebrados presentaron fueron los tratamientos: ECIA-59, AVE MARÍA, L-62 y FE DE ARROZ-50 con el 49, 33, 32 y 30% respectivamente de granos quebrados, esto lo ubica dentro de los materiales no deseados comercialmente.

Cuadro 13. Analisis de calidad industrial de los materiales de arroz evaluados en San Isidro Matagalpa, Primera 2003.

Tratamientos	Rendimiento de pilada				Indice de pilada
	P.N. (%)	A.I. (%)	A.O. (%)	P.A.E. (%)	Relación E/Q
TSY- 1216	96.50	76.20	68.10	60.68	90/10
L- 8	95.05	74.80	65.05	57.37	90/10
L- 4	96.75	76.00	67.30	57.95	87/13
L- 61	96.45	75.70	66.90	54.39	83/17
L- 64	93.15	71.85	61.45	50.14	83/17
L- 39	97.53	76.86	67.09	52.66	81/19
L- 58	95.95	76.00	66.85	52.28	81/19
A- 2756	96.05	75.10	66.20	52.43	81/20
A- 2759	96.30	75.05	64.35	46.27	74/26
INTA- M	93.85	72.90	63.25	43.83	71/29
INTA- N1	96.80	76.10	66.85	45.52	70/30
FEDEARROZ	95.00	74.05	63.70	43.12	70/30
L- 62	92.35	72.45	62.80	40.13	68/32
AVE MARÍA	95.80	74.65	64.55	41.57	67/33
ECIA- 59	96.15	75.55	65.75	31.63	51/49

P.N.= Peso Neto; A.I.= Arroz Integral; A.O.= Arroz Oro
P.A.E.= Peso Arroz Entero; Relación R/Q= Relación entero/quebrado

3.4. Reacción a *Pyricularia oryzae*

El "quemado foliar" es la infección producida por la *Pyricularia oryzae*. Se manifiesta cuando los ataques sobre las hojas son tempranos en este caso, la rápida evolución de la enfermedad destruye completamente el cultivo en zonas de gran extensión, hasta el punto de que el cultivo se presenta como si se hubiera quemado.

Durante la maduración, las grandes oscilaciones de temperatura favorecen el desarrollo del hongo a consecuencia de la disminución de la resistencia intrínseca de la planta, por el efecto de los bajos niveles térmicos.

Las conidiosporas del hongo no germinan fácilmente cuando el aire está saturado de humedad, pero con el 95-96% de humedad relativa se desarrollan rápidamente y forman los apresorios, con una temperatura óptima de 20-24 °C.

La infección de *Pyricularia oryzae* puede afectar a la panícula cuando se encuentra todavía en el interior de la vaina, es decir, en la fase de "espiga" en zurrón o "ventrellat". Después de la emergencia de la panícula la infección se manifiesta con necrosis sobre el raquis, raquillas y nudo; muchas flores abortan (Tinarelli, 1989).

En las hojas, las lesiones típicas de la enfermedad tienen la forma de diamante y alcanzan 1.5 cm de largo; el centro de la lesión es de color gris ceniza. Cuando ataca la panícula causa la pudrición del cuello lo que es muy grave por que las pérdidas de rendimientos son altas, ya que la panícula solo produce poco granos de bajo peso (Bird y Soto, 1991).

Al realizar el análisis descriptivo para esta variable en la etapa de crecimiento 8, se observó un bajo índice de incidencia en donde el 100% de los tratamientos evaluados presentaron resistencia al ataque de este patógeno; localizándose el daño en una escala de 1 según el CIAT (1983), lo que indica que menos del 1% de las hojas presentaron lesiones apicales.

Posiblemente la baja incidencia de esta enfermedad se debió a las condiciones climática desfavorables para la germinación de las conidiosporas del hongo, ya que las temperaturas y humedad relativa de la zona durante el estudio oscilaron con promedios de 26.60 °C y 73%, por lo tanto Tinarelli, (1989) menciona que las condiciones óptimas para el desarrollo de dicha enfermedad son temperaturas de 20 a 24 °C con humedad relativa de 95 a 96%.

Los cultivares evaluados en el presente estudio demostraron significancia estadística en las variables cuantitativas. Las líneas promisorias que superaron a las variedades testigos en rendimiento y calidad industrial se consideran una alternativa para productores arroceros de la zona, lo que les permitirá un mejor aprovechamiento de la tierra por unidad de superficie sin incrementar los costos de producción, mejorando su rentabilidad y de esta manera reducir el déficit de producción en el país.

A pesar de las diferencias encontradas entre los materiales que se evaluaron es importante mencionar que algunos materiales no son satisfactorios para el productor.

IV. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en esta investigación se concluye lo siguiente:

La línea L-8 alcanzó el menor número de días en la formación de primordios y por consiguiente la floración y formación de panícula. Los tratamientos L-8, A-2759 y A- 2756 presentaron el menor número días a cosecha con 118.

El 69% de los materiales evaluados se comportaron como plantas semienanas y el resto como intermedias; el 31% de los cultivares se clasificaron como muy vigorosos. El 75% de los materiales genéticos demostraron susceptibilidad al acame.

Los rendimientos se diferenciaron estadísticamente en los cultivares, El 44% superaron numericamente a las variedades INTA N-1 e INTA Malacatoya, destacándose la línea TSY-1216 con 114 granos por panícula, 88% de fertilidad, peso de 34.5 gramos por cada mil granos y rendimiento promedio de 12 ton/ha. La calidad industrial del grano (E/Q) en los materiales TSY-1216 y L-8 fue de 90/10, superando al resto de los cultivares evaluados.

V. RECOMENDACIONES

Tomando en consideración los resultados y discusión, se sugiere lo siguiente:

Someter a estudio los materiales evaluados, tanto en estaciones experimentales como en zonas arroceras del país en invierno para determinar su adaptabilidad y tolerancia a plagas y enfermedades.

Establecer evaluaciones comparativas de los materiales genéticos que alcanzaron los mejores resultados con materiales procedentes de otros países.

Conformar investigaciones sobre el manejo agronómico tales como sistemas de cultivos, niveles de fertilización, sistemas de riego, entre otros.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angladette, A. 1975. El Arroz. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume. Barcelona, España. 864 p.
- Bird, W. F. y Soto, S. 1991. El Cultivo del Arroz en Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos. 45 p.
- Blandón, J. D. y Arvizú, V. 1991. Tesis. Efecto de sistemas de labranza, método de control de malezas del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Managua, Nicaragua. 46 p.
- Chavarría, G. I., 2000. Prueba avanzada de rendimiento de 13 cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de anegamiento y seco. Trabajo de Maestría. Universidad Nacional Agraria. Universidad Autónoma de Barcelona. 63 p.
- Contin, A. 1990. Cultivo de Arroz. Manual de Producción. Editorial Limusa. Cuarta edición. D.F. México. 426 p.
- CIAT, 1983. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Programa de Pruebas Internacionales de Arroz. Manuel Arroceros, Traductor y Adaptador. Cali, Colombia. 230 p.
- CIAT, 1986. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Ecosistemas con relación al mejoramiento del Arroz. 37 p.
- De Datta, S. K. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos Prácticos. Editorial Limusa. Primera edición. D.F. México. 690 p.
- Downs, J. J., Martínez, M. J. L. y Castro, E. P., 2003. Evaluación del rendimiento y características agronómicas de 11 líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.) y dos testigos comerciales en el municipio de San Isidro- Matagalpa. Tesis. Ing. Agropecuario. EAGE, Estelí. Estelí, Nicaragua. 58 p.

- Fernandez, F. Vergara, B.S. Yapit, N. y Garcia, O. 1985. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Arroz: Investigación y Producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT, Cali, Colombia. p. 80 - 100.
- INETER, 2003. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Estación Meteorológica del Valle de Sébaco, Matagalpa.
- Jennings, P. R. 1985. Mejoramiento del arroz. Arroz: Investigación y Producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictado por el CIAT, Cali, Colombia. p. 205- 231.
- Martínez, C. P. 1985. Mejoramiento de arroz de secano para América Latina. Arroz: Investigación y producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT, Cali, Colombia. p. 233-241.
- Martinez, G. A. 1988. Evaluación de 125 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) y prueba preliminar de las líneas seleccionadas. Tesis Ing. Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. ISCA. Managua, Nicaragua, 35 p.
- MAG-FOR, 2003. Estudio de la cadena de comercialización del arroz. Informe anual de producción agropecuaria. (Ciclo agrícola 2002-2003 y período pecuario 2002). Dirección de estadísticas. Managua, Nicaragua. p. 62-87.
- Narváez, L. 1996. Informe anual. Resultados de investigación de programa nacional de granos básicos. Instituto de tecnología agropecuaria. (INTA). Región A-I. Managua, Nicaragua. 200 p.
- Perez, J. W. Acevedo, A. Quintanilla. 1985. Relación entre el rendimiento y caracteres morfológicos en arroz en Nicaragua. Ciencia y Técnica en la Agricultura. La Habana, Cuba. p. 230.
- Somarriba, R. C. 1998. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 197 p.

- Soto, B. S. 1991. Estudio de observación de 20 variedades USA y 7 líneas promisorias nacionales en comparación con 2 testigos comerciales de arroz. Managua, Nicaragua.
- Sandino, M. D., P. M. Guido. 1991. Evaluación preliminar de rendimiento de 7 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) en comparación con la variedad Oryzica Llanos 4. 36 p.
- Tinarelli, A. 1989. El arroz. Capítulo 12, Segunda edición. EDAGRICOLE, Bologna, Italia. p. 295-298.
- Vergara, B. 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 Ing. Agr: UNA. Managua, Nicaragua. 34 p.
- Zavala, M. I. y Ojeda, L. R. 1988. Fitotecnia especial. Tomo 1. Editorial Puebla y Educación. Habana Cuba. 237 p.