

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL



TRABAJO DE TESIS

EVALUACIÓN Y PRUEBA AVANZADA DE RENDIMIENTO DE 16 GENOTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN EL VALLE DE SÉBACO, SAN ISIDRO, MATAGALPA. ÉPOCA SECA, 2004

AUTORES:

Br. JORGE VALLEJOS CENTENO
Br. HARENTONG CRUZ MEZA

ASESORES:

Ing. Agr. SERGIO CUADRA CASTILLO
Ing. Agr. MSc. VIDAL MARÍN FERNÁNDEZ

MANAGUA, NICARAGUA
FEBRERO, 2005

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL



TRABAJO DE TESIS

EVALUACIÓN Y PRUEBA AVANZADA DE RENDIMIENTO DE 16 GENOTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN EL VALLE SÉBACO, SAN ISIDRO, MATAGALPA. ÉPOCA SECA, 2004

AUTORES:

Br. JORGE VALLEJOS CENTENO
Br. HARENTONG CRUZ MEZA

Presentado a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito para optar al Grado De Ingeniero Agrónomo Generalista.

MANAGUA, NICARAGUA
FEBRERO, 2005

AGRADECIMIENTO

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

Nuestro más sincero agradecimiento al Ing. Sergio Cuadra Castillo (INTA-CEVAS), por su asesoría y apoyo incondicional en la realización del presente trabajo.

Al Ing. Evenor Valdivia por habernos permitido que este trabajo se llevara acabo en su finca.

Al Dr. Oscar Gómez por habernos ayudado en la revisión de este trabajo de diploma.

Al Ing. MSc. Alvaro Benavides González (UNA-REGEN) por haber contribuido en los análisis de los datos de este estudio y la revisión de este mismo.

Al Ing. MSc. Vidal Marín Fernández por su valiosa ayuda y apoyo moral y por haber colaborado en la revisión de esta trabajo de investigación.

Agradecemos al personal del CENIDA-UNA por proporcionarnos todo el material bibliográfico para la realización de nuestro trabajo de diploma.

A las señoritas Iris Judith Dávila y Jenny Urbina Cardoza por habernos facilitado información bibliográfica y material didáctico.

B r J orge V allejos Centeno

B r H arentong Cruz Meza

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios Padre por haberme ayudado a concluir mi carrera universitaria, porque de él proviene toda sabiduría y entendimiento.

A mis padres *Urania Centeno Gonzáles* y *Eugenio Vallejos Medal*, a quienes estoy infinitamente agradecido por haberme apoyado a pesar de todas las circunstancias, que con mucho amor y sacrificio siempre estuvieron a mi lado, para que fuera posible la culminación de mis estudios.

A toda mi familia y hermanos (as) ya que forman parte de mi vida. Dedico especialmente este trabajo a mi abuelita *Carmen Gonzáles Martínez* (Q.P.D.), la cual me apoyó y me guió por el buen camino y por haberme expresado su amor incondicional mientras pudo.

A mi esposa *Karen Jiménez* y a mi hijo *Isaac Eugenio Vallejos Jiménez*, quienes han influido en mis aspiraciones que hoy en día he logrado, por lo que me siento orgulloso de ello.

A mis amigos por demostrarme su confianza y por sus valiosos consejos que han impactado en mi vida, por levantar mi ánimo de superación y así lograr una de mis principales metas.

A los Brs. *Esteban Paíz*, *Fernando Mendoza*, *Marvin Molina*, *Nelly Moraga*, *Geovany Morales*, *Silvio Morraz*, *Salvador González* e *Ivania Meza* y demás compañeros por su apoyo y motivación.

B r Jorge Vallejos Centeno

DEDICATORIA

Primeramente a Dios nuestro señor, por haberme dado la dicha de vivir, ayudarme con sabiduría y entendimiento para culminar mis estudios que siempre con empeño supe aprovechar, conducirme por buen camino y alcanzar un éxito más en mi vida.

A mis padres:

Gloria Meza Martínez

Felipe Cruz Blandón

Quienes con mucho amor y sacrificio se empeñaron en brindarme el apoyo, que siempre necesité tanto económico como moral para poder terminar con mi carrera profesional.

A mis familiares que siempre con el cariño que me tienen, no dejaron de ayudarme moralmente para que siguiera adelante y no abandonara mis estudios y pudiera culminar mi carrera y ser un gran profesional.

B r H arentong Cruz Meza

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 Descripción del lugar	4
2.2 Tratamientos evaluados	5
2.3 Diseño y área experimental	5
2.4 Variables evaluadas	6
2.4.1 Variables de crecimiento y desarrollo	6
2.4.2 Componentes de rendimiento	8
2.5 Calidad industrial	9
2.6 Evaluación de enfermedades	9
2.7 Manejo agronómico	11
2.7.1 Preparación del suelo	11
2.7.2 Siembra	11
2.7.3 Control de malezas	11
2.7.4 Fertilización	12
2.7.5 Control de Chinchas	12
2.8 Análisis estadístico	13
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14

3.1	Variables de crecimiento y desarrollo	14
3.1.1	Habilidad de macollamiento (Ti)	14
3.1.2	Inicio de formación de panícula	15
3.1.3	Floración (F1)	16
3.1.4	Maduración (Mat)	17
3.1.5	Altura de la planta (Ht)	19
3.1.6	Acame (Lg)	21
3.2	Componentes de rendimiento	22
3.2.1	Número de granos por panícula (Ngp)	22
3.2.2	Fertilidad de las espiguillas (St)	23
3.2.3	Peso de mil granos (PMG)	25
3.2.4	Rendimiento de grano (Yld)s (PMG)	26
3.3	Calidad industrial	28
3.4	Reacción a <i>Pyricularia oryzae</i>	30
IV.	CONCLUSIONES	32
V.	RECOMENDACIONES	34
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
VII.	ANEXOS	39

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Promedios de temperatura (Temp), precipitación (Pp) y humedad relativa (HR) en la zona del Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. ÍNETER, 2004.	4
Figura 2.	Inicio de formación de panícula (IFP), floración (F1) y maduración (Mat) de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004.	19

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Procedencia de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004.	5
Cuadro 2	Evaluación de los estados fenológicos de la planta de arroz.	6
Cuadro 3	Escala utilizada para la variable de acame.	8
Cuadro 4	Evaluación de Pyricularia de cuello de la panícula y nudos.	10
Cuadro 5	Escala de Pyricularia en la hoja (BI)	10
Cuadro 6	Momento de fertilización.	12
Cuadro 7	Momento de control de chinche.	12
Cuadro 8	Promedios de altura de planta (Ht), acame (Lg) y habilidad de macollamiento (Ti) de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004.	22
Cuadro 9	Comportamiento del número de granos por panícula (Ngp), fertilidad de las espiguillas (St), peso de mil granos (PMG) y rendimiento de grano (Yld) de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004.	28
Cuadro 10	Análisis de calidad industrial de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004.	30
Cuadro 11	Reacción a Pyricularia de 16 genotipos de arroz.	31

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Escala de clasificación para la variable habilidad de macollamiento.	39
Anexo 2. Escala utilizada para la variable altura de la planta.	39
Anexo 3. Aplicación de la escala para la fertilidad de las espiguillas.	39

RESUMEN

El experimento consistió en la evaluación de 16 genotipos de arroz en la finca El Plantel ubicada en el municipio de San Isidro, Matagalpa durante la época seca (febrero-julio) del 2004, con el fin de identificar líneas promisorias respecto a rendimiento, precocidad y calidad molinera, además, se evaluaron caracteres morfológicos y fenológicos. Los tratamientos se arreglaron en un Diseño Completamente al Azar (BCA) con cuatro réplicas, a los datos se les realizó Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias por Tukey con ($\alpha=0.05$) de confianza. Con respecto al rendimiento de los genotipos, este varió de 8566.5 a 4368 kg ha⁻¹; las líneas L-39, L-4 y A-2756 reportaron 8566.5, 7915.3 y 7749.3 kg ha⁻¹, respectivamente. Ninguno de los genotipos en estudio superó estadísticamente a las variedades testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1. La línea A-2759 mostró el menor número de días a floración y maduración con promedios de 82 y 114 días, respectivamente. El 100 % de los genotipos evaluados mostraron resistencia al acame. Por otro lado la enfermedad Pyricularia reportó menos del 1 % de lesiones apicales. Las líneas A-2759, L-8, AVE MARIA presentaron una calidad industrial de 83/17, 82/18 y 82/18 respecto a la relación de grano entero/quebrado.

I INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) comenzó hace casi 10,000 años, es de origen asiático y se cultiva en todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez debido a que en ella abundan los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China. Se conocen diversas especies del género *Oryza* que han sido objeto de numerosas clasificaciones, de las cuales las más importantes son: *Oryza sativa* L, de origen asiático y *Oryza glaberrima* Stend, de origen africano, siendo la primera la más cultivada (Romero, 1973).

En Nicaragua el arroz es un componente básico en la alimentación de la población. Se estima el consumo per cápita en 41.8 kg por año (IICA, 2003), es muy rico en carbohidratos, pero el contenido de proteínas es muy bajo con relación al maíz y el trigo. El grano está compuesto por carbohidratos con el 73-81 %, proteínas de 5-10 %, agua 10-14 %, fibra 0.2-2.8 %, grasa 0.6-3 % y ceniza de 0.8-2.8 % (Somarriba, 1998).

En el ámbito nacional el arroz ocupa el segundo lugar entre los cultivos alimenticios después del maíz; siendo Nicaragua el único país en Centro América en el cual el 65 % de la producción proviene del sistema de riego y 35 % del sistema de arroz de secano. La producción es exclusivamente para mercado interno, pero no satisface la demanda de consumo, por lo que es necesario recurrir a las importaciones. El cultivo es manejado bajo tres sistemas: riego, secano favorecido y secano no favorecido (Somarriba, 1998). El sistema de riego ha sido más investigado, tiene rendimientos más altos y es más fácil de mejorar que el sistema de secano (CIAT, 1985).

En Nicaragua durante el ciclo agrícola 2002-2003, el área de siembra aproximadamente fue de 90455 ha, con una producción de 202987 toneladas para un rendimiento promedio de 2.2 ton ha⁻¹ (MAG-FOR, 2003).

Según Narváez (1996) el rendimiento nacional del cultivo ha disminuido a causa de muchos factores como condiciones climáticas adversas, características de suelo, uso de variedades con marcado deterioro genético después de más de 10 años de uso, lo que ha implicado una baja en potencial de rendimiento y en muchos caso susceptibilidad a enfermedades. Estas reducciones conllevan a importar grandes cantidades de grano para satisfacer las demandas de consumo nacional antes mencionado.

El incremento de la productividad basándose en el mejoramiento varietal a fin de obtener nuevos materiales que se convertirán en variedades comerciales es la alternativa más viable para los programas nacionales de investigación de los países en vías de desarrollo. Generalmente la fuente de estos materiales se da a través de la introducción de germoplasma mejorado de países de la región o de centros internacionales. Se plantea como problema específico a resolver: potencial de rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, buenas características agronómicas, buena calidad industrial y la precocidad.

En Nicaragua para tratar la problemática varietal, el INTA a través del programa de arroz, evalúa diferentes materiales provenientes de programas regionales, como el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) entre otros, con el objetivo de generar nuevas variedades comerciales que permitan al productor obtener mejores rendimientos a menores costos. El arroz además, es una planta que se puede adaptar a diversas condiciones ambientales y se puede desarrollar en forma óptima bajo terrenos inundados (Zabala y Ojeda, 1988).

Tomando en consideración lo expuesto, este trabajo pretende aportar información mediante la evaluación de materiales genéticos, teniendo como objetivo lo siguiente:

Objetivo General:

- Contribuir a mejorar la productividad en el cultivo de arroz en el Valle de Sébaco mediante el estudio y la identificación de genotipos promisorios.

Objetivos Específicos:

- Evaluar 16 genotipos de arroz (14 líneas promisorias y dos variedades comerciales) en función de sus caracteres morfológicos y fenológicos.
- Identificar los genotipos promisorios basándose en el rendimiento, precocidad, calidad industrial y reacción a Pyricularia.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del experimento

El experimento se estableció en febrero del 2004 bajo condiciones de aniego, en la finca El Plantel del productor Evenor Valdivia, ubicada del empalme de San Isidro 3 ½ km sobre la carretera San Isidro-León con coordenada 12° 55´ latitud norte y 86° 11´ longitud oeste, y una altitud de 465 msnm. La zona se caracteriza por tener suelos arcillosos, fértiles, mecanizables y aptos para el cultivo de arroz.

En dicha zona se presentan dos épocas, una seca (conocida como verano) con más de seis meses de duración y otra lluviosa (o invierno) muy irregular. La precipitación oscila entre los 730-850 mm anuales y la temperatura media es de 26° C.

Según la clasificación bioclimática (ÍNETER, 2004), la zona de vida es bosque subtropical seco. Las condiciones climatológicas ocurridas durante el período del ensayo se muestran en la Figura 1.

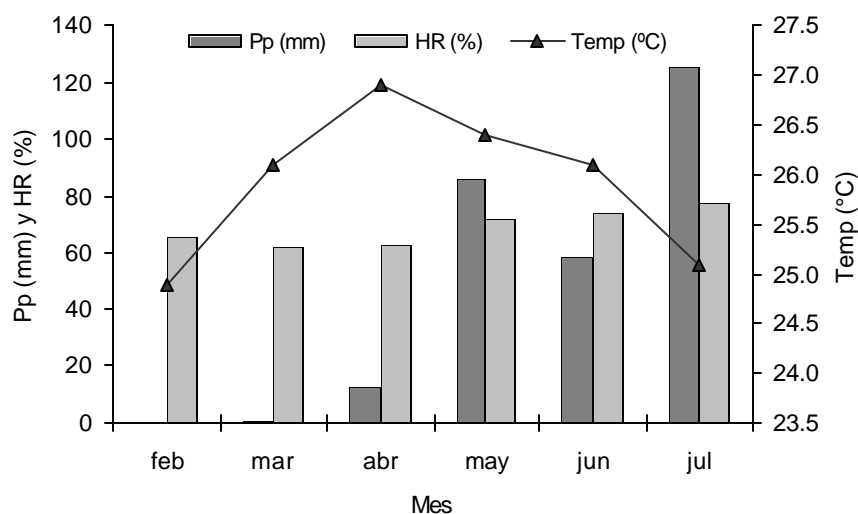


Figura 1. Promedios de temperatura (Temp), Precipitación (Pp) y humedad relativa (HR) en la zona del Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. ÍNETER, 2004

2.2 Tratamientos evaluados

Los tratamientos estuvieron conformados por 14 líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz (Cuadro 1).

Cuadro 1. Procedencia de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004

Tratamientos	Genotipos	Procedencia
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	AVE MARIA	Nicaragua
T11	A-2756	Cuba
T12	FE DE ARROZ-50	Colombia
T13	TSY-1216	República Dominicana
T16	L-4	Colombia
T14	INTA-MALACATOYA*	Nicaragua
T15	INTA-N1*	Nicaragua

* Variedades comerciales

2.3 Diseño y área experimental

Se utilizó un diseño en Bloques Completo al Azar (BCA) con cuatro réplicas y 16 tratamientos. La parcela estuvo compuesta por cinco surcos de cinco metros de longitud con una separación entre hilera de 0.25 m, la parcela útil fueron los tres surcos centrales. El área total del ensayo fue de 460 m².

2.4 Variables evaluadas

La medición de cada variable se realizó aplicando la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1983) a excepción de la calidad industrial. Por cada variable, el estado de desarrollo fenológico de la planta se indica entre paréntesis (Cuadro 2). El tamaño de muestra fue de 10 plantas elegidas de forma aleatoria en los surcos centrales de cada parcela.

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

Calificación	Estados fenológicos
00	Germinación
01	Plántula
02	Ahijamiento
03	Elongación del tallo
04	Inicio de formación de panícula
05	Panzones
06	Floración
07	Estado lechoso del grano
08	Estado pastoso del grano
09	Maduración fisiológica

2.4.1 Variables de crecimiento y desarrollo

Habilidad de macollamiento (Ti)

Se registró en el estado fenológico (07) del ciclo vegetativo del cultivo, haciendo un conteo de tallos en 10 plantas tomadas al azar en el área de la parcela útil de cada genotipo, luego se procedió a contar el número total de tallos y dividirlo entre el número total de plantas para así obtener la cantidad de hijos por planta.

Inicio de formación de la panícula

La evaluación de esta variable se realizó de forma visual. Para esto se registró el número de días, desde la emergencia hasta cuando 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 en el exterior. Tiempo de evaluación, estado fenológico (04).

Floración (F1)

Se registró el número de días, desde la emergencia hasta cuando el 50 % de las plantas estaban florecidas. Tiempo de evaluación, estado fenológico (06).

Maduración (Mat)

Para evaluar esta variable se consideró el número de días, transcurridos desde la emergencia hasta que la planta entera estuvo fisiológicamente madura, cuando el 80 % de los granos han madurado y muestran un color amarillo pálido. El tiempo de evaluación fue en el estado fenológico (09).

Altura de la planta

Se registró la altura de la planta en centímetros, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo la arista en 10 plantas tomadas al azar en el área de la parcela útil. El tiempo de evaluación fue en el estado fenológico (09).

Acame (Lg)

Consistió en la habilidad de los tallos de permanecer erectos en el campo (Cuadro 3). La medición de esta variable se evaluó a través de la observación visual y se registró en el estado fenológico (09), aplicando la escala del Sistema de Evaluación Estándar para arroz del CIAT (1983).

Cuadro 3. Escala utilizada para la variable acame

Escala	Categoría	Descripción
1	Tallos fuertes	Sin volcamiento
3	Tallos moderadamente fuertes	La mayoría de las plantas (más del 59 %) presentan tendencia a 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 volcadas

2.4.2 Componentes de rendimiento

Número de granos por panícula (Ngp)

Se midió en el estado fenológico (09). De cada parcela experimental se tomaron del área de la parcela útil 10 panículas al azar. Luego se procedió a contar el número de granos por panícula para poder obtener los promedios.

Fertilidad de las espiguillas (St)

De las diez panículas tomadas por parcela útil se contaron el número de espiguillas con granos, obteniéndose así el porcentaje de fertilidad de cada tratamiento. Tiempo de evaluación, estado fenológico (09), se aplicó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (1983).

Peso de mil granos (PMG)

Se pesaron 1000 granos por cada línea y se ajustó al 14 %. Tiempo de evaluación, estado fenológico 09.

Rendimiento de granos (Yld)

El rendimiento se determinó en el estado fenológico 09 de la planta (arroz en cáscara o paddy) y se expresó en kg ha⁻¹ al 14 % de humedad del grano. Se determinó en el área de la parcela útil.

2.5 Calidad industrial

Se pesaron 1000 gramos de arroz paddy seco, homogenizado y limpio con grado de humedad aproximado al 14 %. Se calculó el peso neto (P.N) de la muestra el que se obtuvo por diferencia del peso de impureza. Posteriormente por el proceso de molino se determinó el peso de arroz integral (A.I) o arroz sin cáscara que es el resultado del peso neto menos el peso de la cáscara. Este se sometió al pulido para luego obtener el peso de arroz oro (P.A.O), éste se clasificó en arroz entero, payana y puntilla para obtener el peso de arroz entero (P.A.E). Por consiguiente se procedió a la clasificación del arroz entero y quebrado, para realizar este proceso se usó una criba (clasificadora) para obtener los porcentajes de calidad industrial del grano.

2.6 Evaluación de enfermedades

La evaluación de las enfermedades se realizó basándose en el sistema de evaluación estándar para arroz del (CIAT, 1983), mediante la escala de calificación. La enfermedad evaluada preliminarmente fue *Pyricularia* (*Pyricularia oryzae* Cav.) en el cuello de la panícula, nudos (Cuadro 4) y hojas (Cuadro 5).

Pyricularia de cuello de la panícula y en los nudos (NB1)

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

La aplicación de la escala se realizó según el área foliar afectada. Tiempo de evaluación fue en el estado fenológico 08.

Cuadro 4. Evaluación de Pyricularia en el cuello de la panícula y nudos

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

Cuadro 5. Escala de Pyricularia en la hoja (BI)

Escala	Categoría	Descripción (en la hoja)
0	Ninguna lesión visible	Sin lesión
1	Menos del 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

2.7 Manejo agronómico

2.7.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se inició 10 días antes del establecimiento del cultivo de arroz, realizándose un pase de Rome-plone, más un pase de grada y dos pases de nivelación.

Posteriormente se inundó la terraza de agua con el fin de inducir la germinación de la maleza para luego ser controlada con un herbicida total (Glifosato), luego se procedió al surqueo del terreno para la siembra.

2.7.2 Siembra

La siembra se realizó el 16 de febrero del 2004, utilizando semillas secas (con 90 % de germinación) a chorrillo a razón de 142.3 kg ha⁻¹. El manejo del agua a la siembra se realizó de acuerdo con las prácticas del productor (dueño de la finca), alcanzando láminas de 10-20 cm.

2.7.3 Control de malezas

El control de malezas se realizó a través del control químico a los siete días después de germinado utilizando Prowl (Pendimetalin), a razón de 3.56 l ha⁻¹ y Stanfos (Propanil) a razón de 4.27 l ha⁻¹. Se realizaron dos controles manuales de malezas, el primero a los 33 y el segundo a los 59 días después de la germinación (DDG).

2.7.4 Fertilización

Se aplicó fertilizante completo (NPK) de la fórmula 12-30-10, muriato de potasio (MOP), más Urea al 46 %, distribuidos en cuatro aplicaciones como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Momentos de fertilización

Aplicaciones	fórmula	Dosis (kg ha ⁻¹)
6 DAS	12-30-10	129
17 DDE	Urea 46 %	64.5
32 DDE	Urea 46 %	64.5
46 DDE	Urea 46 % + MOP	64.5 + 22.7

DAS = días antes de la siembra

DDE= días después de la emergencia

MOP= muriato de potasio

2.7.5 Control de chinche

El control de chinche se realizó mediante recuentos periódicos, utilizando como base los umbrales de daño económico (0.6 chinches por jamaso) establecidos por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Los productos insecticidas usados fueron Cipermetrina (Cypermetrina), MTD-600 (Metamidofos), más melaza y pilaron (Metamidofos). Las aplicaciones se efectuaron al momento de la floración y el estado lechoso del grano, para el control de chinche (*Oevolus spp*), distribuidos en 4 aplicaciones como se muestra en él Cuadro 7.

Cuadro 7. Momentos de control de chinche

DDE	Producto	Dosis (l ha ⁻¹)
86	MTD + Cipermetrina + Melaza	0.85 + 0.28 + 1.42
91	Pilaron + Cipermetrina	0.85 + 0.28
95	MTD + Cipermetrina	1.13 + 0.21
107	MTD + Cipermetrina	1.13 + 0.28

2.8 Análisis estadístico

La información fue analizada utilizando el programa de Sistema de Análisis Estadísticos (SAS) versión 8.

En las variables de macollamiento, altura, peso de mil granos, número de granos por panícula, fertilidad de la espiguilla y rendimiento del grano se realizó el análisis de varianza (ANDEVA). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de rangos múltiple de Tukey al $\alpha = 0.05$ de confianza.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables de crecimiento y desarrollo

3.1.1 Habilidad de macollamiento (Ti)

Es la etapa más larga del ciclo del cultivo y dura entre 45-55 días en las variedades precoces y tardías, respectivamente (Bird y Soto, 1991).

La intensidad y la fecha de inicio de ahijamiento dependen de muchos factores relacionados con las características genéticas de la variedad cultivada, con las condiciones climáticas y edáficas del lugar del cultivo y con las técnicas agrarias empleadas. Pueden formarse hasta 50-60 tallos en condiciones normales, cada planta produce de 2-5 tallos fértiles (Tinarelli, 1989).

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).

En el ANDEVA realizado no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($Pr > F$ 0.8979). Las líneas que alcanzaron el mayor y el menor número de hijos fueron: L-4 y A-2759 con promedios de 24 y 19 hijos, respectivamente. Mientras que los testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1 ambos presentaron promedios de 21 hijos (Cuadro 8). Por consiguiente, podemos considerar según la clasificación del CIAT (1983) que dichos tratamientos se encuentran ubicado en dos categorías (Anexo 1): Buena (Escala 3) y medianamente macolladoras (Escala 5).

Cardoza *et al.*, (2004) al evaluar estos materiales en época seca del 2003 alcanzaron un promedio de ocho a diez hijos, superados al evaluarse en el presente estudio en la época seca del 2004 con promedios de 24 a 19 hijos, estos resultados pueden estar influenciados por las temperaturas prevalecientes durante el desarrollo del cultivo con promedios de 26.5 °C, considerados dentro del rango óptimo (25 a 31 °C) según Vargas (1985).

3.1.2 Inicio de formación de panícula

La etapa de inicio de la formación de la panícula comienza cuando el primordio de la panícula se ha diferenciado y ya puede observarse. En una variedad de vida corta (105 días a partir de la siembra hasta la madurez), el primordio de la panícula comienza a diferenciarse casi 40 días después de la siembra y puede observarse 11 días después (inicio visual de la panícula) como un cono blanco emplumado de 1-1.5 mm de longitud (De Datta, 1986).

El inicio de la formación de la panícula ocurre primero en el tallo principal y continúa en los vástagos en forma irregular. Si el agua es un factor limitante puede retrasarse el inicio de la formación de la panícula (De Datta, 1986).

El tratamiento que presentó el menor número de días en la formación de panícula fue la línea A-2759 con 57 días desde la emergencia hasta la diferenciación visual de la panícula en el ámbito de campo; en cambio la línea que presentó el mayor número de días a la diferenciación visual de ésta fue la línea L-4 con un promedio de 72 días. Los testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1 presentaron promedios en días a formación de panícula de 69 y 65 días, respectivamente (Figura 2)

Downs *et al.*, (2003) evaluando INTA-N1 durante la postrera en el Municipio de San Isidro, Matagalpa encontraron que la formación de panícula ocurrió en menor número de días (47 días) en relación con el presente estudio. Esto

permite deducir que el testigo INTA-N1 en distintas épocas de siembras tiende a variar la iniciación de primordio floral pudiendo ser afectado por las condiciones del medio, sobre todo la temperatura y la duración del día tal como lo reporta Narváez (1996).

3.1.3 Floración (F1)

La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la etapa de floración, y es seguido inmediatamente por la antesis de las flores en el tercio superior de la panícula (Fernández *et al.*, 1985).

Según Pérez *et al.*, (1985) el ambiente tiene una gran influencia sobre la duración del ciclo y rendimiento en el arroz, siendo la temperatura y el fotoperíodo los factores que más influyen en la duración del proceso de floración.

La apertura de las espiguillas depende de las condiciones de temperatura; la temperatura óptima de floración es de 30 °C. Las condiciones óptimas de humedad se sitúan entre el 70 y el 80 % (Angladette, 1969).

La floración se produce aproximadamente 25 días después del engrosamiento prefloral del tallo, independientemente de la variedad y este proceso continúa sucesivamente hasta que todas las espiguillas de la panoja hayan florecido (Contín, 1990).

En los materiales evaluados los rangos de floración fluctuaron entre los 82 y 98 días. La línea A-2759 resulta ser el material que presentó el menor número de días a floración con 82 días. Siendo las líneas L-4 y A-2756 catalogadas como las más tardías, con promedios de 98 días a floración. Mientras que las variedades testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1 se ubicaron en 94 y 93 días, respectivamente (Figura 2).

La mejor línea con respecto al número de días a floración fue la A-2759 superando a las variedades testigos, lo que indujo a que la cosecha sea temprana, sin embargo, hay que mencionar que el comportamiento de la floración puede ser afectado por factores climáticos como temperatura, precipitaciones y nubosidad, de acuerdo a lo mencionado por Angladette (1969).

3.1.4 Maduración (Mat)

El desarrollo del grano es un proceso continuó y los granos sufren cambios específicos antes de madurar completamente (De Datta, 1986).

Las variedades que maduran en más 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 (Jennings, 1985).

En los trópicos, el período de maduración de las líneas insensible al fotoperíodo fluctúa 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.

Los granos alcanzan la maduración a los 30 días después de la floración. La planta está 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 delante en el nudo del cuello. Las ramas del raquis en la mitad de la panícula tienden a separarse y las de la punta cuelgan, debido al peso de los granos (Somarriba, 1998).

La precocidad y 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 tres 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 (Somarriba, 1998).

El momento óptimo de recolección es cuando la panícula alcanza su madurez fisiológica con una humedad de grano de campo del 18 a 22 % y está determinado por factores como características varietales, prácticas agronómicas adaptadas y las condiciones climáticas (Tinarellí, 1989). En algunos casos se cosecha el arroz sin estar en el momento óptimo de su maduración. La elección del momento adecuado para la siega con la cosechadora tiene una gran importancia para conseguir una buena producción y una superior calidad y rendimiento en la elaboración del arroz blanco (Tinarellí, 1989).

Los materiales evaluados variaron de 115 a 128 días a madurez, correspondientes a las líneas A-2759 y ECIA-59, respectivamente. Por otro lado las variedades testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1 obtuvieron un promedio de 123 días a madurez, siendo superados en precocidad por seis de las líneas sometidas a estudio; cabe mencionar que la línea A-2759 fue la más precoz superando a los testigos por ocho días (Figura 2). Los resultados de madurez obtenidos para la línea A-2759 en el experimento (115 días después de la emergencia) son similares con los de Cardoza *et al.*, (2003), quienes reportaron 118 días a la madurez evaluada en la misma época.

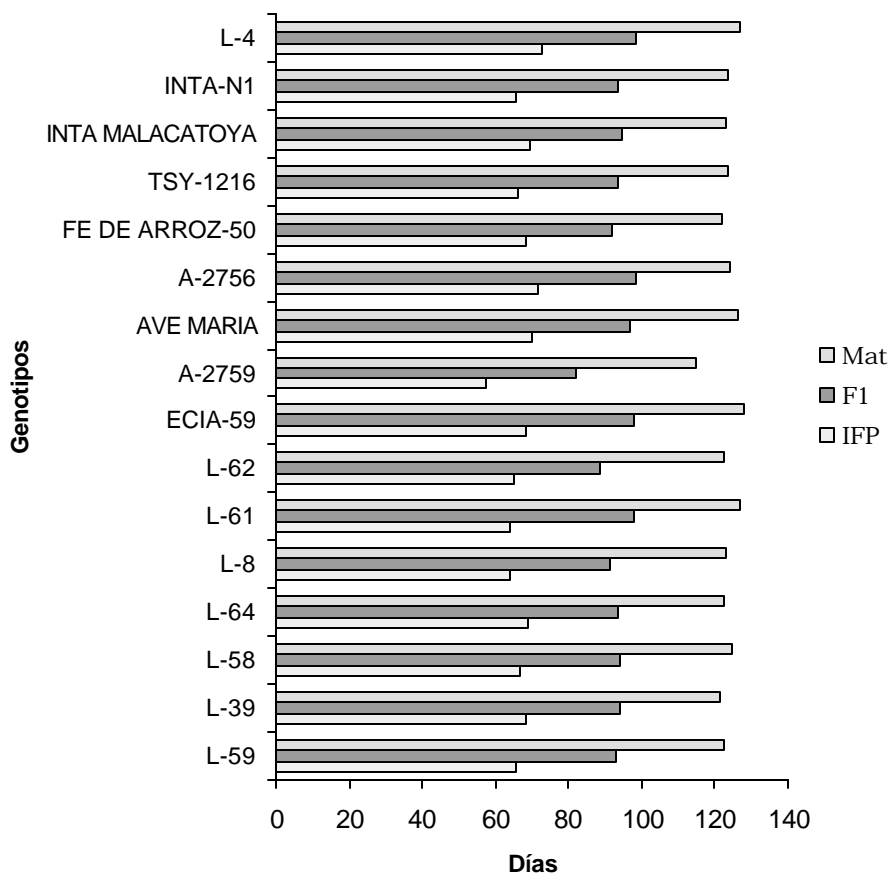


Figura 2. Inicio de formación de panícula (IFP), floración (F1) y maduración (Mat) de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004

3.1.5 Altura de la planta (Ht)

La altura de la planta es a menudo la característica más notable, es usado como un criterio de crecimiento especialmente donde la temperatura es baja o cuando el agua es profunda. Después del lento crecimiento durante el estado de plántula la altura de la planta aumenta rápida y casi linealmente hasta la floración (De Datta, 1986).

La altura del tallo principal está en función del número de nudos y longitud de entrenudos lo cual es una característica varietal definida, pero puede suceder que sea afectada por las condiciones ambientales (Somarriba, 1998).

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

En el presente estudio los genotipos mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$). Para la variable altura de la planta mediante la separación de media por Tukey con un $\alpha = 0.05$ de confianza se detectaron cinco categorías estadísticas; el rango de altura que presentaron estos materiales está entre 92.57 y 104.72 cm correspondiente a la línea L-59 y L-58 respectivamente. Las variedades testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1, presentaron alturas promedios de 101.02 y 98.52 cm, respectivamente (Cuadro 8).

Según la clasificación del CIAT (1983) el 75 % de los genotipos se ubican en las categorías de plantas semienanas y el 25 % como plantas intermedias (Anexo 2). La característica semienana se considera deseable por estar relacionada a una mayor capacidad de macollamiento según lo mencionado por (Chavarría, 2000). Por otro lado Fernández *et al.*, (1985) afirman que la estatura baja y la dureza del tallo son cualidades esenciales en variedades de altos rendimientos, ya que minimizan el volcamiento y poseen una mayor relación grano/paja; sin embargo este autor plantea que las variedades altas son más competitivas con las malezas y más adaptadas a áreas de secano.

Angladette (1969), establece que la temperatura tiene efecto o influencia muy superior a la de la luz durante la fase de vegetación; por tanto afecta el crecimiento propiamente dicho altura de la planta.

3.1.6 Acame (Lg)

En el cultivo de arroz las plantas con exceso de fertilizantes nitrogenados se tornan color verde oscuro, plantas frondosas, altas, hojas anchas, turgentes, quedando el cultivo expuesto al acame y ataque de hongos. La resistencia al acame está relacionado principalmente con la poca altura, además depende de otros caracteres incluyendo el diámetro del tallo, el espesor de las paredes del tallo y el grado hasta el cual la vaina de la hoja se adhiere a los entrenudos (CIAT, 1985).

El vuelco, en especial cuando tiene lugar precisamente antes o después de la floración determina pérdidas graves. Debido a la debilidad de la paja dependiendo de un solo gen, el carácter de paja resistente parece asociado a los caracteres de ahijamiento débil y largo ciclo vegetativo (Angladette, 1969).

Los principales factores que ocasionan el volcamiento son la altura de planta y grosor del tallo (Vergara, 1990), en este sentido Jennings (1985) afirma que los tallos cortos y fuertes, más que ningún otro carácter, determinan la resistencia al volcamiento; tallos largos y delgados contribuyen al acame temprano. Otros factores mencionados por Vergara (1990) son distancia entre planta, los entre nudos, el viento, la lluvia y la cantidad de fertilizante aplicado.

Cuando se analizó el acame de los tratamientos, se observó un rango de plantas acamadas entre el 5-20 %. Las líneas que presentaron numéricamente el mayor porcentaje de planta acamadas fueron: L-59, L-64 y FE DE ARROZ-50 con un promedio de 20 %. El 50 % de las líneas presentaron un 5 % de plantas acamadas. Las variedades testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1, presentaron un promedio de 10 % de plantas acamadas (Cuadro 8). De acuerdo con la escala del CIAT (1983) todos los genotipos se ubican en la categoría de tallos fuertes sin volcamiento.

Los resultados obtenidos indican que los genotipos sometidos a estudio pueden adaptarse por su resistencia al acame a las condiciones climáticas y características agronómicas de la zona del Valle de Sébaco.

Cuadro 8. Promedio de altura de planta (Ht), Acame (Lg) y habilidad de macollamiento (Ti) de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004

Tratamientos	Ti (Nº)	Ht (cm)	Lg (%)
L-58	20	104.73 a	5
ECIA-59	20	102.20 ab	5
AVE-MARIA	19	101.63 ab	10
INTA-MALACATOYA	21	101.03 ab	10
FE DE ARROZ-50	22	99.97 ab	20
A-2756	20	99.83 abc	5
L-61	22	99.55 abc	10
INTA-N1	21	98.53 abc	10
L-4	24	98.23 abc	5
TSY-1216	20	98.13 abc	5
A-2759	19	96.20 abc	5
L-64	22	94.93 bc	20
L-39	21	94.47 bc	5
L-62	21	94.27 bc	5
L-8	23	93.65 bc	10
L-59	22	92.57 c	20
Bloque	0.0002	0.0001	
Tratamiento Pr>F	0.8979	0.0001	
DMS	8.18	8.56	
C.V %	15.01	3.36	
R ²	0.43	0.68	

3.2 Componentes de rendimiento

3.2.1 Números de granos por panícula (Ngp)

El número de granos por panícula depende de las condiciones nutritivas de la planta en la fase de la formación embrional de la panícula, el que inicia entre los 50-70 días después de la germinación de la semilla. También

depende de las condiciones climáticas, la disminución de la temperatura durante la fase de diferenciación de inflorescencia y en las etapas sucesivas del desarrollo puede producir malformaciones y ser causa de esterilidad floral (Tinarellí, 1989).

El número de granos por panícula constituye un carácter varietal; de 50-60 a 200-300, la cantidad menor corresponde frecuentemente a la panícula más larga y menos densa (Angladette, 1969).

Los genotipos en estudio mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$). El número de granos por panícula varió entre 194 a 127 correspondientes a las líneas A-2759 y L-59. La prueba de rango múltiple de Tukey realizada con un $\alpha = 0.05$ de confianza, clasifica los tratamientos en tres categorías estadísticas. La línea A-2759 superó estadísticamente a ocho de los genotipos evaluados incluyendo al testigo INTA-MALACATOYA, el que produjo 143 granos por panícula, el resto de los genotipos se comportó de forma similar (Cuadro 9).

Los resultados obtenidos en este estudio para el número de granos por panícula superan a los encontrados por Cardoza *et al.*, (2004) al evaluar los mismos genotipos en época seca del 2003 cuyo rango fue 140 y 83 granos por panícula. Esto puede estar relacionado con lo mencionado por De Datta (1986), quien indica que las condiciones climáticas puede 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 en los carbohidratos.

3.2.2 Fertilidad de las espiguillas (St)

La fertilidad de las espiguillas está influenciada más por las condiciones térmicas que por las condiciones vegetativas debido a la elevada tasa de

esterilidad que producen las bajas temperaturas (Tinarellí, 1989). La temperatura crítica para la inducción de esterilidad se sitúa, durante la floración con temperatura inferior de 22 °C provocando la falta de apertura de las glumas (lema y palea); si la temperatura es inferior a 15 °C no se produce fecundación, mayores de 35 °C son críticas para la anthesis y habrá mayor número de granos vanos, disminuye el número de espiguillas y puede llegar a causar esterilidad (Somarriba, 1998).

En cuanto al número de granos fértiles en la espiguilla, los tratamientos evaluados mostraron diferencias altamente significativa ($P < 0.0024$). La fertilidad de las espiguillas varió entre 81.6 y 63.12 % correspondientes a los genotipos A-2759 y AVE-MARIA. La separación de medias de Tukey, con un $\alpha = 0.05$ de confianza, clasifica los tratamientos en cinco categorías estadísticas. Ninguno de los genotipos estudiados superó a los testigos en cuanto a fertilidad de espiguilla. El genotipo A-2759 superó estadísticamente a tres de los tratamientos en estudio. Mientras que el genotipo L-39 superó a la variedad AVE-MARIA (Cuadro 9).

Según la clasificación estándar del CIAT (1983), cuatro genotipos se clasifican en las categorías fértiles y 12 como parcialmente fértiles (Anexo 3).

Los porcentajes de fertilidad de espiguilla obtenidos en este estudio posiblemente se dieron debido a diferencias genéticas de los materiales, ya que las condiciones térmicas no influyeron en la fertilidad, dado que los promedios de temperatura durante la realización del experimento oscilaron entre de 25 y 26 °C de acuerdo a lo planteado por Zabala y Ojeda (1988), que menciona que la fertilidad de espiguilla está influenciado por constitución genética y que temperaturas entre 25 y 31 °C no ejercen ningún efecto negativo respecto a este carácter.

3.2.3 Peso de mil granos (PMG)

El peso del grano es el componente más determinante en el rendimiento del grano (Pérez *et al*, 1985; 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, los cuales fluctúan entre 25-35 g (López, 1991; Citado por Sandino, 2000).

El peso del grano varía de menos de diez a más de 50 mg por 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 % de total de granos (Pérez, 1985).

El peso entre 20 y 25 gramos por mil granos son límites para definir como moderadamente pesado y muy pesado cualquier tipo de arroz. El rendimiento de granos enteros varía en función de la variedad y el grado de maduración, por lo que una maduración imperfecta puede producir menor peso específico y unitario de la semilla (Tinarellí, 1989).

Los tratamientos evaluados presentaron diferencias altamente significativas ($P < F$ 0.0011), el carácter varió entre 31.5 a 25.5 g. Los genotipos estudiados se ubican en cinco categorías estadísticas de acuerdo a la separación de medias de Tukey con ($\alpha = 0.05$) de confianza. Las variedades testigos INTA-N1 e INTA-MALACATOYA no fueron superadas para este carácter por ninguno de los genotipos en estudio. La línea TSY-1216 superó estadísticamente a seis de los genotipos sometidos a evaluación, mientras el testigo INTA-MALACATOYA superó a la línea A-2759, el resto de los genotipos tuvo un comportamiento similar (Cuadro 9).

Cardoza *et al.*, (2003) encontraron que la variedad INTA-N1 e INTA-MALACATOYA alcanzaron un peso de mil granos con promedio de 30.5 y 29.30 gramos similares a los pesos obtenidos en este experimento.

Según Tinarellí (1989), las bajas temperaturas durante la maduración influyen sobre el porcentaje de granos completamente maduros. Con temperaturas medias diarias inferiores a 18 °C, el peso de mil granos disminuye, y a la temperatura constante de 16 °C, el porcentaje de granos completamente maduros es virtualmente cero. La velocidad de traslocación desde la planta a las cariósides de los productos derivados de la fotosíntesis es mayor con valores térmicos próximos a los 30 °C, pero la capacidad de almacenamiento de los carbohidratos por las cariósides en formación disminuye cuando la temperatura excede de los 22-23 °C; de hecho el peso de mil granos es mayor cuando la temperatura media es constante de 20-21 °C.

3.2.4 Rendimiento de grano (Yld)

Incrementar el potencial de rendimiento de arroz es el principal objetivo en los trabajos de mejoramiento genético. El rendimiento de una planta es el resultado del número de tallos con panícula y del tanto por ciento de esterilidad, del número de granos por panícula y del peso medio de los granos, pero también está en función de la resistencia a enfermedades, al vuelco, desgrane y al alto poder de asimilación de fuertes abonadas (Angladette, 1969).

En los trópicos, donde la temperatura es favorable para el cultivo del arroz en cualquier época del año sin grandes cambios durante el desarrollo se pueden obtener altos rendimientos de granos (De Datta, 1986).

Según Chandler (1984) considera que existe una alta correlación positiva entre la radiación solar recibida por la planta de arroz durante los 45 días anteriores a la cosecha y el rendimiento en granos.

Al realizar el ANDEVA se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > F$ 0.0125). El rendimiento de los genotipos varió entre 8566.5 kg ha⁻¹ correspondiente a la línea L-39 y 4368 kg ha⁻¹ a la línea L-64. La separación de medias por Tukey, con un $\alpha = 0.05$ de confianza muestra tres categorías estadísticas. Ninguno de los genotipos en estudio superó estadísticamente a las variedades testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1 las que obtuvieron rendimiento promedios de 7353.70 y 6268 kg ha⁻¹ (Cuadro 9).

Downs *et al.*, (2003) evaluando los genotipos L-4 y FE DE ARROZ-50 en la época de postrera del 2002 alcanzaron rendimientos de 6186 y 4670 kg ha⁻¹, respectivamente, estos fueron superados al evaluarse en el presente estudio, en la época seca del 2004, con rendimientos promedios de 7915.30 y 6173 kg ha⁻¹. Estas diferencias pueden ser resultados que los materiales fueron evaluados con diferentes condiciones ambientales y probablemente a que *Pyricularia oryzae*, atacó más intensamente durante la época de postrera influyendo directamente en el rendimiento del grano.

Cuadro 9. Comportamiento del número de granos por panícula (Ngp), fertilidad de espiguilla (St), peso de mil granos (PMG) y rendimiento (Yld) de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004

Tratamientos	Ngp	St	PMG	Yld
L-39	155.20 ab	63.50 ab	28.40 abc	8566.50 a
L-4	131.80 b	73.07 abc	27.00 bc	7915.30 ab
A-2756	164.37 ab	70.42 abc	26.23 bc	7749.30 ab
L-8	161.93 ab	74.45 abc	28.25 abc	7748.00 ab
TSY-1216	140.13 b	76.85 abc	31.50 a	7677.30 ab
INTA MALACATOYA	143.20 b	68.17 abc	29.87 ab	7353.70 ab
L-58	153.58 ab	63.50 bc	28.40 abc	6980.00 ab
A-2759	194.55 a	81.60 a	25.50 c	6894.30 ab
L-62	145.48 b	67.60 abc	27.10 bc	6617.50 ab
FE DE ARROZ-50	140.63 b	74.45 abc	27.67 abc	6617.30 ab
INTA-N1	155.50 ab	75.15 abc	28.05 abc	6268.00 ab
L-59	127.53 b	72.75 abc	25.85 bc	6171.70 ab
L-61	130.87 b	68.67 abc	28.23 abc	6116.30 ab
ECIA-59	140.68 b	68.20 abc	27.50 abc	5953.30 ab
AVE MARIA	166.65 ab	63.12 c	28.43 abc	5483.30 ab
L-64	152.85 ab	65.63 bc	27.15 bc	4368.00 b
Bloque	0.1372	0.3970	0.1681	0.047
Tratamiento Pr>F	0.0001	0.0024	0.0011	0.0125
DMS	42.12	16.34	4.2	3665.3
C.V %	10.05	8.72	5.83	18
R ²	0.64	0.53	0.55	0.58

Nota: Medias de igual letra no difieren estadísticamente según Tukey ($\alpha = 0.05$)

3.3 Calidad industrial

Después del rendimiento la calidad del grano es el factor más importante considerado por los fitomejoradores, si los consumidores no aceptan el sabor, textura, aroma o aspecto de una variedad recién desarrollada su utilidad disminuye considerablemente (De Datta, 1986). Las características de calidad del arroz dependen en parte de la variedad así como del suelo, clima, enfermedades, procedimientos de recolección secado e industrialización (Poehlman, 1965).

Cuando se evaluó la calidad industrial del ciclo agrícola comprendido entre febrero y julio del 2004, donde se analizó la calidad molinera de todos los tratamientos, se determinó que la línea A-2759 mostró una calidad molinera con un 83 % de granos enteros, superando a las variedades testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1, que reportaron valores de 81 y 77 %, respectivamente, siendo la línea L-59 la que resultó con menor porcentaje (67 %) de granos enteros (Cuadro 10).

Otro factor que tiene mucha importancia comercial son las categorías en las que se clasifican los arroces quebrados de acuerdo a su longitud misma. Los materiales que presentaron más granos quebrados fueron: L-59 con un 33 %, L-58 y L-62 con promedios de 24 %, esto los ubica dentro de los materiales no deseados.

El peso neto (P.N), el peso del arroz integral (A.I), el peso del arroz oro (P.A.O) y el peso del arroz entero (P.A.E) son parámetros que están estrechamente relacionado con el porcentaje de arroz entero y quebrado, ya que por medio de este proceso se obtiene la calidad industrial del grano.

Angladette (1969) asegura que el criterio de calidad es de vital importancia en el porcentaje de granos rotos y de su clasificación, el cual puede ser granos quebrados grandes, medianos y menudos, todo esto influye directamente en el precio, por lo que determina su calidad industrial y, por consiguiente, su comercialización y la aceptación del grano en el mercado.

Cuadro 10. Análisis de calidad industrial de 16 genotipos de arroz evaluados en el Valle de Sébaco. San Isidro, Matagalpa. Época seca, 2004

Tratamientos	Rendimiento de pilada				Índice de pilada
	P.N %	A.I %	A.O %	P.A.E %	Relación E/Q
A-2759	91.9	70.8	60.6	50	83/17
AVE MARIA	87.8	66.8	56.4	45	82/18
L-8	91.4	70.4	60.8	49	82/18
A-2756	90.5	69.7	58.7	47	82/18
INTA MALACATOYA	96.0	75.0	65.2	53	81/19
L-39	93.4	72.4	62.0	49	80/20
ECIA-59	87.4	66.4	56.1	44	80/20
TSY-1216	89.4	68.5	58.5	46	79/21
L-61	83.3	62.1	51.8	41	79/21
L-64	95.7	74.9	64.3	49	78/22
FE DE ARROZ-50	88.4	67.3	56.1	42	77/23
INTA-N1	85.3	64.1	55.0	42	77/23
L-58	85.9	64.2	54.3	40	76/24
L-62	88.5	67.5	56.9	42	76/24
L-4	85.2	64.2	54.1	40	76/24
L-59	95.2	73.7	63.1	40	67/33

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

3.4 Reacción a *Pyricularia oryzae*

Esta enfermedad es causada por el hongo *Pyricularia oryzae* Cav. y será por mucho tiempo el problema más complejo del cultivo del arroz, especialmente en las áreas tropicales (Castaño, 1985). 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 nudos, muchas flores abortan (Tinarellí, 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 porque las pérdidas de rendimiento son muy altas, ya que la panícula solo produce pocos granos de bajo peso (Bird y Soto, 1991).

Al realizar el análisis descriptivo para esta variable se observó un bajo índice de incidencia en donde el 100 % de los genotipos en estudio mostraron resistencia al ataque de este patógeno, presentando niveles de daños menores al 1 % de lesiones apicales (Cuadro 11) de acuerdo a la escala del CIAT (1983). La baja incidencia de esta enfermedad se debió a las condiciones climáticas desfavorable para la germinación de las conidiosporas del hongo, ya que la temperatura y humedad relativa ocurridas durante el experimento promediaron 26 °C y 69 %, respectivamente, y de acuerdo con Meneses *et al.*, (2001) las temperaturas óptimas para que se desarrolle dicha enfermedad son 28 °C con una humedad relativa de 85-93 %; con menos humedad casi ninguna lesión se desarrolla.

Cuadro 11 Reacción a *Pyricularia* de 16 genotipos de arroz

Genotipos	Reacción a <i>Pyricularia</i>	
	Cuello de la panícula y en los nudos (%)	<i>Pyricularia</i> en la hoja (%)
L-59	1	1
L-39	1	1
L-58	1	1
L-64	1	1
L-8	1	1
L-61	1	1
L-62	1	1
ECIA-59	1	1
A-2759	1	1
AVE MARIA	1	1
A-2756	1	1
FE DE ARROZ-50	1	1
TSY-1216	1	1
L-4	1	1
INTA-MALACATOYA	1	1
INTA-N1	1	1

IV. CONCLUSIONES

Basándose en los resultados obtenidos en esta investigación se concluye lo siguiente:

Para la variable de crecimiento altura de planta se encontró diferencias altamente significativas clasificándose como plantas semienanas e intermedias. La variable habilidad de macollamiento no mostró diferencias significativas. Todos los genotipos evaluados mostraron resistencia al acame, ubicándose en la categoría de tallos fuertes sin volcamiento.

El número de días a floración fluctuó entre 82 a 98 días, siendo la línea A-2759 la que obtuvo el menor número de días a floración. Con respecto a la variable maduración los días a madurez oscilaron entre 128 a 115 días, encontrándose la línea A-2759 como la más precoz.

Para los componentes de rendimiento peso de mil granos, número de granos por panícula y fertilidad de las espiguillas se encontraron diferencias altamente significativas. El peso de mil granos varió entre 31.5 a 25 gramos, siendo la línea TSY-1216 la que presentó el mayor peso, obteniendo el menor peso la línea A-2759. En el caso del número de granos por panícula, este varió entre 194 a 127 granos presentando el mayor número de granos por panícula la línea A-2759 y el menor número la línea L-59. El carácter fertilidad de las espiguillas fluctuó entre 81.6 y 63.12 %, la línea A-2759 muestra el mayor porcentaje de fertilidad con el 81.6 %.

El rendimiento mostró diferencias significativas para los genotipos en estudio, este varió entre 8566.5 y 4368 kg ha⁻¹. Ningunos de los genotipos superó a los testigos INTA-MALACATOYA e INTA-N1.

El 43 % de los genotipos en estudio alcanzaron calidades molineras entre el 83 y 80 % con relación a granos enteros, considerando estos materiales como deseables para la comercialización.

De los genotipos evaluados la línea A- 2759 mostró ser interesante, por encontrarse entre los genotipos con mayor rendimiento, ser más precoz y mostrar la mejor calidad industrial, además, poseen buenas características agronómicas.

V. RECOMENDACIONES

Dado que los genotipos evaluados no mostraron superioridad en cuanto al rendimiento se considera necesario introducir germoplasma a fin de buscar genotipos que realmente muestren superioridad a las variedades comerciales en uso, con excepción de la línea A-2759, que aunque, muestra rendimiento similar a los testigos se logró observar mayor precocidad y calidad industrial.

VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Angladette, A. 1969. El arroz. Colección Agricultura Tropical. Editorial Blume. 867p.
- Bird, W y Soto, S. 1991. El cultivo de arroz en Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos. 45p.
- Castaño, J. Z. 1985. Principales enfermedades del arroz y su control en América Latina. Arroz. Investigación y Producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT. Cali, Colombia. 567-598p.
- Cardoza, I y González, E. 2003. Evaluación y prueba avanzada de rendimiento de catorce líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de riego en el Valle de Sébaco, Matagalpa. Verano, 2003. Tesis. Ing. Agrónomo. UNA, Managua. Managua, Nicaragua. 36p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Sistema de evaluación estándar para arroz. Programa de Pruebas Internacionales de Arroz. Manual arrocero, Traductor y Adaptador. Cali, Colombia. 230p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1985. Arroz. Investigación y producción. Referencias de los cursos sobre arroz dictado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 695p.
- Contin, A. 1990. Cultivo de arroz. Manual de Producción. Editorial Limusa. Cuarta Edición. D. F. México. 426p.

- Chandler, 1984. Arroz en los trópicos. Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 222p.
- 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 Autónoma de Barcelona. 63p.
- De Datta, S. K. 1986. Producción de arroz. Fundamentos prácticos. Editorial Limusa. Primera edición. D. F. México. 690p.
- Downs, J. J.; Martínez, M. J. L. y Castro, E. P. 2002. 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. 58p.
- Fernández, F; Vergara, B. S; Yapit, N. y García, O. 1985. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Arroz: Investigación y Producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictado por el CIAT, Cali, Colombia. 83-100p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2003. Estudio de la cadena de comercialización del arroz. Managua, Nicaragua. 89p.
- Jennings, P. R. 1985. Mejoramiento del arroz. Arroz: Investigación y producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT. Cali, Colombia. 205-231p.

- 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. 62-87p.
- Meneses, C; Gutiérrez, A; García, A; Antigua, G; Gómez, J; Correa, F y Calvert, L. 2001. Guía para el trabajo de campo en el Manejo Integrado de Plagas del Arroz. Cuarta Edición. 71p.
- Narváez, L. 1996. Informe anual. Resultados de investigación de programa Nacional de Granos Básicos. Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA). Región A-1. Managua, Nicaragua. 200p.
- Pérez, J. W. Acevedo, A. Quintanilla. 1985. Relación entre el rendimiento y caracteres morfológicos en arroz en Nicaragua. Ciencia y Técnico en la agricultura. La Habana, Cuba. 230p.
- Poehlman, J. M. 1969. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. Décima reimpresión, 1987. México. 453p.
- Romero, M.1973. Curso de Arroz. Instituto Colombiano Agropecuario. FE DE ARROZ. Bogotá, Colombia. 229p.
- Sandino, M. D.; P. M. Guido, 2000. Evaluación preliminar de rendimiento de 7 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) en comparación con la variedad Oryzica Llanos 4. 36p.
- Somarriba, R. C. 1998. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 197p.
- Tinarellí, A. 1989. El arroz. Capítulo 12, segunda edición. EDAGRICOLE Bologna, Italia. 295-298p.

- Vargas, J. P. 1985. El Arroz y su Medio Ambiente. Arroz. Investigación y Producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT. Cali, Colombia. 19-36p.
- Vergara, B. 1990. Guía del agricultor para el cultivo de arroz. Editorial Limusa. D. F, México. 221p.
- Zavala, M. I. y Ojeda, L. R. 1988. Fitotecnia especial. Tomo 1. Editorial Pueblo y educación. Habana, Cuba. 237p.
- Zeledón, R. P. 1993. Estudio de observación de 112 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) Tesis Ing. Agrónomo. UNA. Managua, Nicaragua. 34p.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Escala de calificación para la variable de habilidad de macollamiento.

Escala	Categoría	Descripción (Nº de hijos)
1	Muy prolífera	Más de 25 hijos
3	Buena	20 a 25 hijos
5	Mediana	10 a 19 hijos
7	Pobre	5 a 9 hijos
9	Muy pobre	Menos de 5 hijos

Anexo 2. Escala utilizada para la variable de altura de la planta.

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

Anexo 3. Aplicación de la escala para la fertilidad de las espiguillas

Escala	Categoría	Descripción
1	Altamente fértil	Más del 90 %
3	Fértiles	75-89 %
5	Parcialmente fértiles	50-74 %
7	Estériles	10-49 %
9	Altamente estériles	Menos del 10 %