



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Sede Juigalpa, Chontales.

TESIS

**EVALUACION Y PRUEBA AVANZADA DE RENDIMIENTO
DE SIETE LINEAS PROMISORIAS Y OCHO VARIEDADES COMERCIALES
DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO CONDICIONES DE SECANO EN
ALTAMIRA, SAN LORENZO, BOACO.
PRIMERA 2003**

AUTORES

**Br. Roger Antonio Salazar Hitcher.
Br. Roger Hernández.**

ASESORES

**Ing. Álvaro Benavides González.
Ing. Rafael Salazar Suárez.**

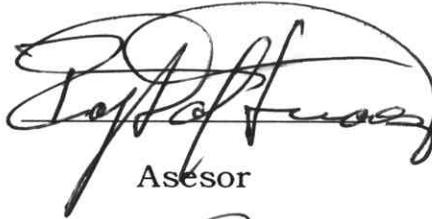
**Juigalpa, Chontales. Nicaragua.
Febrero 2004**

HOJA DE APROBACION

Esta tesis fue aceptada por el Consejo Técnico de la Sede Juigalpa de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria, como registro parcial para optar al grado de:

Ingeniero Agrónomo

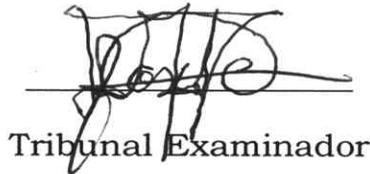
Equipo de Asesores



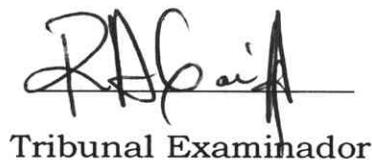
Asesor



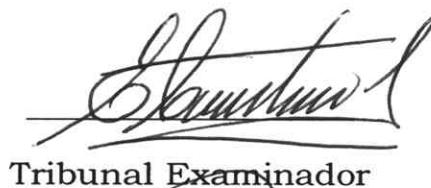
Asesor



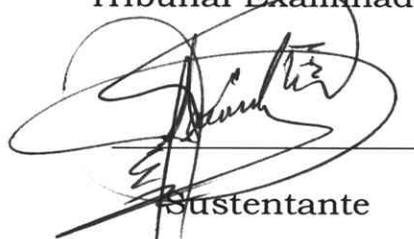
Tribunal Examinador



Tribunal Examinador



Tribunal Examinador



Sustentante



Sustentante

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Sede Regional *Jofiel Acuña*
Juigalpa, Chontales



TRABAJO DE TESIS

**EVALUACIÓN Y PRUEBA AVANZADA DE RENDIMIENTO
DE SIETE LINEAS PROMISORIAS Y OCHO VARIEDADES COMERCIALES DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO CONDICIONES DE SECANO EN ALTAMIRA, SAN
LORENZO, BOACO. PRIMERA 2003**

AUTORES:

Br. RÔGER SALAZAR
Br. RÔGER HERNANDEZ

ASESORES:

Ing. Agr. ALVARO BENAVIDES GONZÁLEZ
Ing. Agr. RAFAEL SALAZAR SUÁREZ

Presentado a la Consideración del *Honorable Tribunal
Examinador como requisito para optar al grado de
Ingeniero Agrônomo Generalista.*

JUIGALPA, CHONTALES, NICARAGUA
FEBRERO, 2004



C O N T E N I D O

	Página
ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
LISTA DE CUADROS	<i>iii</i>
LISTA DE FIGURAS	<i>iv</i>
RESUMEN	<i>v</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1. Descripción del lugar	3
2.2. Tratamientos evaluados	3
2.3. Diseño y area experimental y análisis estadístico	4
2.4. Dimensiones del ensayo	4
2.5. Variables a medir	5
2.5.1. Variables de crecimiento y desarrollo	5
2.5.2. Variables de rendimiento	10
2.6. Manejo agronómico	11
2.6.1. Preparación del suelo	11
2.6.2. Siembra	11
2.6.3. Control de malezas	11
2.6.4. Manejo del agua	11
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
3.1. Variables de crecimiento y desarrollo	12
3.1.1. Altura de planta (Ht)	12
3.1.2. Vigor (Vg)	13
3.1.3. Acame (Lg)	14
3.1.4. Habilidad de macollamiento (Ti)	15
3.1.5. Aceptabilidad fenotípica	16
3.1.6. Iniciación del primordio floral	17
3.1.7. Floración (Fi)	20
3.1.8. Maduración (Mat)	21
3.1.9. Excursión de la panícula (Exs)	22
3.1.10 Senescencia	23

3.2.	Variables de rendimiento	24
3.2.1.	Fertilidad de la espiguilla (St)	24
3.2.2.	Número de granos por panícula (Ngp)	25
3.2.3.	Longitud de panícula (PnL)	26
3.2.4.	Rendimiento de grano (Yld)	28
V.	CONCLUSIONES	33
VI.	RECOMENDACIONES	35
VII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA 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. Evaluación de los estados fenológicos de la planta de arroz	6
Cuadro 3. Altura de planta	6
Cuadro 4. Escala de vigor	6
Cuadro 5. Escala de acame	7
Cuadro 6. Grado de macollamiento	7
Cuadro 7. Escala para evaluar aceptabilidad fenotípica	8
Cuadro 8. Escala de excursión	9
Cuadro 9. Escala de senescencia	9
Cuadro 10. Escala de fertilidad de panícula	10
Cuadro 11. Comportamiento del rendimiento (Yld), altura de planta (Ht), longitud de panícula (LP), granos en panícula (Ngp) y fertilidad de panícula (St)	27

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Promedios de temperatura (Temp.), precipitación (Pp.) y humedad relativa (HR) en San Lorenzo, departamento de Boaco. INETER, 2003.	3
Figura 2. Comportamiento de vigor (Vg), habilidad de macollamiento (Ti) y acame (Lg) de 7 líneas y 8 variedades comerciales de arroz.	14
Figura 3. Comportamiento de la excersión de la panoja (Exs), aceptabilidad fenotípica (PAcp) y senescencia (Sen) en 7 líneas y 8 variedades comerciales de arroz.	17
Figura 4. Comportamiento de primordio (Pri), floración (F1) y maduración (Mat) de 7 líneas y 8 variedades de arroz.	

RESUMEN

Aunque en los últimos años, el área sembrada de arroz (*Oryza sativa* L.) se ha incrementado, 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 desarrollo entre julio-octubre, 2003 y fue establecido en Altamira, Municipio de San Lorenzo, departamento de Boaco. Se empleo el diseño de BCA con 15 cultivares como tratamientos y cuatro bloques. Se utilizó ANDEVA y separación de medias según Tukey ($\alpha=0.05$) y se evaluaron características fenotípicas de 7 líneas promisorias y 8 variedades de arroz procedentes de Colombia, Cuba y República Dominicana. Las líneas promisorias de mayor rendimientos fueron: la línea L-61, y las variedades A-2756, AVEMARIA y A-2759, superando los 8 mil kg/ha.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.) en el mundo representa uno de los granos de mayor importancia en consumo y producción. Aporta en las partes más pobres del mundo el 80 % de proteínas de la dieta diaria y 10 % de calorías (CIAT, 1985).

En Nicaragua, el Arroz ocupa el segundo grano de mayor consumo, y se siembran aproximadamente 45774.6 hectáreas con un rendimiento promedio de 1936.17 kg/ha (INTA, 1999).

Durante muchos años los principales esfuerzos tecnológicos en el cultivo del Arroz se han limitado para las condiciones de riego, donde la producción está dominada por grandes productores con recursos e infraestructuras adecuadas para producir extensas áreas (Tercero, 1993; citado por Álvarez y Rocha, 2001).

Si embargo, el Arroz de secano es un sistema de producción que ha venido aumentando en una tasa de crecimiento del 18 % promedio anual durante el período 1990-1998; esto es debido a los bajos costos relativos con respecto a la tecnología de riego. Este sistema representa un 60 % del total del área cultivada de Arroz, pero sólo el 40 % de la producción nacional (MAG-FOR, 1999).

El rendimiento nacional del cultivo ha variado negativamente debido a condiciones edafoclimáticas y uso de variedades de bajo rendimiento (Narváez, 1996). Estas reducciones conllevan a importar grandes cantidades del grano para satisfacer las necesidades. Es por eso que el Programa Nacional de Arroz ha incrementado esfuerzos para obtener nuevas líneas y/o variedades con amplia adaptabilidad a las diferentes zonas arroceras para su posterior liberación con la finalidad de lograr un

incremento productivo para solventar en cierta medida las necesidades del país.

Tomando en consideración lo expuesto anteriormente este trabajo pretende aportar información sobre la evaluación de 15 cultivares de Arroz en seco en Altamira, Municipio de San Lorenzo, departamento de Boaco, teniendo como objetivos los siguientes:

Objetivo general:

- Contribuir a mejorar la productividad del cultivo del Arroz en la zona de San Lorenzo, Boaco a través de la evaluación de 15 cultivares comerciales bajo el sistema de seco.

Objetivos específicos:

- Evaluar siete líneas promisorias y ocho variedades de Arroz con características fenotípicas de interés comercial.
- Seleccionar los materiales genéticos de mayor rendimiento y adaptabilidad a las condiciones agro-ecológicas de la zona.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del lugar

El experimento se estableció el diecinueve de julio del 2003, en la finca Altamira ubicada en el municipio de San Lorenzo, departamento de Boaco. La zona de experimentación se encuentra ubicada en los 12° 07' 58" Latitud Norte, 85° 42' 51" Longitud Oeste y a una altura de 47 msnm. La zona se caracteriza por tener suelos arcillosos limosos. Las características climatológicas obtenidas durante el establecimiento del experimento se muestran en la Figura 1 (INETER, 2003).

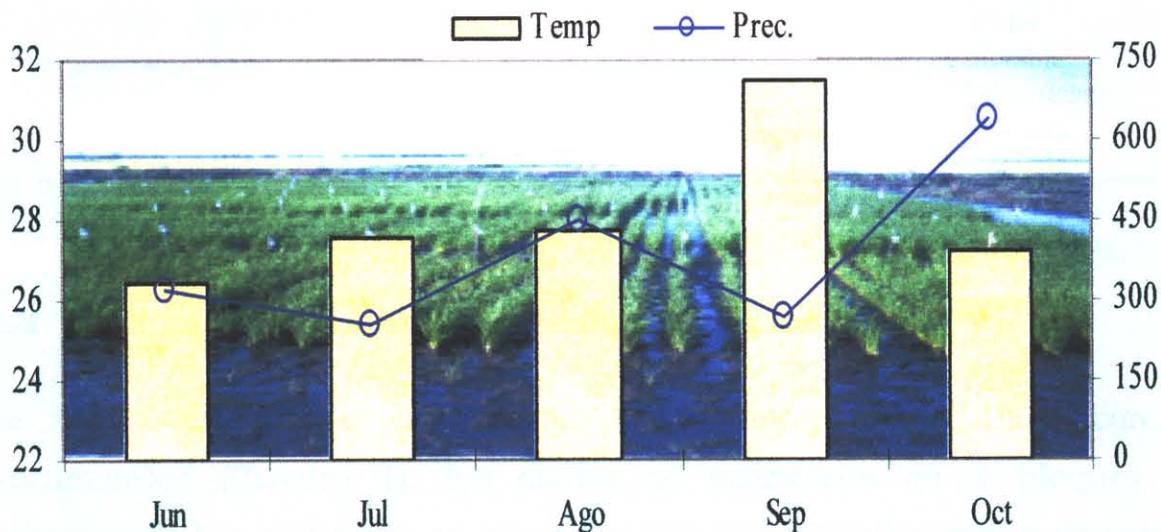


Figura 1. Promedios de temperatura (Temp.), precipitación (Pp.) y humedad relativa (HR) en San Lorenzo, departamento de Boaco. INETER, 2003.

2.2 Tratamientos evaluados

Los tratamientos estuvieron conformados por las siete líneas promisorias y ocho variedades de arroz. Dichos materiales genéticos tienen su origen en República Dominicana, Colombia, Cuba y Nicaragua (Cuadro 1).

Cuadro 1. Origen de las líneas promisorias y variedades que se evaluaron en la zona de San Lorenzo, departamento de Boaco.

Tratamientos	Material genético	Origen
Líneas		
T1	L-8	Colombia
T2	L-39	Colombia
T3	L-58	Colombia
T4	L-59	Colombia
T5	L-61	Colombia
T6	L-62	Colombia
T7	L-64	Colombia
Variedades		
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
T14	INTA MALACATOYA	Nicaragua
T15	INTA- N1	Nicaragua

2.3 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con 15 tratamientos (Cuadro 1), los cuales se azarizaron en 4 bloques. La información fue manejada en hojas electrónicas (Excel) y analizada con los estadísticos SAS (versión 8.0). Asimismo, se utilizó el Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias según Tukey ($\alpha=0.05$).

2.4 Dimensiones del ensayo

La parcela estuvo compuesta por 6 surcos de 5 m de longitud con una separación entre hilera de 0.30 m La parcela útil estuvo formada por 4 surcos centrales; Se sembró a razón 77 kg/ha de semilla. La germinación de la semilla fue de un 80 –95%.

El área total del experimento fue de 2400 m². La distancia entre bloques fue de 3.0 y la distancia entre surcos de 0.30 m. El área útil de la parcela es de 1.20 m².

2.5 Variables a medir

Se midieron las siguientes variables:

- Altura de planta
- Vigor
- Acame
- Macollamiento
- Aceptabilidad fenotípica
- Iniciación de primordio floral
- Floración
- Maduración
- Excerción de la panoja
- Longitud de la panícula
- Fertilidad de la panícula
- Rendimiento

2.5.1. Variables de crecimiento y desarrollo

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

Cuadro 2. Evaluación 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

Altura de planta (Ht)

Se registró la altura de la planta en 8 cm (Cuadro 3), desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo la arista. El tiempo de evaluación, fue en estado fenológico (09).

Cuadro 3. 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

Vigor (Vg)

El vigor vegetativo (Cuadro 4) se determinó en función del macollamiento y la altura de planta, el tiempo de evaluación fue en estado de crecimiento (02).

Cuadro 4. Escala 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)

El acame (Cuadro 5) consistió en la habilidad de los tallos de permanecer erectos en el campo. La medición de esta variable se evaluó a través de la observación visual y se registró en la fase de crecimiento estado (09).

Cuadro 5. Escala 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 muy débiles	La mayoría de las plantas casi caídas.
9		Todas las plantas en el suelo.

Habilidad de macollamiento (Ti)

Las condiciones ambientales pudieron tener una fuerte influencia en el grado de macollamiento (Cuadro 6). 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 6. Grado 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

Aceptabilidad fenotípica (PAcp)

La evaluación del material se realizó de forma subjetiva de acuerdo con lo objetivo del mejoramiento, refleja las condiciones del material para cada localidad específica. Se evaluó en el estado de crecimiento (09).

Cuadro 7. Escala para evaluar aceptabilidad fenotípica

Calificación	Categoría
1	Excelente
3	Bueno
5	Regular
7	Pobre o malo
9	Inaceptable

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 (Fl)

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].

Exerción de la panícula (Exs)

La exerción de la panícula (Cuadro 8) se consideró como la habilidad de las panículas de emerger completamente de la hoja bandera esto se considera como un defecto genético. Sin embargo los factores ambientales y las enfermedades pueden contribuir a este defecto. El tiempo de evaluación fue en la etapa decrecimiento (09) .

Cuadro 8. Escala de exerción

Escala	Categoría	Descripción
1	Buena	El nudo ciliar se encuentra 8 cm o más por encima del cuello de la hoja bandera
3	Moderada	El nudo ciliar se encuentra entre 4 y 7 cm por encima del cuello de la hoja bandera
5	Casi definida	El nudo ciliar se encuentra entre 1 y 3 cm por encima del cuello de la hoja bandera
7	Parcial	El 50% de las panículas presentan 3 o 4 cm por encima del cuello de la hoja bandera
9	Deficiente	El 50% de las panículas presentan 4 cm o más por encima del cuello de la hoja bandera

Senescencia (Sen)

La senescencia (Cuadro 9) es un carácter importante, ya que la rápida senescencia de las hoja puede ir en perjuicio del rendimiento sí los granos no están completamente llenos. Tiempo de evaluación fue en el estado de crecimiento (09).

Cuadro 9. Escala de senescencia

Escala	Categoría	Descripción
1	Tardío y Lento	Hojas color verde natural
5	Intermedio	Amarillamiento de las hojas superiores
9	Temprana y Rápida	Todas las hojas amarillas o muertas

2.5.2. Variables de rendimiento

Fertilidad de la panícula (St)

De las diez panículas tomadas por parcela se contaron el número de espiguillas con granos, obteniéndose así el porcentaje de fertilidad de cada tratamiento (Cuadro 10). Tiempo de evaluación, estado de crecimiento [09].

Cuadro 10. 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 1000 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 1000 granos y se estandarizó a un 14% de humedad.

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.

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 Row-plow, más dos pases de gradas, posteriormente se inundó la terraza de agua y se realizaron dos pases de bancas con fanguero. Un día antes de la siembra se niveló el suelo manualmente, también se limpiaron los restos de malezas que aun estaban presentes.

2.6.2. Siembra

La siembra se realizó el diecinueve de julio del 2003, después de haber drenado el campo durante 24 horas, procediéndose al rayado de los surcos y el sembrado de las semillas secas a chorrillo tapándose inmediatamente a razón de 77 kg/ha con germinación promedio del 80-95%.

2.6.3. Control de malezas

El control de malezas se realizó a los 25 días después de germinado, manualmente, las malezas que se controlaron: Ciperáceas, *Echinochloa*, *Hyparenea rufa*, *cenchrus*, Oleáceas.

2.6.4. Manejo de Agua

El manejo de agua se realizó de acuerdo al manejo convencional de la finca Las Lajas, manteniendo una lámina de 2 pulgadas de agua hasta los 15 días después del 100 % de la floración.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Variables de crecimiento y desarrollo

3.1.1. 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 esta 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 no demostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Cuadro 11). Según el ANDEVA (Cuadro 11), al realizar la separación de medias por Tukey se encontró que los rangos de altura que presentaron estos materiales están entre 111.0 y 120.0 cm en los tratamientos T4 y T13, respectivamente, siendo los tratamientos T14, T3, T2, T11 y T4 los de mayor altura que clasifican como plantas intermedias. Los tratamientos restantes son considerados según la escala de clasificación estándar para arroz (CIAT, 1983) como plantas semienanas.

3.1.2. 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 radicular, 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 sombrío mutuo 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 (Figura 2). En este estudio 10% de los materiales evaluados presentaron la escala de 3, lo que indica que todas las plantas de los cultivares se comportaron vigorosas.

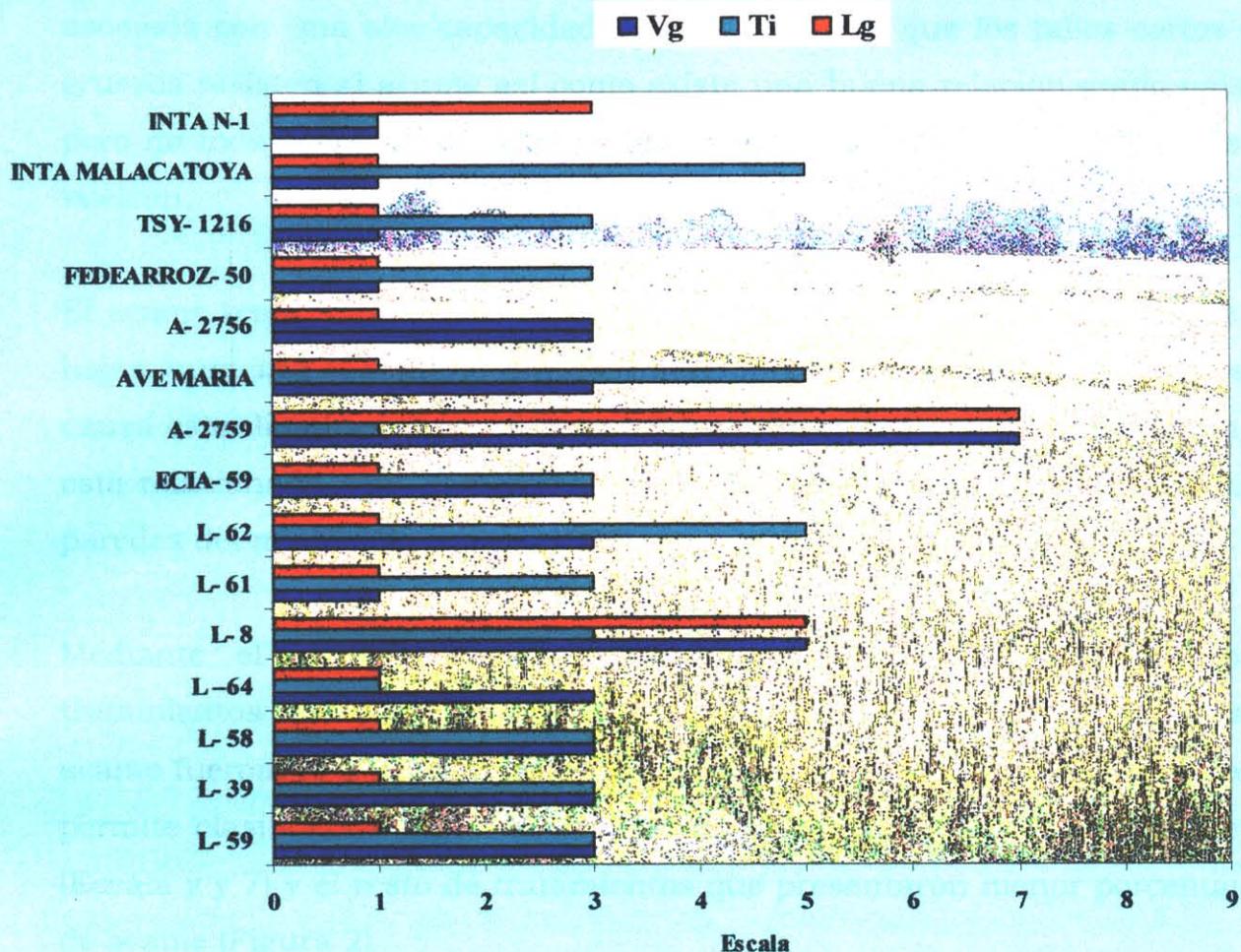


Figura 2. Comportamiento de vigor (Vg), habilidad de macollamiento (Ti) y acame (Lg) de 7 líneas y 8 variedades comerciales de arroz.

3.1.3. 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 asociada con la naturaleza y extensión del sistema radicular, con el espesor y la resistencia de la vaina, con el tamaño de los entrenudos y con la altura de la planta (Zeledón, 1993). 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 tallo largos y delgados altera la distribución de las hojas, aumenta el sombriío 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).

Mediante el sistema de evaluación estándar del CIAT (1983), los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje de susceptibilidad al acame fueron: A-2759 (T9) y L-8 (T1) con un promedio de 75% lo que nos permite clasificarlos según la escala del CIAT, en líneas con tallo débiles (Escala y y 7) y el resto de tratamientos que presentaron menor porcentaje de acame (Figura 2).

3.1.4. 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 que el cultivo se desarrolle, por ejemplo: densidad de siembra, fertilidad del suelo y temperaturas bajas que no permiten la formación del macollamiento.

En este estudio, se destacan por tener de mediano a débil macollamiento (Escala 5 y 7) los materiales INTA-MALACATOYA (T14), AVE MARIA (T10) y la línea L-62 (T1) y A-2759 (T9). Los tratamientos T13, T12, T11, T5, T6, T3, T2 y T4 exhibieron el mayor número de tallos por macollas (Figura 2, Cuadro 6).

3.1.5. Aceptabilidad fenotípica (PAcp)

La aceptabilidad fenotípica en cualquier material de trabajo de mejoramiento se refleja de forma subjetiva, de acuerdo a los objetivos del mejoramiento, por lo que la clasificación que se realiza en los tratamientos refleja las condiciones del material con respecto a las características que tienen valor para realizar la selección (CIAT 1981). La aceptabilidad es el aspecto físico o parte que desarrollan cada uno de los tratamientos adaptados a la zona donde fueron cultivadas.

Mediante el sistema de Evaluación Estándar del CIAT la aceptabilidad fenotípica se clasificó en tres categorías: la categoría 5 que es regular fue obtenida por la variedad A-2759 (T9); la categoría de 3 que es buena fue mostrada por INTA-NI (T15) y la línea L8 (T1); el resto de los materiales presentaron una aceptabilidad fenotípica de excelente, con categoría de 1 (Figura 3).

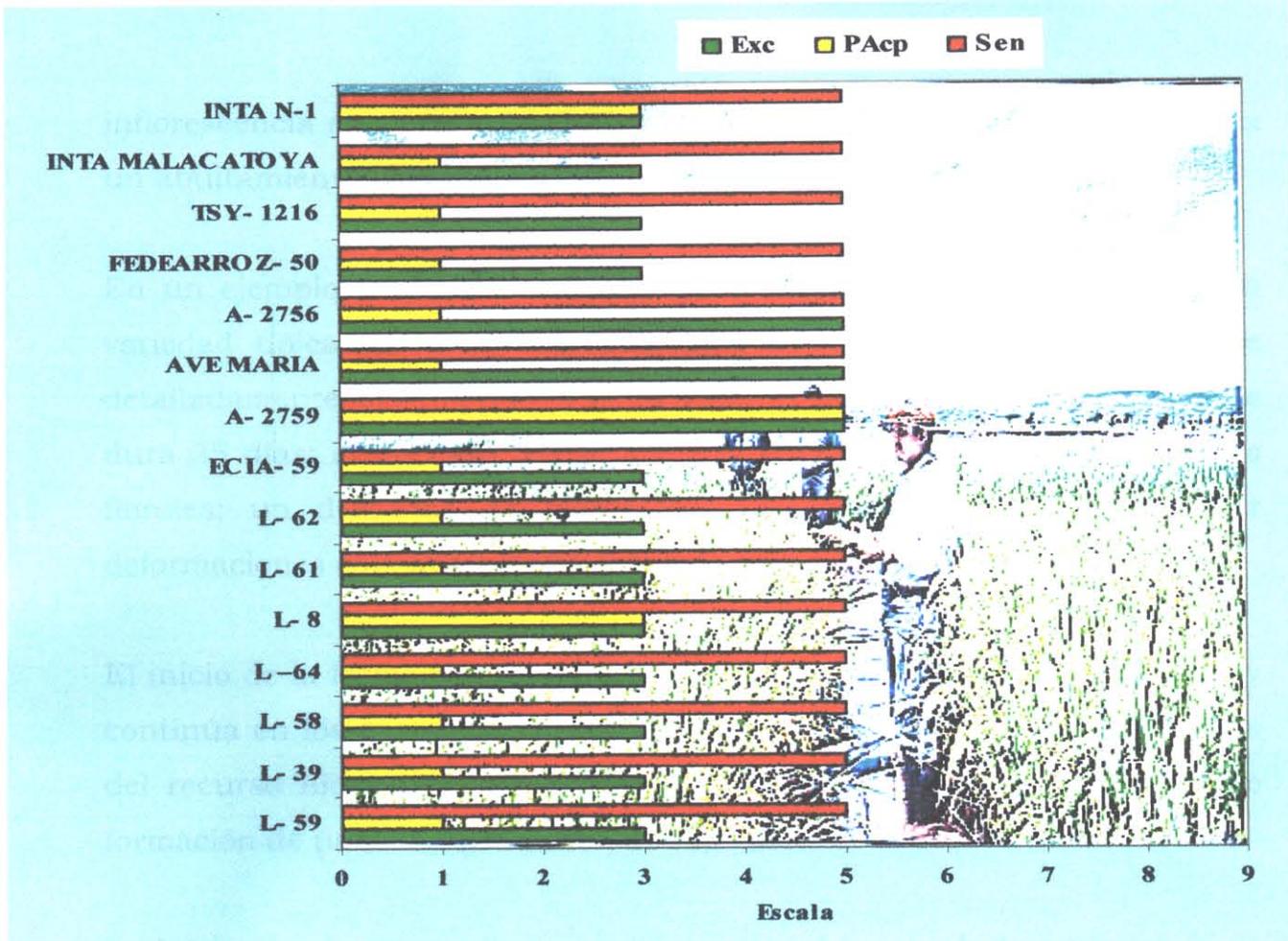


Figura 3. Comportamiento de la excersión de la panoja (Exs), aceptabilidad fenotípica (PAcp) y senescencia (Sen) en 7 líneas y 8 variedades comerciales de arroz.

3.1.6. Iniciación del primordio floral

Somarriba (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 veloso 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 fue la líneas L-8 (T1) con 49 días desde la emergencia hasta la diferenciación visual de la panícula a nivel de campo, en cambio 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) y INTA-N1 (T15) (Figura 4).

Downs *et al*, 2003. encontró en su investigación realizada en la época de postrera en San Isidro, Matagalpa (2002) 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 permitió 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.

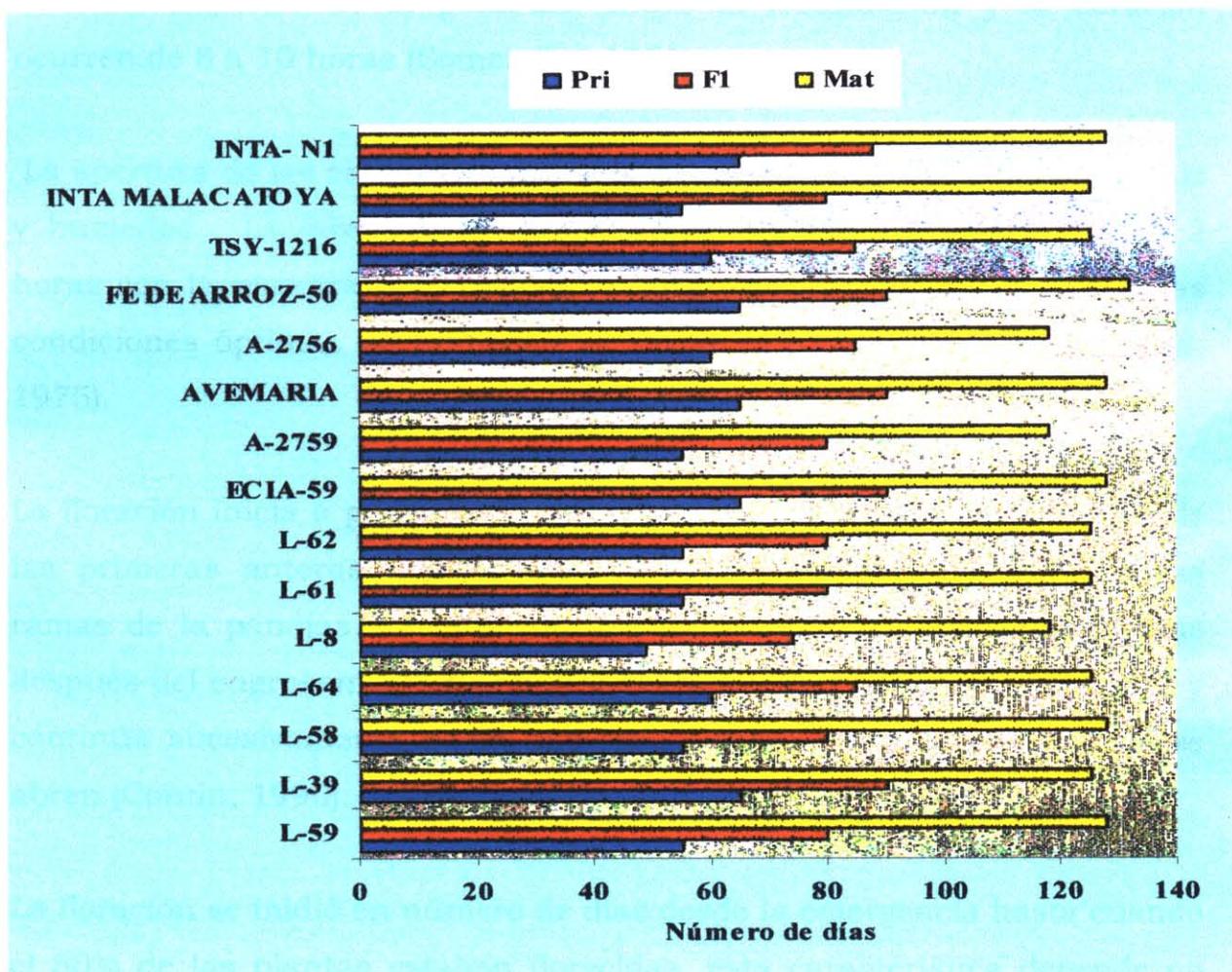


Figura 4. Comportamiento de primordio (Pri), floración (F1) y maduración (Mat) de 14 líneas y 2 variedades de arroz.

3.1.7. 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 emergencia de la panícula con la ruptura de las primeras anteras dehiscentes en las espiguillas terminales de las ramas de la panoja. 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 se midió en número de días desde la emergencia hasta cuando el 50% de las plantas estaban florecidas, esta característica depende no solo 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 (T1) con 74 días y las líneas L-39(T2), ECIA- 59 (T8), AVE MARÍA (T10) y FE DE ARROZ- 50 (12) 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.

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) por lo que induce a que la cosecha sea temprana, por tanto la precocidad y el buen rendimiento de un material son cualidades muy apreciadas por muchos productores arroceros, por que les permite 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 este a plagas y enfermedades, elevándose a la vez la productividad por hectárea.

3.1.8. Maduración (Mat)

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. 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 (T8), A-2759 (T9), A-2756 (T11) con 118 días; siendo el tratamiento FE DE ARROZ-50 (T12) el que alcanzó 132 días a cosecha.

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; dichas diferencias pueden haber sido influidas por las condiciones ambientales y agronómicas predominantes.

3.1.9. Ejercicio de la panícula (Exs)

Es un aspecto importante considerado en el proceso de selección partiendo De una buena ejercicio de la panícula evita la esterilidad o mal llenado de la espiguilla, así como el ataque de patógenos en la base de la panícula, defectos que son propias en aquellas cultivares que tienen mala ejercicio

de la panícula, otra desventaja de una mala ejerción es la dificultad para la cosecha mecanizada (Zeledón, 1993).

Mediante el sistema de Evaluación Estándar de Arroz del CIAT las líneas y variedades se ubicaron en dos categorías distintas: la primera categoría de casi definida (Escala 3) corresponden a los tratamientos T11, T10 y T9. Los restantes materiales genéticos presentaron un excesión moderada (Figura 3).

3.1.10. Senescencia (Sen)

La senescencia esta referida a la madurez de las hojas de la planta de arroz, ya que la rápida senescencia de la hoja puede ir en detrimento del rendimiento de los granos de arroz que no se encuentran completamente llenos (CIAT 1983).

Algunos fitomejoradores opinan que las últimas hojas de senescencia lenta ayuda a un mejor llenado de granos (De Datta, 1986 & Martínez, 1988). Debido a que aumenta la producción de carbohidratos en la planta, se considera teóricamente que las dos últimas hojas son las responsables del llenado de la espiga en un 80 por ciento.

Esto tiene relación con lo mencionado por Chandler (1984), quien hace referencia a que hay una alta correlación positiva entre la cantidad de radiación solar recibida por la planta de arroz durante los 45 días anteriores a la cosecha y el rendimiento de granos.

Mediante el sistema de Evaluación Estándar del CIAT todas líneas y variedades evaluadas en este estudio se clasificaron como intermedias (Figura 3).

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. 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 entre 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 traslocación de elementos sintetizados antes del espigamiento (Zavala y Ojeda, 1988).

Según el ANDEVA realizado a la variable fertilidad de panícula se encontró que existan diferencias estadísticas en la cual la línea L-61 y y ECIA-59 se diferencian por completo de la variedad INTA MALACATOYA. Los mayores

porcentajes de fertilidad lo exhibieron L-61 (T5), ECIA-59 (T8) y A-2756 (T11), los cuales superaron a los testigos INTA-N1 e INTAMALACATOYA los que presentaron fertilidad de 90.3% y 74.85%, respectivamente (Cuadro 10).

3.2.2. 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 esta ligado con fertilidad o esterilidad de la panícula. El número de granos por panícula esta en función de su longitud y condiciones ambientales, la mayoría de las variedades comerciales oscilan entre 100 a 150 granos por panícula (Soto, 1991).

En el presente estudio no se encontró significancia estadística de la variable número de granos por panícula para los tratamientos evaluados (Cuadro 11). Los tratamientos que sobresalieron con el mayor número de granos por panícula fueron: L-62, L-59, L39, entre otros (Cuadro 11).

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%, los que se evaluaron en San Isidro Matagalpa en la época de postrera del 2002.

Posiblemente 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, en donde nos respalda De Datta (1986); 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.

3.2.3. Longitud de panícula (PnL)

Esta característica esta influenciada con la altura de la planta. Los productores prefieren variedades que presenten panículas largas esto permite una mayor cantidad de granos además de presentar una buena ejerción y así tener mayor porcentaje de fertilidad de espiguillas. (CIAT 1981).

La longitud de la panícula medida desde el nudo panicular hasta la extremidad superior es muy variable depende según la variedad y las condiciones del medio (Angladette, 1969).

Se determinó diferencia significativa para longitud de panícula (Cuadro 11). La primera categoría corresponde a la variedad AVE MARIA (26.8) y la última la línea L-8.

Cuadro 11. Comportamiento del rendimiento (Yld), altura de planta (Ht), longitud de panícula (LP), granos en panícula (Ngp) y fertilidad de panícula (St)

Genotipos		Yld	Ht	LP	Ngp	St
T5	L-61	8944.4 a	113.0 a	23.0 abc	154.5 a	93.0 a
T11	A-2756	8888.4 a	116.3 a	25.3 ab	136.0 a	91.7 ab
T10	AVE-MARÍA	8666.7 a	112.3 a	26.8 a	149.0 a	90.3 ab
T9	A-2759	8277.8 ab	112.7 a	22.5 bc	114.0 a	83.3 ab
T15	INTA-N1	8250.0 ab	115.7 a	22.5 bc	137.0 a	90.3 ab
T2	L-39	8055.6 ab	116.0 a	23.8 abc	161.0 a	85.5 ab
T7	L-64	7888.9 ab	115.8 a	23.5 abc	146.3 a	86.0 ab
T3	L-58	7777.8 ab	116.8 a	25.3 ab	159.7 a	87.8 ab
T13	TYS-1216	7777.8 ab	120.0 a	25.3 ab	158.7 a	89.8 ab
T4	L-59	7708.3 ab	111.0 a	23.5 abc	160.5 a	84.0 ab
T8	E-59	7666.7 ab	115.3 a	23.8 abc	143.0 a	93.3 a
T12	FEDE-ARROZ	7666.7 ab	112.3 a	23.5 abc	132.3 a	84.7 ab
T6	L-62	7625.0 ab	114.3 a	23.3 abc	171.0 a	88.8 ab
T14	INTA-MAL	7500.0 ab	118.3 a	23.8 abc	108.3 a	74.8 b
T1	L-8	6666.7 b	114.0 a	21.0 c	159.0 a	76.5 ab
	Bloque	NS	Ns	*	Ns	**
	Genotipos	*	Ns	**	NS	**
	CV %	8.16	3.79	6.39	21.35	7.37

Nota: Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (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 Los materiales L-61, A-2757 y AVE MARIA, encabezando el primer grupo con rendimientos entre 8944 y 8666 kg/ha. Los menores rendimientos lo obtuvieron las variedades FEDEARROZ, INTA-MALACATOYA y las líneas L-62 y L-8 (Cuadro 11).

Según Downs *et al*, (2003), los tratamientos evaluados en la época de postrera del 2002, (FE DE ARROZ-50 y el testigo INTA-N1) alcanzaron rendimientos de 6186, 4670 y 5570 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.

IV. CONCLUSIONES

Basándose en 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 numero días a cosecha con 118.

El 67% de los materiales evaluados se comportaron como plantas semienanas y el resto como intermedias; de igual manera el 53% de los cultivares se clasificaron como muy vigorosos y un 33% de vigoroso. Un gran porcentaje de los materiales genéticos demostraron susceptibilidad al acame.

Los rendimientos se diferenciaron estadísticamente en los cultivares, en donde el 27% de loa materiales superaron a las variedades INTA N-1 e INTA MALACATOYA, destacándose la línea L-61, y las variedades A-2756, AVE MARIA y A-2759 con promedios que superan los 8 mil kg/ha.

V. RECOMENDACIONES

Tomando en consideración lo anterior, se sugiere lo siguiente:

Someter a estudio los materiales evaluados, tanto en estaciones experimentales como en zonas arroceras del país en diferentes épocas de siembra 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. 1969. El Arroz. Colección Agricultura Tropical. Editorial Blume. Barcelona, España. 846 p.
- 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.
- Bird, W. 1995. Cultivo del Arroz. Guía Tecnológica No. 2. Managua, Nicaragua. 21 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. UNA. 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, 1974. Sistemas de Producción de Arroz, Informe Anual 1973. Cali Colombia. 248 P.
- CIAT, 1983. 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.
- 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 dictados por el CIAT, Cali, Colombia. p 80 - 100.
- INTA, 1999. Guía Tecnológica del Cultivo del Arroz. Managua, Nicaragua. 21 p.
- Jennings, P.R. 1992. 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.
- Martínez, 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.
- MAG-FOR, 1999.

- 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.
- Pérez, 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. 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. Capitulo 12, Segunda edición. EDAGRICOLE, Bologna, Italia. p. 295-298.
- Tercero, 1993; citado por Álvarez y Rocha, 2001.
- 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.

