

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL



TESIS

ESTUDIO COMPARATIVO DE DIEZ LINEAS PROMISORIAS Y DOS
VARIETADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) PARA CONDICIONES DE
SECANO EN CARDENAS, RIVAS.

AUTORES: Br. WILFREDO JIMÉNEZ MARTÍNEZ.
Br. MARIO ANASTACIO SAAVEDRA PÉREZ.

ASESORES: Ing. Agr. RIGOBERTO JOSÉ MUNGUÍA SEQUEIRA.
MSc. MOISÉS BLANCO NAVARRO.

Trabajo presentado al honorable tribunal examinador como requisito
parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

MANAGUA, NICARAGUA

Enero 2004

INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

INDICE DE TABLAS.....I

INDICE DE FIGURAS.....II

RESUMEN.....iii

I. INTRODUCCIÓN.....1

II. MATERIALES Y METODOS.....3

2.1.	Ubicación geográfica y características edafoclimáticas del sitio experimental.....	3
2.2.	Procedimiento experimental.....	4
2.2.1.	Origen de los materiales en estudio (tratamientos).....	4
2.2.2.	Dimensiones del ensayo.....	5
2.2.3.	Diseño experimental.....	5
2.2.4.	Análisis estadístico.....	5
2.3.	Manejo agronómico.....	5
2.3.1.	Preparación de suelo.....	5
2.3.2.	Siembra.....	5
2.3.3.	Fertilización.....	6
2.3.4.	Manejo de malezas.....	6
2.3.5.	Cosecha.....	6
2.4.	Descripción del sistema de evaluación.....	7
2.5.	Variables a evaluar.....	7
2.5.1.	Habilidad de macollamiento (Ti).....	7
2.5.2.	Floración (FL).....	7
2.5.3.	Vigor (Vg).....	8
2.5.4.	Altura de la planta (Ht).....	8
2.5.5.	Acame, volcamiento (Lg).....	8
2.5.6.	Senescencia (Sen).....	8
2.5.7.	Excursión de la panícula (Exs).....	9
2.5.8.	Aceptabilidad fenotípica (Pacp).....	9
2.5.9.	Desgrane (Thr).....	9
2.5.10.	Número de panículas por metro lineal.....	10
2.5.5.11.	Números de granos por panícula.....	10
2.5.12.	Fertilidad de las panículas (St).....	10
2.5.13.	Peso de 1000 granos (Gw).....	10

III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
3.1.	Características agronómicas.....	11
3.1.1.	Habilidad de macollamiento (Ti).....	11
3.1.2.	Altura de planta (Ht)	13
3.1.3.	Acame (Lg).....	14
3.1.4.	Excursión de panícula (Exs)	15
3.1.5.	Floración (FI).....	16
3.1.6.	Senescencia (SEN)	18
3.1.7.	Aceptabilidad fenotípica (Pacp)	19
3.1.8.	Desgrane (Drt).....	20
3.1.9.	Madurez fisiológica (MAT)	21
3.1.10.	Vigor (Vg).....	23
3.2.	Evaluación de enfermedades.....	24
3.2.1.	Quema del arroz <i>Piricularia oryzae</i> (B1).	24
3.2.2.	Helminthosporiosis (BS).....	24
3.2.3.	Escalado de la hoja (LSc) o quemadura foliar.....	25
3.3.	Componentes del rendimiento.....	26
3.3.1.	Número panícula por metro lineal.....	27
3.3.2.	Número de granos por panícula.....	28
3.3.3.	Fertilidad de la panícula.....	28
3.3.4.	Peso de 1000 granos.	29
3.3.5.	Rendimiento de grano (REN).....	31
3.3.	Rendimiento industrial.....	33
IV.	CONCLUSIONES	35
V.	RECOMENDACIONES	36
VI.	REFERENCIAS.....	37

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado especialmente a una persona que dedicó gran parte de su vida a trabajar con muchos esfuerzos y desvelos para que todos sus hijos y particularmente yo, lográramos coronar nuestros estudios, recuerdo que en sus últimos días de vida me hizo prometer que cumpliría su sueño de verme formado como un profesional, siento que en estos momentos se sentiría muy feliz y que en cualquier lugar donde se encuentre le digo madre te he cumplido.

A mi esposa Concepción Silva, que siempre me impulsó a seguir adelante con la realización de mi tesis, insistió tanto que en algunos momentos sentí como que eran deseos de molestarme, sin embargo ahora estoy convencido que sin esa insistencia jamás hubiera finalizado mi trabajo, por esa razón hoy te dedico el fruto de nuestro esfuerzo .

A mis hijos Wilfredo José, Carlos Eduardo, Alicia Marcela y Hernán José Jiménez Silva, quienes fueron el factor motivador para seguir adelante y finalizar, además de que en algún momento de sus vidas, me consideren como un ejemplo a seguir para no desfallecer jamás.

Finalmente dedico este trabajo a mi padre y a todos mis hermanos por estar siempre pendiente de mis estudios y de la finalización de mi trabajo de tesis, a todos ellos les digo he cumplido y que cuenten conmigo en cualquier momento de la vida.

Wilfredo Jiménez Martínez.

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido alcanzar las metas que me he propuesto y continuar siendo útil a la sociedad.

A mis padres, que aunque ya no están conmigo, a mi abuela que me dio su apoyo para ser un profesional.

A mi esposa Graciela de Fátima Zamora que siempre me ha apoyado.

A mi hermano y resto de familiares que confiaron en mi, y a dos personas muy especiales, que aunque ya partieron a mejor vida deben sentirse orgullosos "Enrique y Alberto".

A mi nieto José Roman.

MARIO ANASTACIO SAAVEDRA PÉREZ.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido finalizar mis estudios universitarios y alcanzar todas las metas que me he propuesto en la vida.

A los asesores que depositaron su fe y confianza en mí persona.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por haberme apoyado técnicamente para lograr finalizar el trabajo de tesis por ser la Institución que me brindó la mano desde el inicio de mi carrera como agrónomo.

A mis padres, esposa, hijos, hermanos y amigos que siempre estuvieron apoyando de manera desinteresada mis estudios y la finalización de mi tesis. A todos ellos hoy les digo gracias.

WILFREDO JIMÉNEZ MARTÍNEZ.

AGRADECIMIENTO

A los (as) profesores (as) que me educaron a lo largo de mis estudios.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) donde ejercen como profesionales.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) donde he tenido la oportunidad de ser cada vez mejor.

A todas las personas que desinteresadamente me han tendido su mano.

A mis asesores que desinteresadamente me brindaron su apoyo hasta llegar al final.

MARIO ANASTACIO SAAVEDRA PÉREZ.

INDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Temperaturas mínimas y máximas registradas durante el período julio – diciembre 2001 en Cárdenas, Rivas.	3
Tabla 2	Origen de los materiales en estudio.	4
Tabla 3	Aceptabilidad fenotípica de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.	19
Tabla 4	Comportamiento de Piricularia en el cuello de la panícula y escaldado de la hoja y Helminthosporium en 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.	26
Tabla 5	Número de panícula por metro lineal en 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas - Rivas, 2001.	27
Tabla 6	Número de granos por panícula de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas – Rivas, 2001.	28
Tabla 7	Porcentaje de fertilidad de panícula de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas - Rivas, 2001.	29
Tabla 8	Peso de 1000 granos (gr) de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas – Rivas, 2001.	30
Tabla 9	Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos (paddy) de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas - Rivas, 2001.	30
Tabla 10	Grupos homogéneos para la variable peso de 1000 granos de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas - Rivas, 2001.	31
Tabla 11	Análisis de varianza al rendimiento de grano (paddy) de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas - Rivas, 2001.	32
Tabla 12	Grupos homogéneos para la variable rendimiento de grano (kg./ha) de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas - Rivas, 2001.	32

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Distribución de precipitaciones durante el período.	3
Figura 2	Habilidad de macollamiento de 10 líneas de arroz y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.	12
Figura 3	Evaluación de la altura de plantas de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.	13
Figura 4	Reacción al acame o volcamiento de 10 líneas y dos variedades comerciales, Cárdenas – Rivas, 2001.	15
Figura 5	Evaluación de capacidad de ejerción de panícula en 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz, Cárdenas Rivas, 2001.	16
Figura 6	Días a floración alcanzados por 10 líneas y 2 variedades de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.	17
Figura 7	Evaluación de la senescencia de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz, en Cárdenas, Rivas.	18
Figura 8	Evaluación de la capacidad de desgrane de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.	21
Figura 9	Días a madurez fisiológica alcanzado por 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.	22
Figura 10	Evaluación del vigor de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.	23
Figura 11	Análisis sobre el rendimiento industrial de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.	34

RESUMEN

En julio del 2001, en la comunidad de Cárdenas departamento de Rivas, se efectuó estudio comparativo con 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L.) El objetivo fué identificar alternativas adecuadas al ecosistema de secano favorecido de las familias productoras que cultivan el rubro arroz. El diseño utilizado fue de Bloques Completos al Azar, con 4 repeticiones en los que se realizaron evaluaciones de las características agronómicas y componentes de rendimiento de campo, el análisis de varianza realizado a la variable rendimiento de grano granza o paddy demostró que la línea ECIA – 39 alcanzó los mejores rendimientos con 9,226 kg/ha, superando al testigo local INTA N1 en un 13 %, y la variedad IR-100 M presentó los menores rendimientos con 6,844 kg/ha. Según la escala de evaluación estándar para arroz (CIAT 1983), en relación a las características agronómicas, podemos decir que CT – 9868 se destacó por su tolerancia al acame, vigor, altura de planta y su tolerancia a *piricularia oryzae*, seguido de la línea ECIA – 63, quién presentó las mismas características de CT – 9868 a excepción de su tolerancia a *piricularia* ya que esta es moderada. La línea CT - 10323 fué la que presentó mayor susceptibilidad al acame, en el caso del testigo local (Variedad INTA N1), presentó mayor tolerancia a las enfermedades evaluadas (*Piricularia* y *Rhynchosporium oryzae*) además de cierta tolerancia al acame. En relación al vigor podemos decir que todas las líneas y variedades evaluadas presentaron un comportamiento similar (de vigoroso a normal) En lo que respecta al rendimiento industrial se puede mencionar que el testigo local INTA N-1 superó a todos los tratamientos en estudio con un 69.5 % de rendimiento oro, además de presentar el menor porcentaje de semolina con un 7.4 %.

I. INTRODUCCIÓN.

El arroz (*Oryza sativa L.*), cultivo originario del continente asiático está considerado como el cuarto cereal de importancia a nivel mundial debido a que aporta el 60 % de las proteínas y el 70 % de las calorías en la dieta diaria, en América Latina, la tercera parte de las calorías que consumen los habitantes provienen del arroz (González, 1982). Según estudios realizados por el IRRI (1996), el continente asiático produce el 62 % de la producción mundial.

El arroz es el alimento más importante para la mitad de la población humana (3 billones de personas), se espera que mediante el mapeo del genoma del arroz permitirá a los científicos crear plantas para cultivos en campos con pocos nutrientes, resistentes a las enfermedades, tolerancia a climas extremos y poca agua, lo cual tendrá un gran impacto en la humanidad. (Promesa, Compendio de Biotecnología 2002).

En Nicaragua el arroz es uno de los principales alimentos de la dieta diaria, razón por la cual se establecen anualmente unas 42,208 ha, en condiciones de secano y 21,069 ha, en condiciones de riego (MAG 96/97), donde según estadísticas del INTA (1999) la producción promedio nacional es de 1.93 t /ha, lo que representa una producción nacional de 122,863 Toneladas lo cual no satisface la demanda nacional teniéndose que importar anualmente al menos 45,454.5 toneladas adicionales.

Las principales limitantes que afectan la producción de este rubro son: la irregularidad del período lluvioso para el caso de secano, mal manejo agronómico y sobre todo el uso de variedades con alta degradación genética y que fueron generadas específicamente para el sistema de riego. El CIAT/ PNUD (1985), indica que las variedades de arroz se comportan en forma diferente en los distintos sistemas de producción, variedades apropiadas para riego con pocas excepciones no se adaptan bien en condiciones de secano, de igual manera una variedad de secano de un país no tendría valor de secano en otro país, por el factor ecosistema que determina la adaptabilidad y utilidad de una variedad. Además refiere que en comparación con el arroz de riego, el cultivo en secano es más difícil debido a que es más atacado por patógenos, es más inestable y su mejoramiento es más difícil por las limitantes y variabilidad de los ecosistemas.

Ante esta situación, Nicaragua a través de instituciones nacionales e internacionales rectoras en la generación de tecnología han venido laborando en los últimos años en evaluaciones de germoplasmas introducidos principalmente a través del CIAT, donde el objetivo fundamental es la selección de líneas con alta capacidad de adaptación y producción en secano.

Tradicionalmente las instituciones que rigen la investigación en el cultivo de arroz en Nicaragua, han dirigido sus principales esfuerzos tecnológicos a la producción de arroz en condiciones de riego, la cual está acaparada por grandes productores, los cuales poseen los recursos y la infraestructura necesarias para implementar y producir extensas áreas de este cultivo.

Por esta razón los pequeños y medianos productores de arroz se han visto poco beneficiados por los programas de desarrollo dirigidos a ese sector, sin embargo en Nicaragua existen miles de pequeñas y medianas unidades de producción en donde el arroz se cultiva en condiciones de secano en áreas significativas, la producción obtenida por estos pequeños y medianos productores generalmente es utilizada para el autoconsumo familiar y en algunos casos venden los excedentes en mercados locales.

Generalmente los rendimientos obtenidos por estos pequeños y medianos productores son relativamente bajos debido a múltiples factores entre los cuales podemos mencionar el uso de variedades con bajo potencial de rendimiento, deficiente manejo agronómico y fitosanitario y el uso de variedades no evaluadas.

Por lo antes expuesto el presente trabajo pretende cumplir con los siguientes objetivos:

1. Contribuir al mejoramiento de la producción y productividad del rubro arroz de secano mediante la identificación de variedades mejoradas.
2. Evaluar las características agronómicas de las variedades mejoradas con relación a la adaptabilidad y rendimiento.
3. Identificar líneas promisorias de alto rendimiento en condiciones de secano para su posterior validación y difusión.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Ubicación geográfica y características edafoclimáticas del sitio experimental

El ensayo se estableció el día 05 de julio del 2001 en la finca del productor Porfirio Reyes Cortés, Municipio de Cárdenas ubicado en las siguientes coordenadas: 11° 12' 20" Latitud Norte y 85° 30' 31" longitud Oeste en el departamento de Rivas, donde el rubro arroz establecido en condiciones de secano constituye una de las principales actividades agrícolas.

El área se ubica en las planicies de Rivas en la zona de vida de bosque húmedo tropical donde predominan suelos vérticos caracterizados por su plasticidad que les permite una alta retención de humedad y buena fertilidad, la temperatura ha alcanzando cifras mayores a los 26.5°C, las precipitaciones pluviales llegan a alcanzar rangos entre 1600 y 2000 mm. anuales con un período canicular definido (Marín, 1990).

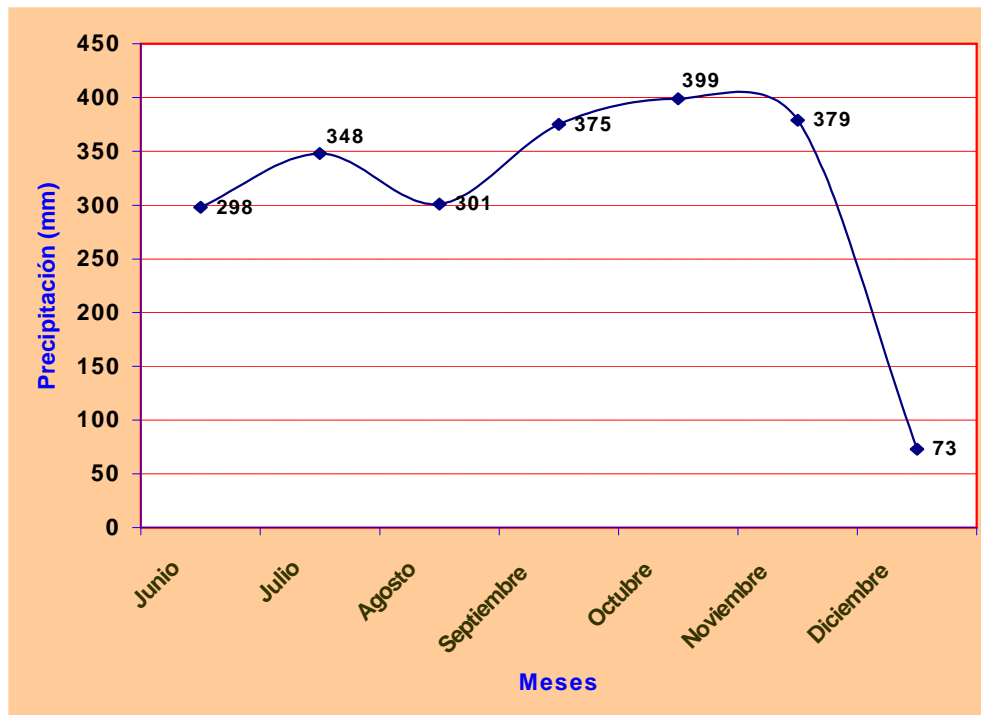


Figura 1. Distribución de precipitaciones durante el período

Como podrá apreciarse en Figura 1 las mayores precipitaciones se produjeron en los meses de Octubre y Noviembre coincidiendo con las fases de floración y fructificación (llenado del grano), del arroz, los datos fueron obtenidos en la estación pluviométrica del INETER (2001), ubicada en el municipio de Cárdenas.

Tabla 1. Temperaturas mínimas y máximas registradas durante el período julio – diciembre 2001 en Cárdenas, Rivas.

Meses	Temperatura media mensual °C	
	Mínimas	Máximas
Julio	24.3	30.5
Agosto	24.8	30.9
Septiembre	23.9	30.6
Octubre	24.2	30.8
Noviembre	23.6	29.7
Diciembre	23.8	26.5
Media	24.1	29.83

2.2. Procedimiento experimental

2.2.1. Origen de los materiales en estudio (tratamientos)

El material genético introducido a Nicaragua proviene de las redes Internacionales como: CIAT, IRRI y mediante la cooperación técnica de la República China Taiwán (Narváez, 1998) esto puede ser apreciado en Tabla 2. Esta cooperación es importante en países como el nuestro, porque no se posee un programa de cruzamiento, siendo la introducción la vía más rápida para la sustitución de las variedades comerciales por otras con mejores características agronómicas y de rendimiento, con el objetivo de ampliar la estructura varietal existente en el país.

Tabla 2. Origen de los materiales en estudio:

N° Entrada	Designación ó nombre	Origen
1	A-2756	Cuba
2	A-2759	Cuba
3	TAISEN-2	Taiwan
4	CT 10323	CIAT
5	CT 9868-3-2-3-1-2P-M-2-2P	CIAT
6	ECIA – 39	Cuba
7	ECIA – 43	Cuba
8	ECIA – 59	Cuba
9	ECIA – 63	Cuba
10	ECIA – 92	Cuba
11	IR - 100 M	IRRI, Filipinas
12	INTA N –1 (Testigo Local)	Nicaragua

Los programas que están contribuyendo con el suministro de los materiales para la realización de este estudio de rendimiento son: el CIAT de Colombia, el IRRI de Filipinas, Cuba, China y Nicaragua.

2.2.2. Dimensiones del ensayo

Las diferentes dimensiones utilizadas en el presente ensayo fueron las siguientes:	
Área de la parcela experimental	$1.6 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 8 \text{ m}^2$
Área de la parcela útil	$1.6 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 8 \text{ m}^2$
Área de cada repetición	$22.4 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 112 \text{ m}^2$
Área de cuatro repeticiones	$4 \text{ m} \times 112 \text{ m} = 448 \text{ m}^2$
Área entre repeticiones.	$1 \text{ m} \times 22.4 \text{ m} = 22.4 \text{ m}^2$
Área total del ensayo.	537.6 m^2

2.2.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completo al Azar (B.C.A) con cuatro repeticiones. La parcela experimental estuvo conformada por cuatro hileras de cinco metros de longitud, separadas por cuarenta centímetros, se consideró como área útil las cuatro hileras de cada tratamiento, donde se midieron todas las variables en estudio.

2.2.4. Análisis estadístico

Para analizar la evaluación de las 10 líneas y las 2 variedades comerciales se utilizó el sistema computarizado MSTAT. Durante el análisis estadístico se realizó análisis de varianza y separación de medias según DUNCAN`S para las variables agronómicas y de rendimiento (5%), sin embargo durante el desarrollo del cultivo se tomaron datos relacionados a las características fenotípicas de las líneas y variedades utilizando la escala de evaluación estándar del CIAT, descrita en el acápite 2.4 de este documento.

2.3. Manejo agronómico

2.3.1. Preparación de suelo

Debido a que se utilizó las prácticas que normalmente hace el productor en la siembra de arroz en la zona, se dejó a opción del productor la preparación del suelo, este inició con la roza y barrida, para luego roturar el suelo con 1 pase de arado y 2 pases de grada utilizando el tractor como fuerza de tracción motriz y finalmente se utilizó al arado egipcio tirado por bueyes (*Bos spp*), para trazar la raya de siembra.

2.3.2. Siembra

La siembra se efectuó el día 5 de julio del 2001, fecha en la cual existían buenas condiciones de humedad (capacidad de campo), el ensayo se desarrolló en un área total de 537.6 m^2 , la distancia de siembra fue de 0.40 m. entre hileras y en forma de chorrillo, la dosis de semilla de siembra utilizada fue de 76 kg/ha.

2.3.3. Fertilización

Al momento de la siembra se aplicó el equivalente a 129.37 kg/ha de fertilizante completo de la fórmula 12-30-10, dirigido al fondo del surco, considerando la necesidad de fósforo para el buen desarrollo del cultivo establecido en condiciones de secano.

Según estudios realizados por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), en 1995, se ha demostrado que la fertilización nitrogenada es fundamental en la producción de arroz, principalmente por que este elemento contribuye al desarrollo de tallos, ahijamiento, hojas y coloración verde necesaria para la fotosíntesis.

El arroz necesita asimilar nitrógeno durante todo su período vegetativo, sin embargo se han logrado identificar dos etapas en donde este cultivo es rigurosamente exigente a este nutriente, estas son, durante el ahijamiento y al inicio de la formación de panojas (CIAT, 1985), basados en estos estudios se efectuaron tres aplicaciones de urea 46 % de N, la primera se realizó a los 30 dds con una dosis equivalente a 129.37 kg/ha, la segunda a los 45 dds con dosis de 64.68 kg/ha y una tercera a los 60 dds utilizando dosis de 86 kg/ha, en visitas realizadas se pudo observar que tanto las líneas como las variedades comerciales evaluadas respondieron positivamente a la aplicación de este fertilizante, debido a la coloración verde intenso de las hojas.

2.3.4. Manejo de malezas

El período crítico de competencia de malezas en el arroz varía entre 30 y 45 días después de la siembra (INTA, 1999).

El objetivo primario de todos los métodos de control de malezas es reducir al mínimo el efecto negativo de éstas sobre la producción, haciendo hasta donde sea posible que las condiciones sean desfavorables para su crecimiento y desarrollo, (De Datta, 1986).

Cinco días antes de la preparación de suelo se efectuó aplicación de glifosato (Round up) en dosis de 2.84 l/ha, con el objetivo de controlar malezas del tipo gramíneas, que según recuentos realizados se encontraban predominando en un 45 % como arrocillo (*Echinochloa colona* L. Link), pangola (*Digitaria sanguinalis* L. Scop), otro 53 % de hojas anchas, donde predominaban malezas como flor amarilla (*Melampodium divaricatum* L. Richard Ex Pers.) y escoba lisa (*Sida acuta* Burrm), además se logró identificar un 2 % de malezas del tipo Cyperaceas como el coyolillo (*Cyperus rotundus* L.). Un día después de la siembra se realizó aplicación de pendimetalin (Prowl 500) a razón de 2.84 l/ha para el control de semillas de malezas del tipo hoja ancha y gramíneas, con el objetivo de mantener el ensayo libre de malezas, se procedió a realizar limpiezas sistemáticas del ensayo, razón por la que se efectuaron 2 limpiezas de forma manual con machete a los 20 y 38 días después de la siembra (dds) respectivamente, finalmente se efectuó limpia de malezas dirigida (desmatona) a los 60 dds para preparar las condiciones necesarias durante la cosecha.

2.3.5. Cosecha

Esta actividad se realizó de forma manual, cosechando toda el área que conformaba cada tratamiento, con el objetivo de que los datos obtenidos fueran más confiables.

2.4. Descripción del sistema de evaluación

Se utilizó el sistema de Evaluación Estándar para Arroz (CIAT 1983), en donde se consideran como aceptables para variedades comerciales, características que en todos los niveles de condiciones adversas sean igual o menor de 3 y se consideran como indeseables a la calificación comprendida desde el 7 hasta el 9.

Durante el estudio se realizaron diferentes mediciones de las variables a evaluar, para lo cual se debe registrar el estado vegetativo de la planta al momento de realizar la medición de acuerdo a la siguiente escala:

Escala	Estado vegetativo
0	Germinación
1	Plántula
2	Ahijamiento
3	Elongación del tallo
4	Cambio de primordio
5	Panzoneo
6	Floración
7	Estado lechoso del grano
8	Estado pastoso del grano
9	Madurez fisiológica

2.5. Variables a evaluar

Habilidad de macollamiento (Ti)

Esta se realizó cuando el cultivo se encontraba en los estados 2 y 6 del ciclo vegetativo considerando la siguiente escala:

1	Muy bueno	> 25 hijos
3	Bueno	20-25 hijos
5	Mediano	10-19 hijos
7	Débil	5-9 hijos
9	Escasa	< 5 hijos

Ti = Tiller

2.5.2. Floración (FL)

Se registraron los días que cada línea necesitó para llegar a la floración considerándose para tal efecto desde el momento de la germinación hasta que el 50 % de la población posea su espiga, la medición se realizó en el estado 6. (FL = flowering)

2.5.3. Vigor (Vg)

Debido a que el vigor está influenciado por muchos factores relacionadas al desarrollo del cultivo (macollamiento, altura, etc.) se tomó la decisión de realizar la toma de este dato en el estado **2**, aplicándose la siguiente escala:

1	Material muy vigoroso
3	Vigoroso
5	Plantas intermedias o normales
7	Plantas menos vigorosas que lo normal
9	Plantas muy débiles o pequeñas.

2.5.4. Altura de la planta (Ht)

Esta variable se determinó midiendo la longitud de la planta en centímetros, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula mas alta sin incluir las aristas, el estado de crecimiento fue **9**, la escala utilizada fue la siguiente:

1	Menos de 100 cm.	Plantas enanas
5	111-130 cm.	Plantas semi-enanas
9	Mas de 130 cm.	Plantas altas

Ht= Height Tree

2.5.5. Acame, volcamiento (Lg)

Esta variable se midió en la fase de crecimiento 8 y 9 en donde se utilizó la siguiente escala:

	Tallos fuertes	Sin volcamiento
3	Tallos moderadamente fuertes	Mas del 50 % presentan tendencia al volcamiento
5	Tallos moderadamente débiles	Mayoría de las plantas moderadamente volcadas
7	Tallos débiles	Mayoría de las plantas casi caídas
9	Tallos muy débiles	Todas las plantas en el suelo

Lg = Lodging

2.5.6. Senescencia (Sen).

Está variable se evaluó en el estado de crecimiento 9, utilizando la siguiente escala:

1	Tardía y lenta	Las hojas tienen un color verde natural
5	Intermedia	Amarillamiento de las hojas superiores
9	Temprana y rápida	Todas las hojas amarillas o muertas

2.5.7. Excursión de la panícula (Exs)

La evaluación de esta variable se realizó en las etapas 7 y 9 y la escala utilizada fue la siguiente:

1	Todas las panículas con buena excursión	El nudo ciliar se encuentra 8 ó mas cm. por encima del cuello de la hoja bandera
3	Panículas con excursión moderada.	El nudo ciliar se encuentra entre 4 y 7 cm. Por encima del cuello de la hoja bandera
5	Panículas con excursión casi definida	El nudo ciliar se encuentra entre 1 y 3 cm. Por encima del cuello de la hoja bandera
7	Panículas con excursión parcial	El 50 % de las panículas presentan entre 3 y 4 cm. por debajo del cuello de la hoja bandera
9	Panículas con excursión deficiente	El 50 % o más de las panículas presentan 4 ó mas cm. por debajo del cuello de la hoja bandera

2.5.8. Aceptabilidad fenotípica (Pacp).

Esta característica se evaluó en el estado de crecimiento 9, considerando la siguiente escala:

1	Excelente
3	Buena
5	Regular
7	Pobre o mala
9	Inaceptable

Pacp = Phenotypical Acceptability

2.5.9. Desgrane (Thr)

Esta variable se midió en el estado de crecimiento 9, para lo cual se utilizó la siguiente escala:

1	Muy resistente	Menos de 1 %
3	Resistente	Del 1 – 5 %
5	Intermedio	Del 6 – 25 %
7	Susceptible	Del 26 – 50 %
9	Muy susceptible	Mas del 50 %

Thr =Throw

2.5.10. Número de panículas por metro lineal

Se contó el número de tallos con panícula por metro lineal en las dos hileras centrales, esta evaluación se realizó en el estado de crecimiento 9.

2.5.5.11. Números de granos por panícula

Al azar se tomaron 10 panículas de cada tratamiento en donde se contaron el total de granos por panícula, posteriormente se promediaron los granos contenidos en todas las panículas, esta evaluación se realizó en el estado de crecimiento 9.

2.5.12. Fertilidad de las panículas (St)

La metodología utilizada fue la de observar directamente la panícula o empuñándola para estimar la proporción de espiguillas estériles que quedan adheridas a ellas. Esta evaluación se realizó en el estado de crecimiento 9. Utilizando la siguiente escala:

1	Más del 90 %	Altamente fértiles
3	Del 7 al 89 %	Fértiles
5	Del 50 al 74 %	Parcialmente fértiles
7	Del 51 al 90 %	Estériles
9	Del 91 al 100 %	Altamente estériles

2.5.13. Peso de 1000 granos (Gw)

Se contaron 1000 granos de cada tratamiento, posteriormente se pesaron con un 14 % de humedad, el peso resultante se expresó en gramos, esta medición o evaluación se realizó en el estado de crecimiento 9. Gw = Grain weigth

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características agronómicas

La gran cantidad de ambientes en que se cultiva el arroz y los problemas que limitan su producción en los trópicos obliga a los científicos de los programas productivos del arroz a adoptar un enfoque de equipo interdisciplinario para encontrar soluciones (Jennigs 1985).

Los investigadores dedicados al mejoramiento de arroz trabajan continuamente para llegar a obtener nuevas variedades de arroz de alto y estable rendimiento (Munguia y Obregón, 2000).

Un claro entendimiento de como se desarrolla la planta de arroz es esencial para los científicos que trabajan en investigación y producción de ese cultivo, variaciones en la investigación son mejor comprendidas y los resultados son mejor interpretados cuando son relacionados con el ciclo completo de crecimiento o con una etapa específica (CIAT, 1985).

Ensayos genéticos, de rendimiento, fertilización, ataque de insectos, etiología de enfermedades, resistencia a sequía, adaptación e inundación y prácticas agronómicas tienen relación con una o más etapas de crecimiento y desarrollo. El manejo efectivo de parcelas experimentales también depende del conocimiento que se tenga sobre el crecimiento de la planta (CIAT, 1985).

Todos los programas siguen un ciclo de prueba de rendimiento que generalmente incluye ensayos preliminares avanzados regionales y semicomerciales (Angladette, 1969).

3.1.1. Habilidad de macollamiento (Ti)

Esta etapa de crecimiento es muy importante por tener una estrecha relación con el mejoramiento del cultivo y las prácticas agronómicas. En variedades tempranas el número máximo de hijos se alcanzan casi simultáneamente con la iniciación de la panícula o ligeramente después, en variedades tardía puede bien producir la elongación del tallo y la iniciación de la panícula (CIAT, 1985).

En la evaluación avanzada de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz se logró determinar que no existe diferencia estadística entre los diferentes materiales evaluados (Figura 2), en promedio ninguno de los materiales supera los 7 vástagos por planta, por lo tanto según la escala de CIAT se pueden definir como débiles (5-9 hijos/planta).

Las líneas A 2756, A2759 y TAISEN 2, presentaron mayor número de hijos por planta con un promedio de 7 cada una, contrario a estas las líneas CT- 9868-3-2-3-1-2P-M-2-2P y ECIA 59 presentaron el menor número de hijos por planta con un promedio de 6 cada una.

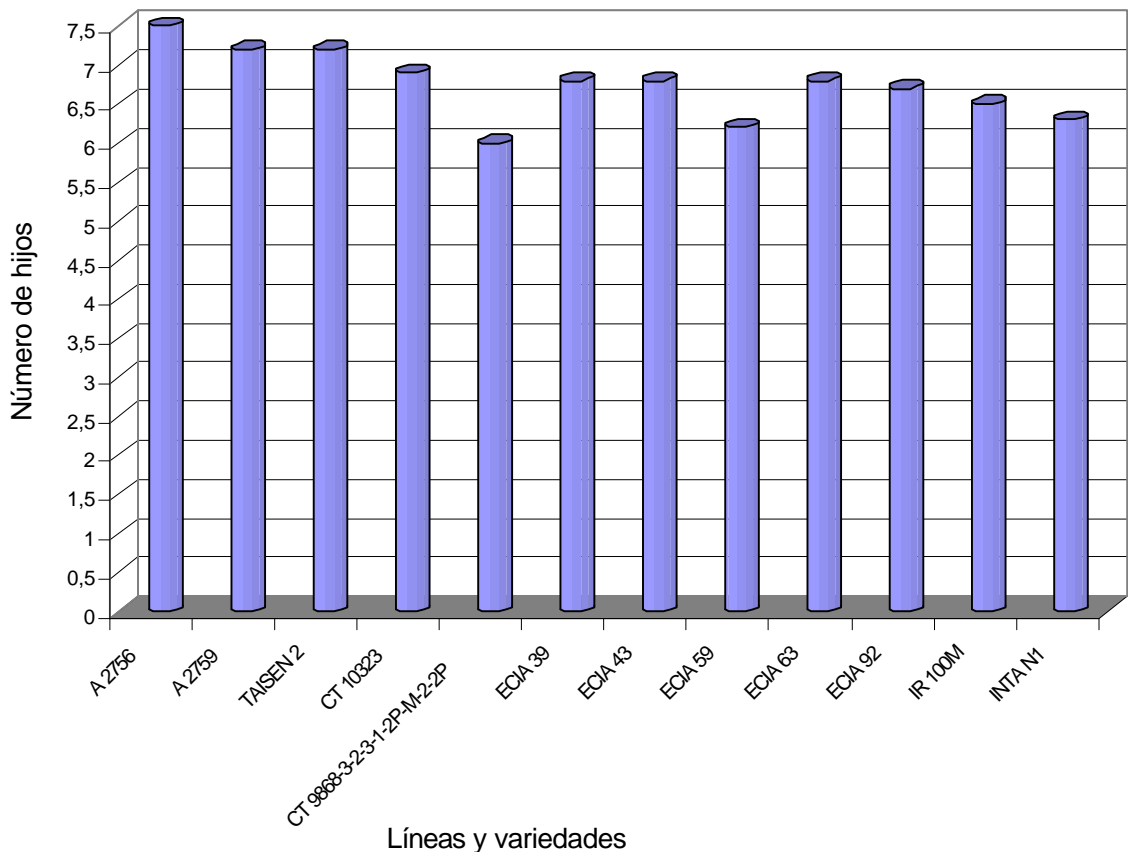


Figura 2. Habilidad de macollamiento de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

El número de hijos tiene una correlación positiva o negativa con la producción de granos dependiendo del cultivo de arroz y las condiciones ambientales en que se desarrolla (Munguia y Obregón, 2000).

Al igual que la característica altura de planta, la habilidad para producir hijos en el cultivo de arroz esta influenciado por las condiciones ambientales (CIAT, 1983).

La etapa de formación de vástagos precede a la etapa de plántula, se inicia con la aparición del primer vástago a partir de la yema axilar en uno de los nudos más inferiores, los que a medida que crecen y se desarrollan sustituyen a las hojas (De Datta, 1986).

La intensidad y la fecha de inicio del ahijamiento dependen de muchos factores relacionados con las características genéticas de la variedad cultivada, con las condiciones climáticas y edáficas del lugar de cultivo y con las técnicas agrarias empleadas. Pueden formarse hasta unos 30 tallos; en condiciones normales cada planta produce de 2 a 5 tallos fértiles (Tinarelli, 1989).

3.1.2. Altura de planta (Ht)

El tallo es una sucesión de nudos y entrenudos. La altura del tallo principal esta en función de los nudos y longitud de los entrenudos, siendo una característica varietal bien definida, aunque puede ser afectada por las condiciones ambientales (Somarriba, 1984).

La altura de planta es un factor de gran importancia agronómica al momento de la selección de una línea promisoría, para su futura liberación. Mientras familias productoras de escasos recursos ubicadas en condiciones de secano medianamente favorecidos prefieren las variedades de porte alto para disminuir el efecto de las malezas, los ubicados en secano favorecidos, toman como criterio de evaluación el uso de variedades enanas o semienanas por la capacidad de macollamiento y menor susceptibilidad al acame (Protocolo INTA, 2000).

En el proceso de evaluación de las 10 líneas y 2 variedades comerciales se observa que la línea TAISEN-2, es el único material clasificado como enano, debido a que presenta una altura inferior a los 100 cm. esto puede ser apreciado en la Figura 3, el resto de materiales se comportó como plantas intermedias (semienanas), con alturas de 109 a 130 cm. el testigo INTA N-1 presentó altura de 115 cm.

Consideramos que este comportamiento se debe principalmente a dos factores: a las características genéticas de las líneas y variedades evaluadas y de la interacción entre el genotipo y el ambiente(temperatura, lluvia, suelo, luminosidad).

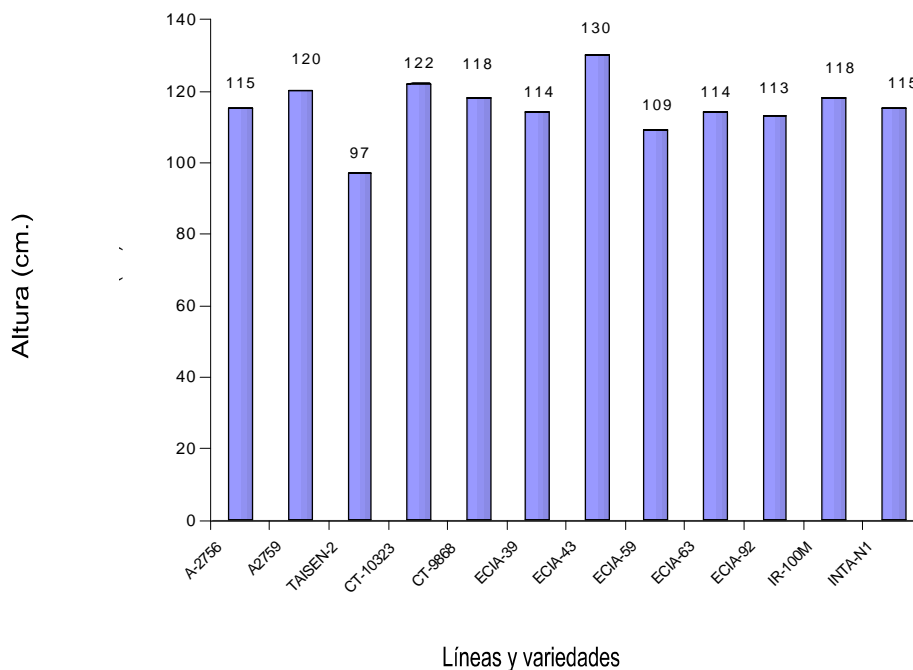


Figura 3. Evaluación de la altura de plantas de 10 líneas de arroz y dos variedades comerciales en Cárdenas, Rivas, 2001.

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

La escogencia de determinada altura de planta al momento de hacer la selección varietal adquiere importancia desde el punto de vista agronómico debido a que existe una relación entre esta y la resistencia al acame; así mismo la cosecha mecánica y manual (Zeledón, 1993).

3.1.3. Acame (Lg)

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

El acame también determina mayores de recolección y una reducción de la calidad molinera como resultado de la fragilidad del grano, la resistencia del acame esta asociada con la altura de planta, la naturaleza, extensión del sistema radicular y con el espesor y resistencia de la vaina (Poehlman, 1973).

En el cultivo del arroz, las plantas con exceso de fertilizante nitrogenado se tornan color verde oscuro, plantas frondosas, altas, hojas anchas turgentes quedando el cultivo expuesto al acame y al ataque de hongos (CIAT, 1985).

Mediante el sistema de evaluación estándar del CIAT (1983), se clasificaron las líneas A-2756, A-2759, ECIA-39 y ECIA-43 con tallos moderadamente débiles, las líneas ECIA-59 y las variedades IR-100 M e INTA N-1, se clasificaron como moderadamente fuertes y las líneas con tallos fuertes, fueron ECIA-63, CT-9868-3-2-3-1-2P-M-2-2P y ECIA-92, únicamente la línea CT-10323 presentó alta susceptibilidad al acame según se observa en la figura 4.

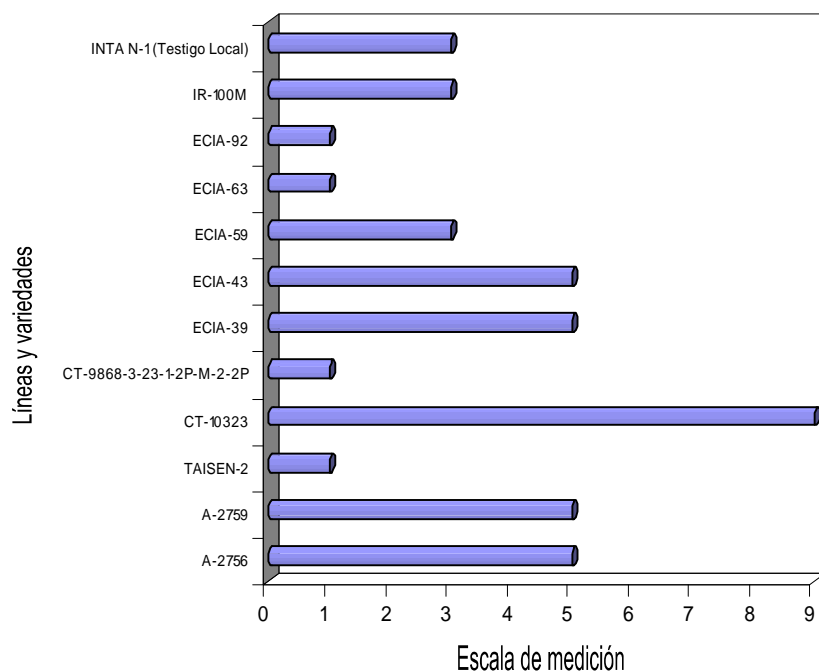


Figura 4. Reacción al acame o volcamiento de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz, en Cárdenas, Rivas, 2001.

Los tallos cortos y gruesos resisten el acame, existiendo una buena relación granos paja, sin embargo no todas las plantas enanas tienen tallos fuertes debido que algunas se vuelcan (Martínez, 1985).

El acame está influenciado por diferentes factores como: la acción del viento y la lluvia, exceso de abono nitrogenado, la acción que ejercen determinados hongos sobre el tallo de la planta y las características genéticas intrínsecas de la variedad como la altura del tallo, el peso de la panícula, la rigidez o elasticidad del tallo y la formación de un sistema radicular adecuado, amplio y profundo (Tinarelli, 1989).

3.1.4. Excursión de panícula (Exs)

La inhabilidad de la panícula para emerger completamente de la vaina, de la hoja bandera se considera comúnmente como un defecto genético. Los factores ambientales y las enfermedades pueden contribuir a este defecto (CIAT, 1983).

La excursión de panícula es una variable agronómica importante a considerar en el proceso de selección, las panículas que tienen la habilidad de emerger completamente de la hoja bandera evitando la esterilidad (mal llenado de la espiguilla), ataque de patógenos en la base de la panícula y dificultad de la cosecha (Zeledón, 1993).

Las líneas evaluadas más las variedades comerciales presentaron excursión de la panícula que va de buena a definida. Únicamente la línea A-2756 alcanzó la escala 1 con buena excursión, debido a que el nudo ciliar se encuentra a 8 centímetros o más por encima del cuello de la hoja bandera, las líneas: A-2759, TAISEN-2, CT-10323, CT-9868-3-2-3-1-2P-M-2-2P, ECIA-39, ECIA-63, ECIA-92, IR-100 M y la variedad INTA N-1 presentaron excursión de panícula moderada (escala 3), con una distancia del nudo ciliar que osciló entre 5 y 7 centímetros, y las líneas ECIA-43 y ECIA-59 son casi definidas es decir entre 1 y 3 centímetros por encima de la hoja bandera, esto puede ser apreciado en la figura 5.

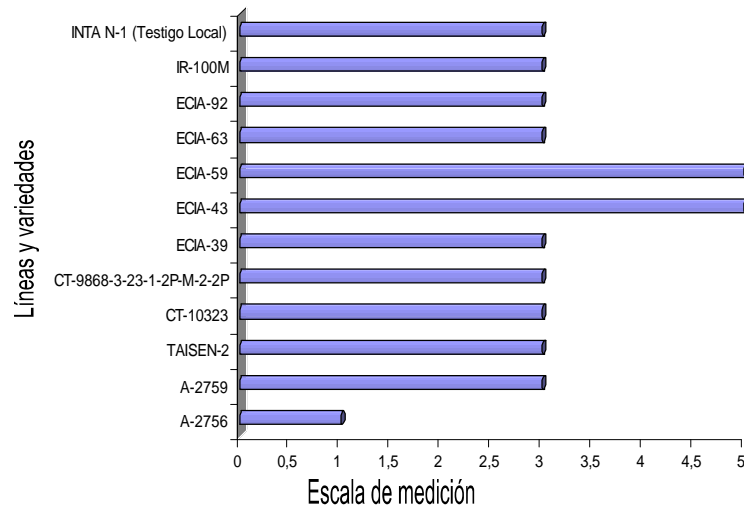


Figura 5. Evaluación de capacidad de excursión de panícula en 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz, Cárdenas, Rivas, 2001.

Consideramos que el comportamiento de estas 10 líneas y 2 variedades comerciales con relación a esta variable se debió principalmente a características genéticas intrínsecas de cada línea y variedad, además de las condiciones climáticas imperantes en la zona, principalmente la temperatura.

La panícula debe emerger completamente de la vaina de la hoja bandera, la panícula completamente exerta es supuestamente dominante sobre la parcialmente encerrada, pero la temperatura del aire y posiblemente el sombrío modifica drásticamente la excursión. En muchas líneas la panícula sobresale completamente, si el tiempo es caliente después de la iniciación de la panícula, pero la excursión es incompleta si el tiempo es algo frío. (Jennings , 1985).

3.1.5. Floración (FI)

Se inicia cuando la panícula emerge de la vaina de las hojas banderas, inmediatamente la floración es seguida por la fecundación de las flores en el tercio superior de la panícula. Entre la floración la fecundación ocurren de 8-10 horas (Balladares y Espinoza, 1995).

La floración ocurre casi 25 días después del inicio visual de la panícula independientemente de la variedad, este período continúa en forma sucesiva hasta que han florecido la mayoría de las espiguillas de la panícula.

En el proceso de evaluación de las 10 líneas y dos variedades comerciales, la línea ECIA 39 fue la primera en alcanzar la fase reproductiva con 74 días a floración tal como se puede apreciar en (Figura 6), seguidos de las líneas TAISEN 2 y CT 10323 con 75 días a floración cada una, en el caso de las variedades el IR-100 M fue la más precoz con 77 días a floración superando al testigo local INTA N-1, quien presentó 79 días a floración.

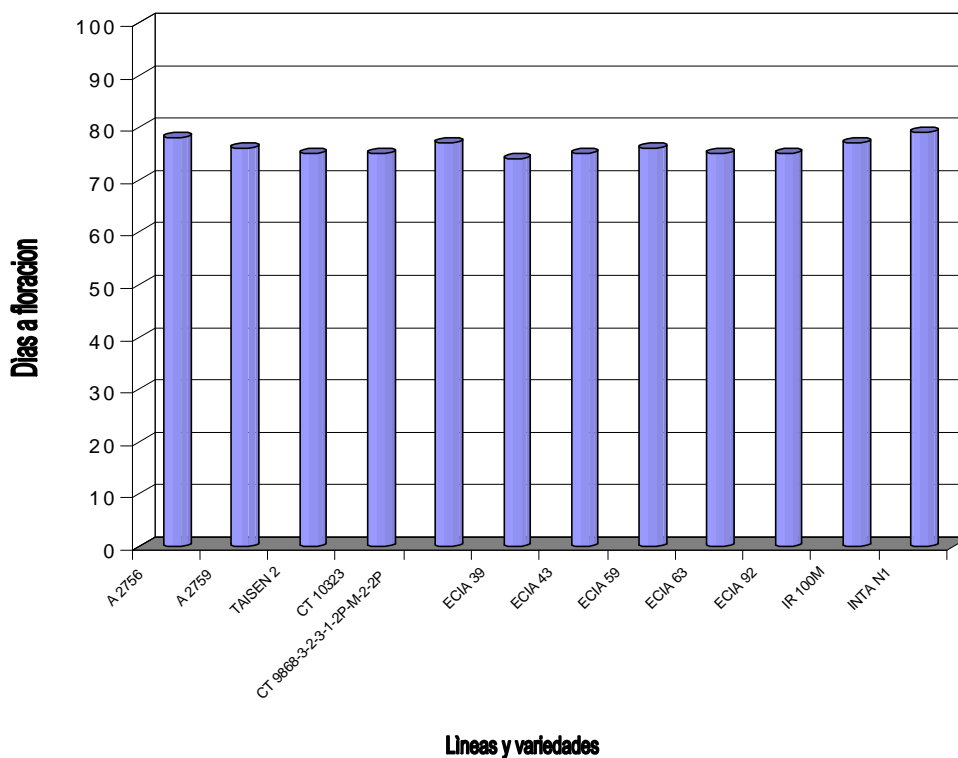


Figura 6. Días a floración alcanzados por 10 líneas y 2 variedades de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

La maduración del ciclo evolutivo depende no solo de las temperaturas en variedades foto sensibles, si no también de los genotipos y la interacción con otros factores ambientales. Es importante señalar que en variedades de secano se buscan variedades con periodos de floración relativamente cortos, para buscar la precocidad lo cual permitiría el escape de factores climáticos adversos como las sequías.

Vientos cálidos, secos o húmedos afectan la fecundación de los estigmas, temperaturas excesivamente bajas del agua o del aire causa esterilidad al impedir que las flores se abran y se polinicen, las panículas florecen empezando en la parte superior, media e inferior, esto ocurre en el primer, segundo y tercer día después de la proyección de la panícula (Espigamiento) en un ambiente tropical (Munguia y Obregón 2000).

3.1.6. Senescencia (SEN)

La senescencia está referida a la madurez de las hojas de la planta, ya que una rápida senescencia de las hojas en el cultivo de arroz puede incurrir en detrimento del rendimiento si los granos aun no están completamente maduros (CIAT, 1983).

En base a esta característica agronómica se definieron las líneas A- 2756, CT-9868 3-2-3-1-2P-M-2-2P, ECIA-39, ECIA-43, ECIA-59, ECIA-63, ECIA-92 y la variedad IR-100 M como tardías y lentas y las líneas A-2759, TAISEN-2, CT-10323 y la variedad comercial INTA N-1 como intermedias, esto puede ser apreciado en la figura 7.

Fitomejoradores opinan que la última hoja de senescencia lenta ayuda a un mejor llenado de los granos, debido a que aumenta la producción de carbohidratos (DE Datta 1986 y Martínez 1985).

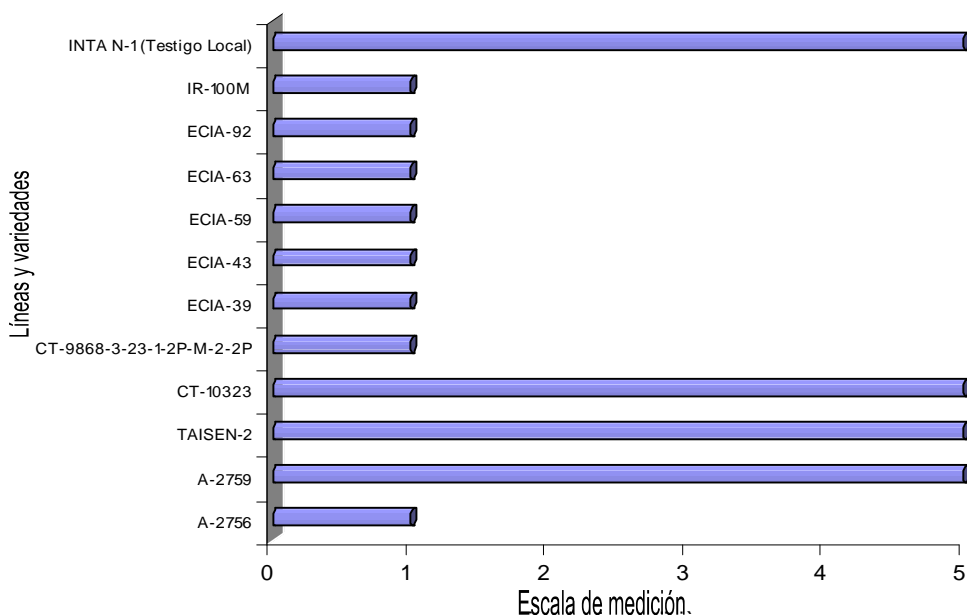


Figura 7. Evaluación de la senescencia de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz, en Cárdenas, Rivas.

Este trabajo nos permitió comprobar que la senescencia realmente tiene influencia directa sobre el llenado total del grano, debido a que en las valoraciones realizadas a todos los tratamientos en estudio el 67 % se clasificó como tardías y lentas y un 23 % como intermedias, esto fue verificado al momento de la cosecha donde la apariencia de los granos era de lleno total, producto de la acumulación de carbohidratos, también estamos claros que este proceso estuvo influenciado por diferentes factores climáticos como la radiación solar, temperatura y características genéticas de cada línea o variedad.

Chandlers (1984), logró determinar que existía una alta correlación positiva entre la cantidad de radiación solar recibida por la planta de arroz, durante los 45 días previos a la cosecha y el rendimiento del grano.

3.1.7. Aceptabilidad fenotípica (Pacp)

La aceptabilidad fenotípica en cualquier material de trabajo de mejoramiento se refleja de forma subjetiva de acuerdo a los objetivos de 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).

Según el sistema de evaluación estándar del CIAT empleados en dos momentos de evaluación de las líneas y variedades comerciales se determinó que ninguna alcanza la escala de excelente, tanto en la fase de macollamiento como de madurez fisiológica. En el estado vegetativo 2 (macollamiento) se destacaron las líneas: CT-10323, CT-9868-3-2-3-1-2P-M-2-2P y el ECIA-43 que presentaron buena aceptabilidad fenotípica, el resto se clasificó en escala regular esto puede ser apreciado en Tabla 3.

En el estado vegetativo 9 se determinó que las líneas A-2756, ECIA-39, ECIA-63, y las variedades mejoradas IR-100 M e INTA N-1, presentaron buena aceptabilidad fenotípica, el resto se determinó como regular.

Tabla 3. Aceptabilidad fenotípica de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Líneas y variedades	CLASIFICACION	
	Estado 2	Estado 9
A-2756	5	3
A-2759	5	5
TAISEN-2	5	5
CT-10323	3	5
CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P	3	5
ECIA-39	5	3
ECIA-43	3	5
ECIA-59	5	5
ECIA-63	5	3
ECIA-92	5	5
IR-100 M	5	3
INTA N-1 (Testigo Local)	5	3

Para la evaluación de esta variable fué necesario tomar en consideración la opinión de otros colegas y productores de la zona para que emitieran su criterio con relación a la selección de las líneas y variedades comerciales, que más les gustaban en relación a las características fenotípicas como: altura de planta, número de hijos, tamaño de panícula, susceptibilidad al acame etc. como se podrá apreciar en la Tabla 3, tres líneas (A-2756, ECIA-39 y ECIA-63) y las dos variedades comerciales (IR-100 M e INTA-N1) evaluadas en el estado 9 fueron las que más gustaron a los participantes, los mismos que en el estado 2 las habían clasificado como regular, debido a que en ese estado no se podían observar claramente estas características.

Esta variable es de suma importancia, por cuanto consolida todas las características agronómicas, su análisis de forma subjetiva y va de acuerdo a los objetivos de mejoramiento y los parámetros establecidos para cada ecosistema(riego y seco) en el país (Narváez, 1999).

3.1.8. Desgrane (Drt)

El desgrane o desprendimiento del grano depende de la adherencia de la espiguilla a su pedicelo, es de gran importancia agronómica y uno de los principales objetivos del mejoramiento agronómico, las variedades que se cultivan donde los vientos son fuertes, deben resistir la sacudida al madurar los granos, la resistencia al desgrane es especialmente importante en variedades de tallos rígidos, con resistencia al acame (Jennings, P. R 1985).

La cosecha de arroz (recolección mecanizada) requiere de varias características en la planta de arroz, la trilla debe efectuarse sin el peligro del desgrane y el acame, estas dos características son importantes en relación de la adaptación de una variedad para la recolección mecánica (Balladares y Espinoza, 1995).

Como podrá observarse todos las líneas y variedades comerciales evaluados presentan un comportamiento similar (intermedio), a excepción de la línea A- 2756, que presentan una tendencia a la susceptibilidad con un porcentaje promedio de 25.21 % de desgrane, sin embargo se pudo determinar que la línea ECIA- 43 fue la que presentó el menor porcentaje promedio de desgrane con 11.79 %, porcentaje considerado en la escala como una línea intermedia, seguido de ECIA-92 con un promedio de 13.42 % Según se observa en Figura 8.

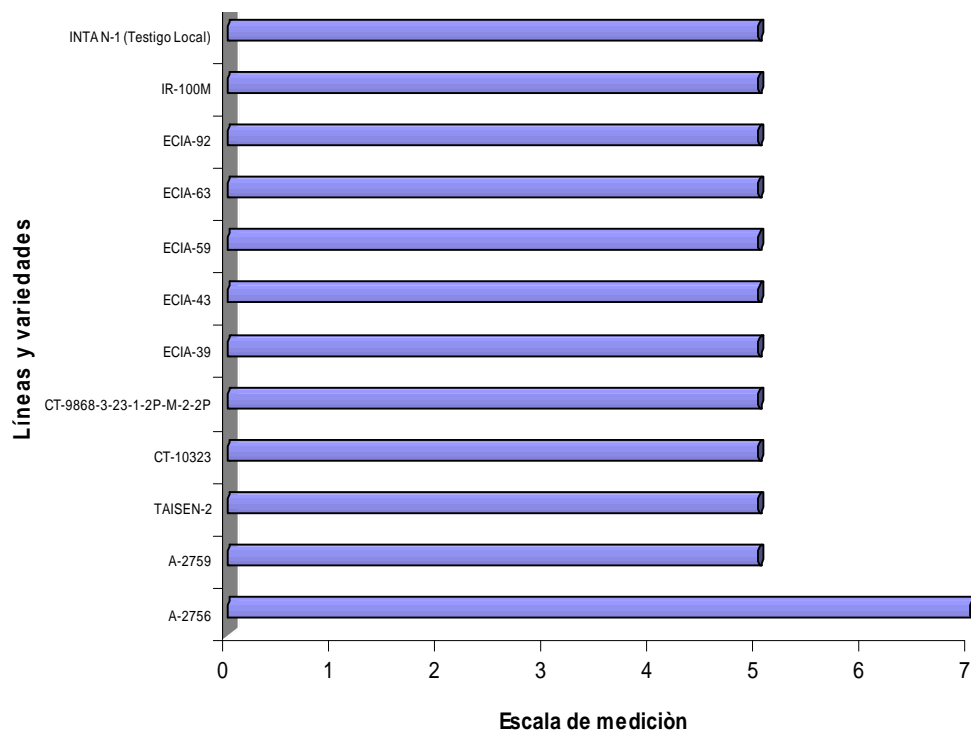


Figura 8. Evaluación de la capacidad de desgrane de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Esta variable es considerada por los productores de la zona de mucha importancia, principalmente al momento de la cosecha, debido a que sus rendimientos se ven disminuidos por efecto de la caída del grano al momento del corte, sin embargo esta es una característica genética propia de las líneas y variedades comerciales que generalmente no está influenciada por ningún factor climático.

El grado de desgrane del arroz debe de ser el apropiado, debido a que un desgrane difícil dificulta la actividad de trilla y provoca pérdidas en el rendimiento al quedarse granos prendidos a la paja que es expulsada (Angledette, 1969).

3.1.9. Madurez fisiológica (MAT)

Los granos alcanzan la maduración a los 30 días después de la floración, la planta entera está fisiológicamente madura cuando el 90% de los granos han madurado y muestran un color amarillo paja, la panícula se inclina a 180 grados y se apoya hacia adelante 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 y en la planta aún pueden permanecer hijos que no desarrollaron llamados hijos infértiles (CIAT, 1985).

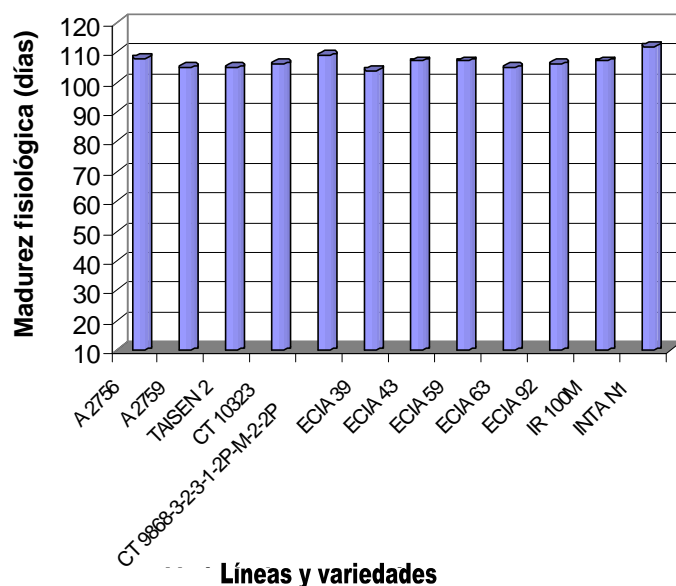


Figura 9. Días a madurez fisiológica alcanzado por 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

El grano de arroz se desarrolla después de la polinización y la fecundación. El desarrollo del grano es un proceso continuo y los granos sufren un cambio específico antes de madurar completamente (DE Datta, 1986).

En el caso de las variedades comerciales evaluadas se logró determinar que la madurez fisiológica varió entre los 107 y 112 días, en el caso de las líneas el período de madurez osciló en el rango de 104 a 109 días (Figura 9), por lo tanto podemos decir que las 2 variedades comerciales y 10 líneas evaluadas son consideradas de ciclo intermedio.

Jennings en 1985, menciona que la mayor parte de las variedades comerciales son de maduración intermedia y que usualmente rinden más que aquellas que maduran más pronto o más tarde, bajo la mayoría de las condiciones agronómicas favorables, en nuestro estudio no se logró apreciar esta aseveración debido a que todos los tratamientos están considerados según la escala estándar del CIAT como de ciclo intermedio.

Lo que si podemos asegurar que esta variable no solamente esta influenciada por características genotípicas, si no que también influyen aspectos climáticos y ambientales como: altitud, horas luz y precipitaciones.

Con mayor énfasis en una mayor intensidad del cultivo, tanto en áreas de riego como en temporal existe una considerable demanda de variedades de arroz que maduren aproximadamente a los 100 días, al utilizar variedades de arroz de ciclo más corto puede elevarse la productividad por unidad de superficie por día aún si el rendimiento de cada cultivo es un poco menor de 130 días o más (DE Datta, 1986).

3.1.10. Vigor (Vg)

El vigor vegetativo es considerado bajo en genotipos con tallos moderadamente cortos y de pobre macollamiento. El vigor está asociado con varias combinaciones de emergencia y desarrollo rápido de las plantas, precocidad, alto macollamiento, hojas moderadamente largas e inicialmente flácidas y un aumento rápido y temprano en la altura de la planta. (CIAT, 1985).

La evaluación del vigor se efectuó en el estado de desarrollo 2 determinándose las líneas A-2756, ECIA-39, ECIA-43 y la variedad comercial INTA N-1 como vigorosas, esto puede ser apreciado en Figura 10. Las líneas A-2759, TAISEN-2, CT-10323, y CT-9868-3-2-3-1-2P-M-2-2P, ECIA-59, ECIA-63 y la variedad IR-100 M se clasificaron como intermedias a normales.

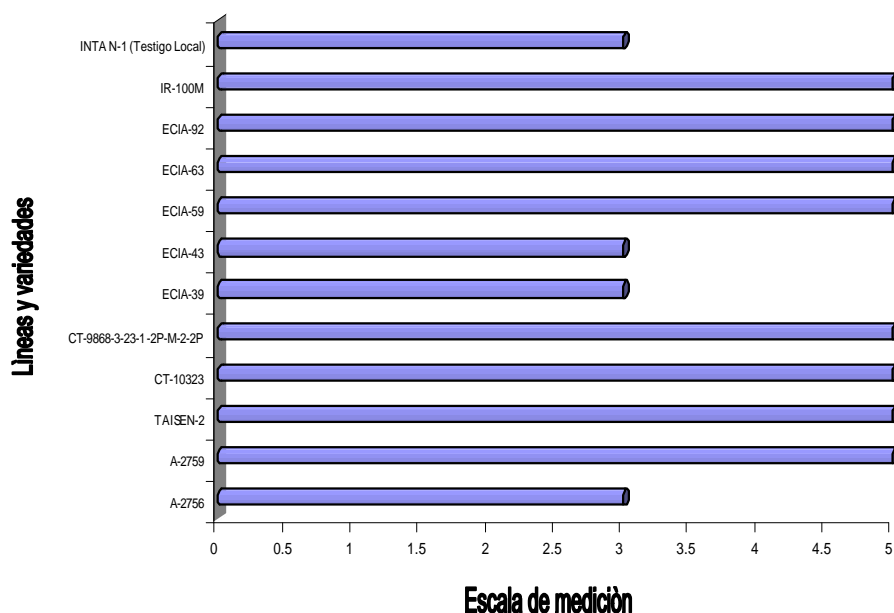


Figura 10. Evaluación del vigor de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

El vigor vegetativo de un genotipo mejorado está influenciado por varios factores como la habilidad de macollamiento y la altura de planta (CIAT, 1983).

Las plantas con vigor vegetativo inicial (que llenen rápidamente los espacios entre planta e hileras), son deseables si tal vigor no conduce a un crecimiento excesivo y al sombrío mutuo después que comienza a formarse la panícula (CIAT, 1985).

3.2. Evaluación de enfermedades

3.2.1. Quema del arroz *Piricularia oryzae* (B1)

Es una enfermedad que se observa en todos los cultivos donde se cultiva arroz, se manifiesta con más intensidad en arroz de tierras altas que en e arroz de tierras bajas. La amenaza de esta enfermedad aumenta con el uso de fertilizantes nitrogenados en las variedades modernas.

El hongo que causa la enfermedad tiene muchas razas patógenas que difieren en la capacidad de infestar la planta de arroz (DE Datta, 1986).

Tanto la humedad del suelo como la del ambiente están íntimamente relacionadas con el desarrollo de enfermedad, las plantas que crecen en suelos demasiados secos están más expuestas a la enfermedad, en tanto una alta humedad relativa, favorece el desarrollo de la enfermedad (CIAT, 1985).

El grado de resistencia de la enfermedad parece aumentar en 0 proporción con la aplicación de silicato y con la cantidad de sílice acumulado en el tejido de la planta. Por el contrario la fertilización con alto nivel de nitrógeno predispone a la planta de arroz al ataque del hongo. La enfermedad ataca más drásticamente cuando se aplican fertilizantes nitrogenados de acción rápida (CIAT, 1985).

Durante el desarrollo de la evaluación se efectuó observaciones para determinar el nivel de daño provocado por la enfermedad, observándose que las líneas A-2756, CT- 9868-3-2-3-1-2P-M-2-2P, ECIA-43 y las variedades INTA N-1 e IR-100 M, presentaron una valoración de 1 con menos del 1 % del cuello de la panícula afectada por *Piricularia* (Tabla 4). Las líneas: A-2759, TAISEN-2, CT-10323, ECIA-59 y ECIA-63 fueron afectados entre 1-5 % de las ramificaciones secundarias y las líneas ECIA-39 y ECIA -92 fueron afectadas entre un 6-25 % del eje de la panícula.

3.2.2. Helmintosporiosis (BS)

El hongo *Cochliobolus miyabeanus*; estado conidial de *Helminthosporium oryzae* puede atacar tanto plántulas como plantas adultas, siendo más común en estas últimas. Esta enfermedad se asocia con suelos deficientes en nutrimentos o suelos reducidos donde se ha acumulado sustancias tóxicas (CIAT, 1985).



La mancha café causada por *Helminthosporium oryzae* ataca a la planta de arroz en todas las etapas de crecimiento. Se desarrolla principalmente en los cultivos que sufren desequilibrio de Potasio o que crecen en suelos de escasa fertilidad especialmente en suelos que son deficientes en arroz o en suelos salinos. El sombrero excesivo de la planta de arroz también agrava esta enfermedad.

En nuestro trabajo fue evidente que la enfermedad no se presentó y como podrá apreciarse en la Tabla 4, tanto las líneas como las variedades comerciales se ubican en la escala 0, lo que significa que no se presentó ninguna lesión relacionada a la enfermedad, esto se lo atribuimos a que los suelos de la zona de cárdenas poseen buen contenido de potasio, además de que al momento de la siembra se aplicó fertilización con fórmula 12-30-10 para adicionar más potasio al suelo.

3.2.3. Escaldado de la hoja (LSc) o quemadura foliar. (Lsc = Leaf scald)

Esta enfermedad causada por *Metasphaeria albences*, estado conidial *Rhynchosporium oryzae*, afecta más a plantas adultas, después del estado de formación de la panícula, siendo más severa en campos de secano y en condiciones de alta humedad relativa, el aumento del nitrógeno en el suelo favorece el desarrollo de la enfermedad (CIAT, 1985).

La quemadura foliar, causada por *Rhynchosporium oryzae* fue descrita por primera vez en el Japón. Esta enfermedad está adquiriendo cada vez mayor importancia a medida que aumenta la intensidad del cultivo o la tasa de aplicación de nitrógeno (DE Datta, 1986).

Como resultado del trabajo se puede apreciar en la Tabla 4 que las líneas ECIA-63, ECIA-92 y las variedades IR-100 M e INTA N1 presentaron mejor tolerancia a *Rhynchosporium* o escaldado de la hoja, esto se puede atribuir principalmente a la condición genética de cada una de dichas líneas y variedades evaluadas ya que las otras líneas se vieron afectadas en diferentes niveles.

Tabla 4. Comportamiento de Piricularia en el cuello de la panícula, escaldado de la hoja y Helminthosporium en 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Genotipo y variedad	Piricularia	ESCALA	
		Escaldado de la hoja	Helminthosporium
A-2756	1	3	0
A-2759	3	5	0
TAISEN-2	3	5	0
CT-10323	3	5	0
CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P	1	3	0
ECIA-39	5	5	0
ECIA-43	1	5	0
ECIA-59	3	5	0
ECIA-63	3	1	0
ECIA-92	5	1	0
IR-100 M	1	1	0
INTA N-1 (Testigo Local)	1	1	0

3.3. Componentes del rendimiento

Estudios realizados por Angledette (1969), han demostrado que el rendimiento está influenciado por 4 características genéticas de la planta, tales como el peso del grano, número de tallos con panícula, número de semillas por panícula y el porcentaje de fertilidad, sin embargo determinó que estas características también están asociadas a otros factores como la plasticidad varietal a diferentes ambientes, tolerancia a diferentes patógenos, al acame, sequía, al desgrane o bien a la capacidad de asimilación de nutrientes.

Investigaciones recientes realizadas por Munguía y Obregón (2000), coinciden con las observaciones realizadas por Angledette (1969), ya que atribuyen que el rendimiento está altamente correlacionado con el número de panículas por unidad de área y el número de granos por panícula.

Por otro lado De Datta (1986), en estudios realizados definió que para que pueda se puedan obtener mayor rendimiento por área de superficie, la planta de arroz debe poseer tres características básicas:

Tallos rígidos.

Hojas erectas.

Elevada capacidad de producción de hijos.

3.3.1. Número de panículas por metro lineal

El último entrenudo, que emerge de la vaina de la hoja bandera tiene una constitución distinta a la de los demás: más que cilíndrico posee nervios abultados y sobresalientes y en algunas variedades es sinuoso y se llama cuello o pedúnculo.

El cuello se une al raquis de la panícula en el nudo panicular, un raquis más o menos flexible al llegar a la maduración permite que la panícula adopte un porte variable: semierecto, semipéndulo o colgante (Tinarelli, 1985).

En el caso de nuestro estudio se logró determinar que esta variable presentó un rango que osciló entre 185 y 242 plantas por metro lineal, en este sentido la línea que presentó mayor número de panículas por metro lineal fue el ECIA – 39 con 242 panículas, seguidos por las líneas A – 2759 con 237, ECIA- 59 con 225 panículas y CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P con 221 panículas por metro lineal, en el caso de las variedades comerciales el testigo local INTA N-1 presentó 231 panículas superando a la IR- 100 M quien únicamente produjo 194 panículas por metro lineal.

Las líneas que presentaron menor número de panículas por metro lineal fueron: CT-10323 y ECIA-43 con 185 y 190 panículas respectivamente. (Tabla 5).

Tabla 5. Número de panículas por metro lineal, en 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Líneas y variedades	Panícula/m
A-2756	215
A-2759	237
TAISEN-2	218
CT-10323	185
CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P	221
ECIA-39	242
ECIA-43	190
ECIA-59	225
ECIA-63	210
ECIA-92	210
IR-100 M	194
INTA N-1 (Testigo Local)	231

El número de panículas por unidad de área lo determina el número de hijos formados durante la etapa de macollamiento y por el porcentaje de hijos efectivos que se decide unos 10 días del estado máximo de macollamiento.

Poehlman (1973), Establece que el número de panículas por unidad de área y el número de granos por panícula son las variables que están más consistentemente correlacionadas con los rendimientos.

3.3.2. Número de granos por panícula

El número de granos por panícula está influenciado principalmente por dos aspectos como: el número de ramificaciones y el largo que esta halla alcanzado, además esta se ve influenciada por la variedad y las condiciones ambientales por tal razón se ha determinado que el número de granos por panícula oscila entre 50 y 500 granos, aunque la mayoría de variedades comerciales varía entre 100 a 150 granos por panícula (Soto, 1991).

Para el caso del estudio realizado en Cárdenas se logró determinar que la línea que presentó el mayor número de granos por panícula fue el TAISEN-2 con 102 granos por panícula, seguido de la línea de ECIA – 92 con 98 granos por panícula, es importante señalar que entre las dos variedades comerciales evaluadas, la que presentó mayor número de granos fue INTA N- 1, la cual sirvió como testigo local por su amplia diseminación, contrario al comportamiento de estas líneas y variedades la línea CT- 9868-3-23-1-2P-M-2-2P, fue la que presentó menor número de granos con 73, y en el caso de la variedad comercial IR 100 M, presentó 83 granos por panícula, esto puede ser apreciado en Tabla 6.

Tabla 6. Número de granos por panícula de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Líneas y variedades	Granos fértiles	Granos estériles	Total	% de fertilidad
A-2756	68	7	75	90
A-2759	82	8	90	91
TAISEN-2	90	12	102	88
CT-10323	78	18	96	81
CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P	64	9	73	88
ECIA-39	87	6	93	93
ECIA-43	75	21	96	78
ECIA-59	76	10	86	88
ECIA-63	70	9	79	89
ECIA-92	74	24	98	75
IR-100 M	74	9	83	89
INTA N-1 (Testigo Local)	69	15	84	82

Angledette (1969) determinó que el número de espiguillas por panícula era una característica varietal y que las variedades se agrupan en dos grandes grupos, las que poseen entre 50 y 60 y las que oscilan entre 200 y 300 granos por panícula.

3.3.3. Fertilidad de la panícula

Una de las características importantes para la obtención de buenos rendimientos es el porcentaje de fertilidad presentado por las espiguillas, según revisión de literatura efectuada se define que el porcentaje de esterilidad normal de una variedad comercial no debe superar el 15 %, en el caso que este porcentaje sea mayor es causa de preocupación.

En nuestra evaluación se determinó que hay mucha variabilidad entre líneas y variedades comerciales, donde los porcentajes oscilaron entre 75 y 93 %, entre las líneas evaluadas la que presentó mayor porcentaje de fertilidad fue ECIA – 39 con el 93% seguidas de A- 2759 con el 91 % de fertilidad y A- 2756 con 90%, en el caso de las variedades comerciales el IR- 100 M presentó el mayor porcentaje con el 89 % y el testigo local INTA N-1 mostró el 82 % de fertilidad, la línea de menor porcentaje de fertilidad fue el ECIA-92 con apenas un 75 % de fertilidad. (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de fertilidad de panícula de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Genotipos y variedades	% de fertilidad
A-2756	90
A-2759	91
TAISEN-2	88
CT-10323	81
CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P	88
ECIA-39	93
ECIA-43	78
ECIA-59	88
ECIA-63	89
ECIA-92	75
IR-100 M	89
INTA N-1 (Testigo Local)	82

En 1985 Jennings, determinó que la esterilidad es común en materiales mejorados de arroz las cuales están influenciadas por tres factores de carácter genético y ambiental como: esterilidad híbrida, acame y temperaturas extremas.

3.3.4. Peso de 1000 granos

El peso del grano varía en un rango bastante amplio oscilando entre 8-50 mg/grano, en el caso de la cáscara normalmente oscila entre el 20 y 21 % del total del grano, aparentemente no es posible mejorar el rendimiento del arroz molinado, disminuyendo el peso de la cáscara, sin embargo el rendimiento se podría aumentar incrementando el tamaño del grano, ya que se ha definido que variedades con grano grande en el período de maduración acumulan mas almidón. (Jennings, 1985).

En el caso de la evaluación de Cárdenas, se logró determinar que la línea que más peso de 1000 granos alcanzó fue la **CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P**, con 31.52 g, seguido de ECIA- 43 con 29.60 g de peso, en el caso de las variedades comerciales IR-100 M con 30.34 g de peso, superó 19.58 % al testigo local INTA N-1, quien presentó un peso de 27.40 g.

Finalmente podemos mencionar que todas las líneas y variedades comerciales evaluadas superan a las variedades comerciales difundidas en Nicaragua debido a que en promedio el peso de 1000 granos oscila entre 20 y 27 g a excepción de la línea TAISEN- 2, que registró un peso de 23.89 g, según se observa en Tabla 8).

Tabla 8. Peso de 1000 granos (gr.) de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Líneas y variedades	Peso de 1000 granos (g)
A-2756	25.06
A-2759	28.41
TAISEN-2	23.89
CT-10323	25.57
CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P	31.52
ECIA-39	27.79
ECIA-43	29.60
ECIA-59	27.63
ECIA-63	28.40
ECIA-92	25.58
IR-100 M	30.34
INTA N-1 (Testigo Local)	27.40

El peso de 1000 granos es un carácter estable en buenas condiciones de cultivo y depende fundamentalmente de la variedad, empero un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano.

El análisis de varianza realizado a la variable peso de 1000 granos indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 9), por lo tanto la prueba de rangos múltiples de Duncan's indica que existe solamente un grupo homogéneo en los tratamientos, sin embargo numéricamente si existe diferencia en los tratamientos debido a que la línea **CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P** supera en peso a los demás tratamientos, tal como se puede observar en la Tabla 10.

Tabla 9. Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos (Paddy).de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Repetición	3	41.509	13.836	0.5581 NS
Tratamiento	11	226.919	20.629	0.8320 NS
Error	33	818.189	24.794	
TOTAL	47	1086.617		
CV=18.04				

NS = Diferencia no significativa

Tabla 10. Grupos homogéneos para la variable peso de 1000 granos de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Líneas y Variedades	Peso 1000 granos	Grupo Homogéneo
CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P	31.52	A
IR-100 M	30.34	A
ECIA-43	29.60	A
A-2759	28.41	A
ECIA-63	28.40	A
ECIA-39	27.79	A
ECIA-59	27.63	A
INTA N-1 (Testigo Local)	27.40	A
ECIA-92	25.58	A
CT-10323	25.57	A
A-2756	25.06	A
TAISEN-2	23.89	A

3.3.5. Rendimiento de grano (REN)

El arroz es una especie de alto rendimiento potencial, las variedades que se cultivan comercialmente en la actualidad producen por lo general rendimiento satisfactorio bajo condiciones normales. A pesar de esta posibilidad los Fitomejoradores no pueden ignorar la posibilidad de obtener combinaciones genéticas con posibilidad de rendimiento mayor que el de las variedades que actualmente se cultivan, una forma que se sugiere para lograr dicho objetivo puede ser la creación de variedades con menos florecillas estériles que produzcan mayor porcentaje de semilla en panículas con mayor peso (Balladares y Espinoza, 1995).

El objetivo final de una buena variedad de arroz, es tener un alto potencial de rendimiento, la capacidad de un genotipo para producir es un criterio muy reverso de selección, en el cual los genotipos evaluados y los candidatos a selección deben rendir por encima de los testigos comerciales o en su defecto igualar su rendimiento (Martínez, 1985).

El rendimiento de grano en el cultivo de arroz esta determinado por el número de panículas por unidad de áreas, por el número de espiguillas por panículas, por el tamaño de la cascara y el peso de los carbohidratos (Proteínas, grasas) almacenados en el grano (González, 1982).

Independiente de las ventajas en ciertas características específicas una nueva variedad de arroz debe superar en rendimiento de grano a las variedades usadas por los productores de arroz. (Allard, 1967).

Existe una alta correlación positiva entre la radiación solar recibida por la planta de arroz durante los 45 días anterior a la cosecha y el rendimiento de grano (Chandler 1984).

En la variable rendimiento de grano la línea ECIA-39 alcanzó el mayor rendimiento de grano superando al testigo mejorado INTA N-1 en 13 %.

El análisis de varianza al rendimiento de grano demuestra que existe diferencia altamente significativa entre líneas y variedades ($P=0.0105$), esto puede ser apreciado en Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de varianza al rendimiento de grano (paddy) de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Probabilidad
Repetición	3	4304986.990	1434995.663	1.9671	0.1381
Tratamiento	11	22604088.066	2054917.097	2.8169	0.0105 *
Error	33	24072957.997	729483.576		
TOTAL	47	50982033.053			
CV=10.86					

La prueba de rangos múltiples según Duncan`s demuestra que existen siete grupos homogéneos. La línea ECIA-39 alcanza los mayores rendimientos con 9 226 kg/ha y la variedad IR-100 M los menores rendimientos con 6 844 kg/ha, según se observa en Tabla 12.

Tabla 12. Grupos homogéneos para la variable rendimiento de grano (kg/ha) de 10 líneas y dos variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

Genotipo y Variedad	Kg/ha	Grupo Homogéneo
ECIA – 39	9 226	A
TAISEN – 2	8 573	AB
ECIA – 59	8 448	AB
A – 2756	8 318	ABC
INTA – N1	8 065	ABCD
ECIA – 63	8 060	ABCD
CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P	7 792	BCD
ECIA – 92	7 489	BCD
CT- 9868	7 370	BCD
A – 2759	7 304	BCD
ECIA – 43	6 903	CD
IR – 100 M	6 844	D

3.3. Rendimiento industrial.

Después del rendimiento, la calidad industrial del grano es la característica más importante considerada por los fitomejoradores, debido a que los consumidores generalmente aceptan una variedad por el sabor, textura, aroma y aspecto (De Datta, 1986).

De un 100 % de arroz cáscara con 13 % de humedad se puede obtener los siguientes porcentajes en:

58 a 60 %	Arroz entero	excelso a corriente
20 a 23 %	Cascarilla	
8 a 10 %	Arroz partido o grande de cristal	½ a ¾ de tamaño
2 a 4 %	Arroz partido pequeño o granza	Menos de ¼ de tamaño
6 a 8 %	Harina de blanqueo o pulimento	
1 %	Impureza polvo o vanos	

Durante el proceso de molienda se pierde una gran cantidad de Arroz, en consecuencia la molienda requiere de una planificación cuidadosa y el uso de equipos diseñados y operados adecuadamente. Una buena operación de molienda de arroz debe producir el máximo de arroz comestible, obtener la mejor calidad posible, reducir al mínimo las pérdidas y reducir al mínimo los costos de procesamiento.

En el caso de nuestro trabajo se puede observar que las líneas que presentan mayor porcentaje de rendimiento oro son: ECIA -39 y ECIA – 92 con el 68.50 % cada una, seguido de la línea CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P con un 68.40 %, A-2759 con el 67.70 % de rendimiento oro y CT-10323 con 67.35 %, la línea que presentó menor peso oro fue ECIA – 53 con el 64.55 %, el resto de las líneas osciló entre 65.55 y 67.15 % de rendimiento oro, en el caso de las variedades comerciales podemos mencionar que el testigo local INTA N-1, presentó el mayor rendimiento oro con el 69.5 %, incluso superando a todos los tratamientos evaluados, la variedad IR 100 M presentó un rendimiento del 66.30 %. (Figura 11).

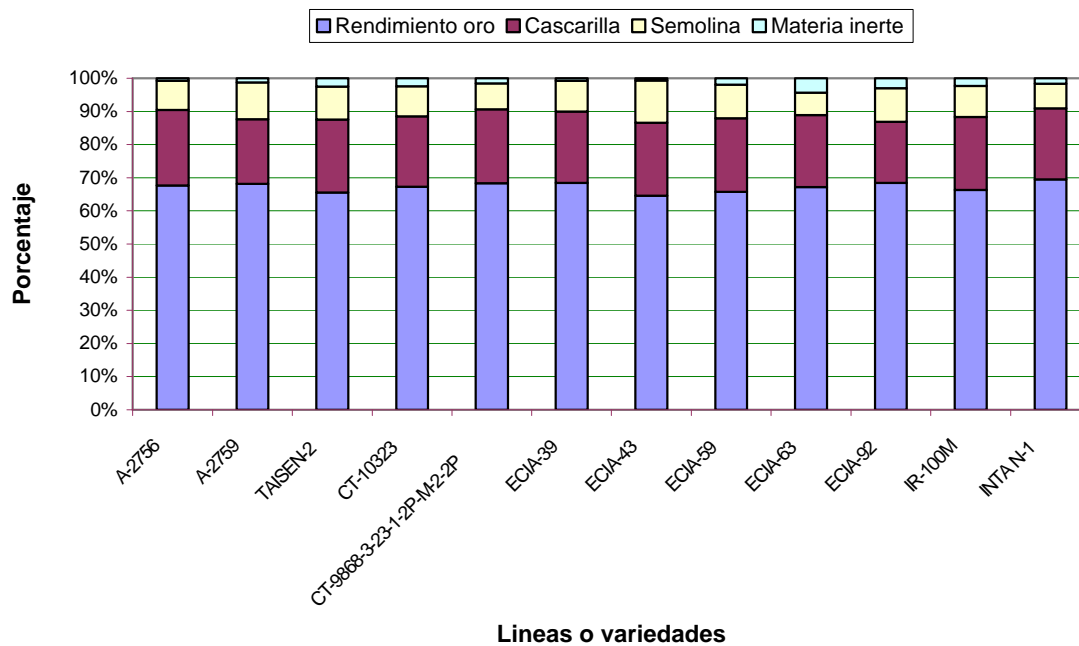


Figura 11. Análisis sobre el rendimiento industrial de 10 líneas y 2 variedades comerciales de arroz en Cárdenas, Rivas, 2001.

El arroz cáscara tomado como base de los rendimientos anotados anteriormente, debe ser un arroz que antes de secado se ha sometido al proceso de prelimpieza.

Estos rendimientos son los obtenidos industrialmente entendiéndose por arroz entero aquel que contiene una mezcla de granos enteros y granos partidos de tamaños superiores a $\frac{3}{4}$ de grano.

IV. CONCLUSIONES

- ❖ El presente estudio permitió conocer las características agronómicas de cada uno de los materiales estudiados.
- ❖ La línea ECIA-39, alcanzó el mayor rendimiento de granza con 9,226 kg/ha, superando al testigo local INTA N1, en un 13 %, demostrando ser una de las mejores alternativas para la producción de arroz, bajo el sistema de secano. El genotipo IR-100 M presentó el menor rendimiento con 6,844 kg/ha.
- ❖ En relación a la altura de plantas la línea TAISEN-2 es la única con características de enana, el resto presentó plantas intermedias (semienanas), con alturas de 109 a 130 centímetros.
- ❖ Respecto a las características agronómicas la línea CT – 9868-3-2-3-1-2P-M-2-2P, se destacó por su buen comportamiento al acame, vigor, altura de planta y tolerancia a *Piricularia oryzae*, seguido de la línea ECIA -63 quién tuvo un comportamiento similar, a excepción de su tolerancia moderada a piricularia.
- ❖ El testigo local (variedad INTA N1) y la variedad IR-100 M presentaron tolerancia a *Piricularia oryzae* y *Rhynchosporium oryzae*, en el caso de las líneas ECIA-43, A-2756 y CT-9868-3-23-1-2P-M-2-2P, mostraron alta tolerancia a Piricularia.
- ❖ Con respecto a la calidad molinera las líneas ECIA – 92 y ECIA – 39 alcanzaron los mejores rendimientos oro con porcentajes de 68.5 % cada una, y el testigo local INTA N-1 superó a todos los tratamientos evaluados en esta variable alcanzando un porcentaje de rendimiento oro de 69.5 %.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar en otra localidad de la zona de Cárdenas el proceso de evaluación, con las mismas líneas y variedades comerciales, con el objetivo de conocer su estabilidad en diferentes condiciones edafoclimáticas y de manejo.
- Validar en diferentes localidades y productores (as) de la zona de Belén, Cárdenas, Ochomogo y Granada bajo condiciones de secano favorecido, la línea ECIA – 39 y Taisen-2 por su alta capacidad de rendimiento.

VI. REFERENCIAS

1. Allard. R.W 1967 Principios de la mejora de la planta. Editorial Instituto del Libro. La Habana, Cuba 498. pp.
2. Angledette, A. 1969. El arroz, técnica agrícola y producciones tropicales, editorial Blume, Barcelona, España. 846 pp.
3. Balladares y Espinoza 1995. Pruebas observacionales de rendimiento de doce líneas y cuatro variedades de arroz, UNA, Managua, Nicaragua, 32 pp.
4. Chandler R. F. 1984. Arroz en los trópicos, Guía para el desarrollo de programas nacionales, Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA) San José, Costa Rica. 280 pp.
5. CIAT, 1983 Sistema de evaluación estándar para arroz, Manual Arroceros, segunda edición .Cali, Colombia, 61 pp.
6. CIAT, PNUD 1985. Arroz: Investigación y producción. Compilado y editado por Eugenio Tascon J. y Elías García D. Cali, Colombia 696 pp.
7. CIAT, 1985. Arroz, investigación y producción, Cali, Colombia 653 pp.
8. CIAT, 1981. Informe de arroz, Cali, Colombia. 33 pp.
9. CIAT, 1983.Ecosistema con relación al mejoramiento del arroz, Cali, Colombia. 37 pp.
10. De Datta, sk. 1986. Producción de arroz: fundamento y práctica, primera edición. Editorial Limosa, México DF. México. 690 pp.
11. González, F. J. 1982, Arroz, Vol. 31, Bogotá, Colombia. 320 pp.
12. INTA, 1999. Guía tecnológica del cultivo de arroz, Managua, Nicaragua, 21 pp.
13. Jennings P. R. 1985. Mejoramiento de arroz 237 pp.
14. Martínez R.C. P. 1985. Registros de cruzamiento de arroz, CIAT, Colombia 313 pp.
15. MAG 1996/1997 Situación de los Productores e Insumos Agropecuarios. Boletín n°. 18, Managua, Nicaragua 13 pp.
16. Marín E. 1990. Estudio agro ecológico y su aplicación al desarrollo productivo agropecuario, Región IV. Managua, Nicaragua. 160 pp.

17. Munguia R. y Obregón J. 2000, Prueba avanzada de rendimiento de 11 líneas promisorias de arroz para condiciones de secano, Rivas, Nicaragua, 75 pp.
18. Narváez L. 1998. Protocolo de prueba avanzada de rendimiento de 14 líneas mejoradas de arroz en condiciones de secano favorecido, Managua, Nicaragua 5 pp.
19. Poehlman, 1973. Mejoramiento genético de las cosechas 453 pp.
20. Promesa, 2002. Compendio de Biotecnología, Managua, Nicaragua 192 pp.
21. Protocolo INTA. 2000. Validación de genotipos mejorados de arroz en ambientes húmedos, Masatepe, Nicaragua, 5 pp.
22. Soto B. 1991. Estudio de observación de 20 variedades USA y siete líneas Promisorias nacionales en comparación con dos testigos comerciales de arroz, Managua, Nicaragua.
23. Somarriba C. 1984, Cultivo del arroz, documento para apoyo de clases Universidad Nacional Agraria,(UNA), Managua, Nicaragua,35 pp.
24. Tinarelli A. 1989. el arroz, versión en español, Madrid, España 575 pp.
25. Zeledón, P. 1993. Estudio de observación de 112 líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) VIOAL- 92 bajo el ecosistema de riego Managua, Nicaragua 29 pp.