

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRICOLA Y FORESTAL



TRABAJO DE TESIS

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO
AGRONOMICO DE DOCE MATERIALES GENETICOS
DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL VALLE DE
SEBACO DURANTE LA EPOCA DE POSTRERA DEL
2006

AUTORES:

Br. JOSE VIDAL RIVERA RUIZ
Br. JOEL ANTONIO MEZA RODRIGUEZ

ASESORES:

PhD. OSCAR GOMEZ
Ing. Agr. SERGIO CUADRA CASTILLO

MANAGUA, NICARAGUA
MARZO, 2008

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRICOLA Y FORESTAL



TRABAJO DE TESIS

**EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO
AGRONOMICO DE DOCE MATERIALES
GENETICOS DE ARROZ (*Oryza sativa L.*) EN EL
VALLE DE SEBACO DURANTE LA EPOCA DE
POSTRERA DEL 2006**

AUTORES:

Br. JOSE VIDAL RIVERA RUIZ
Br. JOEL ANTONIO MEZA RODRIGUEZ

ASESORES

PhD. OSCAR GOMEZ
Ing. Agr. SERGIO CUADRA CASTILLO

TRABAJO PRESENTADO A LA CONSIDERACION DEL
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
EN SISTEMAS DE PROTECCION AGRICOLA Y
FORESTAL.

MANAGUA, NICARAGUA
MARZO, 2008

AGRADECIMIENTO

Dirigido por esa mano creadora e iluminada por ese soplo divino emprendimos la tarea investigativa con el fin de elaborar nuestra tesis para optar al título de Ingeniero en Sistema de protección Agrícola y Forestal (I.S.P.A.F.) por tal razón queremos agradecer a Dios a quien le debemos la vida y logros obtenidos a cada día.

Un sincero agradecimiento al PhD. Oscar Gómez de la UNA y al Ing. Sergio Cuadra Castillo del INTA-CEVAS por su asesoría y apoyo incondicional en la realización del presente trabajo.

Agradecemos al personal de la Cooperativa Augusto C. Sandino por estar en total disponibilidad para apoyarnos en lo que fuera necesario.

Al personal del Centro de Investigación y Documentación Agropecuaria (CENIDA) en especial ala Lic. Ruth Velia, Blanquita, Katty y Gabriel por proporcionarnos todo el material bibliográfico para la realización de nuestro trabajo de diploma.

A la señorita Iris Judith Dávila por habernos facilitado información bibliográfica y material didáctico.

A servicios estudiantiles por apoyarnos en el transcurso de nuestra carrera y con mucho cariño a la Lic. Erika Úbeda por su amabilidad y entendimiento hacia nosotros en todo momento.

A Doña Tere por darnos en ocasiones importantes el pan bendito de cada día, que con mucho amor y dedicación preparaba con sus benditas manos para nosotros.

José Vidal Rivera Ruiz

Joel A Meza Rodríguez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mi *DÍOS* todo poderoso quien es el autor de todos mis logros por darme conocimientos, sabiduría, entendimiento, pero sobre todo dándome fuerzas para superar todos mis obstáculos. Debido a lo antes mencionado este trabajo es una realidad y tengo la seguridad que sin él (*DIOS*) nada de esto sería posible.

Quiero dedicar este trabajo a mis padres *Lucia Ruiz Rayo y José Ángel Rivera Meza* que siempre han estado pendientes y dispuestos a brindarme su apoyo incondicional en momentos difíciles a pesar de las circunstancias y con muchos sacrificios supieron guiarme para hacer realidad la culminación de mi carrera.

A mis hermanos *Martha, Melania, Andrea y Raúl Rivera Ruiz* que siempre estuvieron dispuestos a darme su total apoyo para que mis objetivos pudieran cumplirse.

A mi compañera de vida *Marlene Dávila Ríos* quien me ha dado su entero entendimiento y comprensión.

También a mis queridos sobrinos que fueron mi inspiración, además de ser los responsables de llevar bendición y alegría a mi vida, pero sin olvidar a mis amigos *Olman Díaz, Eddy Cáceres, Heydi Gutiérrez, Marlon Gutiérrez, Allan Blandon y Carlos Huete* ellos fueron parte importante en esta dura jornada.

Jose Vidal Rivera Ruiz.

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por que nada soy sin el sin su infinito amor que me enseñaste a querer, amar, adorar la vida y por que siempre esta a mi lado donde yo este.

A mis padres **Augusto Meza Ruiz Y Ramona Rodríguez** quiero agradecerles lo que ahora soy por darme la vida. Por su amor, por las caricias, por el dolor, por las sonrisas por el sufrimiento, por los regaños y por el aliento.

A mis hermanos: **Ivania, Ruth, Cesar, Milton, Emmanuel y Eduardo** por darme el apoyo siempre que lo necesite.

A mis queridos sobrinos: **Heysell, Nahumcito Y David Antonio** que son la luz de mi hogar.

A mi novia: **Yadira Lanzas** por que siempre estuvo a mi lado en estos cinco años de estudio.

A mis compañeros de la UNA: **Heydi Gutiérrez, Marlon Gutiérrez, Mauricio Saavedra y Fernando Rivas** por la ayuda aportada para terminar mi carrera y este trabajo.

A mis amigos: **Yascer, Ever, Norlan y Néstor Cruz** por escucharme siempre y ayudarme en todos mis problemas.

Joel Antonio Meza Rodríguez.

INDICE DE CONTENIDO

| | Pág |
|-------------------------------------------------|------------|
| INDICE DE CONTENIDO | i |
| INDICE DE TABLAS | vi |
| INDICE DE FIGURAS | vii |
| AGRADECIMIENTO | i |
| DEDICATORIA | ii |
| RESUMEN | viii |
| I INTRODUCCION..... | 1 |
| II OBJETIVOS..... | 3 |
| 2.1 Objetivo general..... | 3 |
| 2.2 Objetivos especificos..... | 3 |
| III- HIPOTESIS | 3 |
| IV. MATERIALES Y MÈTODOS..... | 4 |
| 4.1 Descripciòn del lugar..... | 4 |
| 4.2 Descripciòn del ensayo..... | 5 |
| 4.2.1 Diseño del àrea expermental..... | 5 |
| 4.2.2 Tratamientos evaluados..... | 5 |
| 4.3 Manejo agronomico..... | 6 |
| 4.3.1 Preparacion del suelo y siembra..... | 6 |
| 4.3.3 Control de malezas | 6 |
| 4.3.4 Control de chinche..... | 7 |
| 4.3.5 Fertilizaciòn..... | 7 |
| 4.4 Variables evaluadas | 7 |
| 4.5 Anàlisis estadístico..... | 13 |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÒN..... | 14 |
| 5.1 Variables de crecimiento y desarrollo | 14 |

| | |
|---------------------------------------------------|----|
| 5.2 Rendimiento y sus componentes..... | 17 |
| 5.3 Calidad Industrial de grano | 19 |
| 5.5 Reacción a <i>Pyricularia oryzae</i> cav..... | 20 |
| VI. DISCUSIÓN GENERAL..... | 21 |
| VII. CONCLUSIONES | 22 |
| VIII RECOMENDACIONES..... | 23 |
| IX REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 24 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Genealogía y procedencia de materiales genéticos de arroz..... | 6 |
| Tabla 2. Momentos de aplicación de fertilizantes | 7 |
| Tabla 3. Calificación de los estados fenológicos del arroz..... | 8 |
| Tabla 4. Aplicación de la escala CIAT para altura de planta..... | 9 |
| Tabla 5. Aplicación de la escala CIAT para evaluar acame de plantas..... | 9 |
| Tabla 6. Aplicación de la escala del CIAT para determinar la habilidad de macollamiento en plantas de arroz..... | 10 |
| Tabla 7. Aplicación de la escala CIAT para evaluar daños en la planta ocasionada por <i>Pyricularia oryzae</i> | 11 |
| Tabla 8. Escala empleada por el CIAT para la clasificación de la fertilidad de panículas. | 12 |
| Tabla 9. Resultados del ANDEVA para las variables de crecimiento y desarrollo de doce materiales genéticos de arroz..... | 14 |
| Tabla 10: Valores promedios de doce materiales genéticos de arroz para variables de crecimiento, desarrollo y porcentaje de plantas acamadas..... | 15 |
| Tabla 11. Significancia estadística y coeficientes de variación (%) del rendimiento de grano y sus componentes de doce materiales genéticos de arroz.. | 17 |
| Tabla 12. Componentes del rendimiento y rendimiento del grano de doce materiales genéticos de arroz..... | 19 |
| Tabla 13 Calidad industrial de grano de los materiales genéticos de arroz..... | 20 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Figura:1 Valores promedio de temperatura (temp), precipitacion mensual acumulada y humedad relativa (HR), en la zona del valle de Sebaco Matagalpa | 5 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

RESUMEN

El mejoramiento genético de arroz (*Oryza sativa L.*) en Nicaragua se ha basado principalmente en la introducción y posterior evaluación de materiales genéticos provenientes principalmente de centros internacionales como: el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia. En este trabajo de investigación se evaluaron materiales genéticos introducidos del CIAT y un testigo nacional: INTA DORADO. El ensayo de campo consistió en un experimento unifactorial en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). En total se evaluaron 13 variables con cuatro repeticiones. El análisis de los resultados de campo permitió identificar un material genético; el CT-15765-12-1-4-2-1-M como el único que superó significativamente en cuanto a rendimiento de grano al testigo nacional INTA DORADO. Además, dicho material genético fue el de mejor calidad industrial. Se recomienda en lo general evaluar materiales genéticos en otras localidades y durante varios ciclos agrícolas a fin de determinar la adaptabilidad y estabilidad de los mismos.

I INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.), es el cereal más cultivado en el mundo y su importancia crece cada día más, debido a su industrialización y al aumento de la población mundial. En Nicaragua, durante el ciclo agrícola 2004-2005, el área aproximada de siembra del cultivo del arroz fue de 76, 790 hectáreas con una producción de 144, 641 toneladas para un rendimiento promedio de 1.9 t ha^{-1} (MAG-FOR, 2006).

En Nicaragua es uno de los cultivos alimenticios de mayor consumo, ocupando el tercer lugar en importancia, por lo que se considera junto al maíz (*zea mays* L.) y el frijol (*phaseolus vulgaris* L.) como los principales cultivos en la dieta alimenticia. El consumo anual de arroz por persona es de 45 kg, siendo esta cifra una de las más altas de Centroamérica solo superado en Costa Rica en donde el consumo por persona es de 55 kg (FAO, 2000).

En la actualidad existe una tendencia creciente en la curva de demanda del arroz al haberse incrementado los niveles de consumo per cápita, como resultado del alza en los precios del grano de los otros dos cultivos relevantes en la dieta alimentaria: el frijol rojo y el maíz blanco. Algunos estudios recientes reportan que la población con menores recursos económicos destina cerca de el 60 % de sus gastos alimentarios para la compra de arroz (FAO, 2000).

En Nicaragua, el cultivo se siembra bajo dos sistemas: el de secano, que se lleva a cabo en regiones de alta pluviosidad como Pantasma, Río San Juan, Nueva Guinea, Jalapa, Río Blanco y Chinandega; y el sistema bajo riego tecnificado que se observa en las zonas del valle de Sébaco, Malacatoya, El Sauce, parte de la región del Pacífico, Rivas y Chontales, (MAGFOR, 1998). El Valle de Sébaco reúne las condiciones agroecológicas adecuadas para el cultivo del arroz; sin embargo, se tienen problemas con los materiales genéticos utilizados por los productores (Cuadra, 2006). En general, estos son de calidad industrial intermedia y las cantidades de arroz producidas están por debajo de la demanda, existiendo un déficit anual de aproximadamente 68, 182 toneladas métricas. Entre las causas de los bajos rendimientos se puede mencionar las siguientes: deficiente manejo agronómico (fertilización, densidades de siembra, riego, manejo de insectos, malezas y enfermedades) y uso de variedades de bajo potencial productivo con marcado deterioro genético, poco uso

de semilla certificada, variedades con bajo nivel de tolerancia a enfermedades como: *Pyricularia oryzae cav*, manchado del grano (MAG-FOR, 2006).

Según Somarriba (1998), el método de mejoramiento en Nicaragua por introducción constituye la alternativa viable de generar nuevos materiales genéticos por los programas nacionales de investigación y posteriormente convertirlos en nuevas variedades comerciales, que le permitan al productor mejorar la producción. Esta estrategia se ha venido empleando hasta hoy y constantemente el Centro Experimental del Valle de Sebaco (CEVAS) está introduciendo materiales genéticos procedentes principalmente de diversos centros internacionales de mejoramiento para su evaluación en campo en el país.

Basado en lo anterior se planteó este trabajo de investigación cuyos objetivos se describen a continuación.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

El propósito general del presente trabajo es contribuir a la identificación de materiales genéticos de arroz con alto potencial de rendimiento y que permita a los productores de este cultivo contar con variedades adaptadas de los mismos en sus fincas que le aseguren rendimientos adecuados para satisfacer sus necesidades básicas e ingresos adicionales a través de la venta de los excedentes obtenidos.

2.2 Objetivos específicos

Identificar aquellos materiales genéticos de arroz que superen significativamente en rendimiento al testigo utilizado en este ensayo.

Determinar la calidad industrial de los materiales genéticos de arroz considerados en este estudio.

III- HIPOTESIS

Al menos uno de los materiales genéticos de arroz supera significativamente al testigo en cuanto a rendimiento.

Todos los materiales genéticos evaluados poseen buena calidad industrial.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del lugar

El ensayo se estableció en agosto del 2006 bajo condiciones de riego, en la cooperativa “Augusto C. Sandino”, ubicada a 10 km del empalme de San Isidro carretera a León, en la “Comunidad Las Mangas”, en el Municipio de San Isidro, Matagalpa. Las coordenadas del sitio donde se realizó el ensayo son 12° 55´ latitud norte y 86° 11´ longitud oeste y la altitud de 465 metros sobre el nivel del mar (msnm).

La zona del Valle de Sébaco presenta dos estaciones bien diferenciadas una seca (conocida como verano), con más de seis meses de duración y otra lluviosa (o invierno) muy irregular. La precipitación oscila entre los 730 y 850 mm anuales; siendo la temperatura media diaria de 26 °C.

Según la clasificación bioclimática de INETER (2006), la zona de vida es bosque subtropical seco, con suelos arcillosos, fértiles, mecanizables y aptos para el cultivo de arroz. Los datos de precipitación acumulada mensual y promedio diario de temperatura durante el período en que se realizó el presente ensayo se pueden observar en la figura 1.

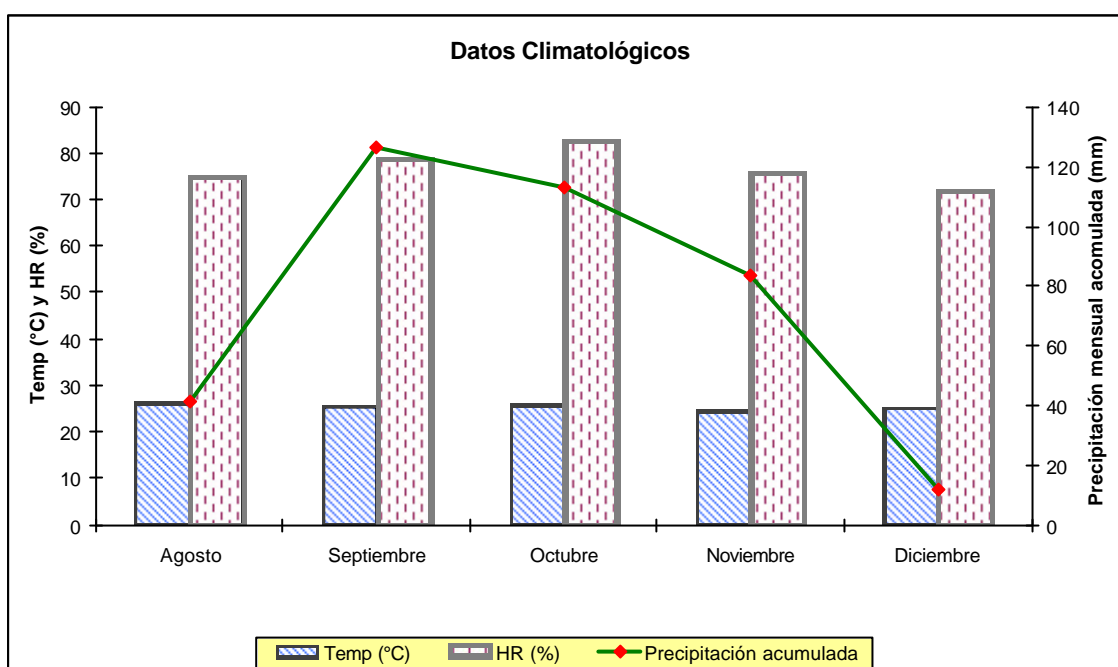


Figura 1. Valores promedio de temperatura (Temp), precipitación mensual acumulada, y humedad relativa (HR) en la zona del valle de Sébaco Matagalpa agosto _ diciembre 2006.

4.2 Descripción del ensayo

4.2.1 Diseño y área experimental

EL diseño experimental que se utilizó fue el de Bloques Completo al Azar (BCA), con cuatro réplicas y 12 tratamientos. La parcela experimental estuvo compuesta por cuatro hileras de cinco metros de longitud separadas a 0.25 m. Como parcela útil se tomaron los dos surcos centrales. El área total del ensayo fue de 375 m².

4.2.2 Tratamientos evaluados

Los materiales genéticos en estudio estuvieron conformados por 11 líneas de arroz introducidas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y una variedad nacional, INTA DORADO, la que se utilizó como testigo. La genealogía de cada material genético estudiado se describe en la tabla siguiente:

Tabla 1. Genealogía y procedencia de materiales genéticos de arroz.

| Tratamientos | Materiales genéticos | Procedencia |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| T1 | CT-15691-4-3-4-3-2-M | CIAT Colombia |
| T2 | CT 15679-17-2-7-5-5-M | CIAT Colombia |
| T3 | CT 15696-3-4-2-3-3-M | CIAT Colombia |
| T4 | CT 15691-4-3-4-2-5-M | CIAT Colombia |
| T5 | CT 15691-4-3-4-5-1-M | CIAT Colombia |
| T6 | CT 15765-12-1-4-2-1-M | CIAT Colombia |
| T7 | CT 15679-17-1-1-1-2-M | CIAT Colombia |
| T8 | CT 15679-17-1-1-1-4-M | CIAT Colombia |
| T9 | CT 15679-17-1-2-2-3-M | CIAT Colombia |
| T10 | CT 15679-17-1-2-3-5-M | CIAT Colombia |
| T11 | CT 15679-17-1-4-1-1-M | CIAT Colombia |
| T12 | INTA DORADO | Nicaragua |

4.3 Manejo agronómico

4.3.1 Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo consistió en una chapoda, un pase de rota disco para homogenizar el suelo, dos pases de grada y nivelación o banqueo. Estas labores se realizaron ocho días antes del establecimiento del cultivo de arroz. Posteriormente se inundó la terraza con agua, luego se realizó el surqueo del terreno y la siembra que se realizó el 16 de agosto del 2006. La semilla se depositó a surco corrido a razón de 142 kg ha⁻¹.

4.3.3 Control de malezas

El control de las malezas se realizó a los veinte días después de germinado el arroz utilizando los productos siguientes: Clefoxidium 20 % (Aura), para Gramíneas a razón de

11 g ha⁻¹, metsulfuròn – Methil 60% (Ally), para malezas de hoja ancha a razón 7 g ha⁻¹ y (pirasufuron), halosulfuròn – Methil para Ciperáceas a razón de 114 g ha⁻¹

4.3.4 Control de chinche

El control del chinche de la espiga (*Oebalus insularis stal.*) se basó en recuentos periódicos, utilizando como base los siguientes umbrales de daño económico y considerando, además, el estado fenológico del cultivo: pre y floración = 2 chinches/golpes de red, grano lechoso = 1 chinches/golpes de red, grano ceroso = 4 chinches/golpes de red. Solamente fue necesaria una aplicación para lograr un efectivo control del chinche. El producto aplicado fue telthametrina y triasofus (*Rienda*) en dosis de 11 g ha⁻¹ a los 81 días después de la emergencia (dde).

4.3.5 Fertilización

Se aplicó al voleo el fertilizante completo 12-30-10 a razón de 129 kg ha⁻¹, al momento de la siembra. El muriato de potasio (MOP) y la Urea al 46 % se aplicaron tal y como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 2. Momentos de aplicación de fertilizantes a doce materiales genéticos de arroz San Isidro, Matagalpa, agosto – diciembre 2006

| Aplicaciones (dde) | fórmula | Dosis (kg ha ⁻¹) |
|--------------------|----------------------|------------------------------|
| 20 | Urea 46 % | 259 |
| 40 | Urea 46 % + MOP 46 % | 32.3 + 32.3 = 64.6 |
| 60 | Urea 46 % | 97 |

dde = días después de la emergencia

4.4 Variables evaluadas

Las variables en estudio se realizó aplicando el sistema de evaluación estándar para arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1983) a excepción de la calidad

industrial. Por cada variable, el estado de desarrollo fenológico de la planta se indica entre paréntesis. En la Tabla 3 se indican los diferentes estados fenológicos en el arroz. El tamaño de muestra para la medición de las diferentes variables fue de diez plantas elegidas de forma aleatoria en los surcos centrales de cada parcela.

Tabla 3. Calificación de los estados fenológicos del arroz.

| Calificación | Estado fenológico |
|---------------------|--------------------------|
| 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 | Madurez fisiológica |

(CIAT, 1983)

Entre las variables evaluadas se encuentran:

Altura de la planta: Se registró la altura de la planta en centímetros, desde la superficie del suelo hasta la panícula más alta, excluyendo la arista. Estas medidas fueron tomadas al azar en el área de la parcela útil. El tiempo de evaluación fue en el estado fenológico 09 (Madurez fisiológica).

En la Tabla 4 se muestran clasificación y su categoría correspondiente según la escala aplicada por el CIAT para altura de planta.

Tabla 4. Aplicación de la escala CIAT para altura de planta.

| Clasificación | Categorías |
|----------------------|---------------------------------------|
| 1 | Menos de 100 cm (plantas semienanas) |
| 5 | De 101 a 130 cm (plantas Intermedias) |
| 9 | Más de 130 cm (plantas altas) |

(CIAT, 1983)

Acame: La medición de esta variable se realizó mediante una estimación visual del porcentaje de plantas acamadas. La información se registró en el estado fenológico 09 (Madurez fisiológica).

En la Tabla 5 se muestra la escala de clasificación que el CIAT para determinar el acame en las plantas evaluadas.

Tabla 5. Aplicación de la escala CIAT para evaluar acame de plantas.

| Clasificación | Categorías |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Tallos fuertes (0% de plantas volcadas). |
| 3 | Tallos moderadamente fuertes. (de 1 a 15 % de plantas volcadas). |
| 5 | Tallos moderadamente débiles o intermedios. (entre el 16 y el 50 % de plantas caídas). |
| 7 | Tallos débiles. (del 51 al 85 % plantas volcadas). |
| 9 | Tallos muy débiles. (del 85 al 100 % de plantas caídas). |

(CIAT, 1983)

Habilidad de macollamiento: En cada parcela se realizó el recuento de tallos por metro lineal luego se procedió a contar el número total de los tallos y se dividió entre el total de

plantas en el metro lineal para así obtener la cantidad promedio de tallos por planta. El momento de estimación, fue en el estado de crecimiento 07 (Estado lechoso del grano).

Tabla 6. Aplicación de la escala del CIAT para determinar la habilidad de macollamiento en plantas de arroz.

| Clasificación | Categorías |
|---------------|-------------------------------|
| 1 | Muy prolifera más de 20 hijos |
| 3 | Buena de 15 a 19 hijos |
| 5 | Mediana de 11 a 14 hijos |
| 7 | Pobre de 7 a 10 hijos |
| 9 | Muy pobre menos de 7 hijos |

(CIAT, 1983)

Numero de días a la iniciación del primordio floral: Se registró el número de días, desde la emergencia hasta cuando el 50% de las plantas estaban iniciando el primordio floral. El tiempo de evaluación fue en el estado de crecimiento 04 (Cambio de Primordio)

Numero de días a floración: Se registró el número de días desde la emergencia hasta cuando el 50 % de las plantas estaban florecidas. El período de valoración, fue en el estado de crecimiento 06 (Floración).

Numero de días a madurez fisiológica: Se anotó el número de días desde la emergencia hasta la madurez fisiológica del cultivo. Tiempo de evaluación, en estado de desarrollo 09 (Madurez fisiológica).

Evaluación de daños por *Pyricularia oryzae* cav: Los daños fueron evaluados en los estados de crecimiento 03,07 y 08 (Crecimiento del tallo, estado lechoso y pastoso del grano respectivamente) inspeccionando las hojas, cuello de la panícula y los nudos del tallo. Según el porcentaje del área foliar afectada se pueden presentar las categorías de daño presentadas en la tabla siguiente:

Tabla 7. Aplicación de la escala CIAT para evaluar daños en la planta ocasionada por *Pyricularia oryzae*. cav:

| Clasificación | Categorías |
|---------------|---------------------------------------------------------|
| 0 | Ninguna lesión visible en el total del área foliar |
| 1 | Menos del 1 % de afectación en el total del área foliar |
| 3 | 1-5 % de afectación en el total del área foliar |
| 5 | 6-25 % de afectación en el total del área foliar |
| 7 | 26-50 % de afectación en el total del área foliar |
| 9 | 51-100 % de afectación en el total del área foliar |

(CIAT, 1983)

Componentes de rendimiento: En el presente estudio se registraron los componentes del rendimiento de grano en el estado fenológico de madurez fisiológica (09). Entre ellos se tienen los siguientes:

Longitud de panícula: Para determinar este carácter se tomaron al azar diez panículas por parcela. La medición de esta variable se realizó desde el nudo ciliar hasta el último grano, expresando el resultado en centímetros.

Número de granos por panícula: Para su determinación se consideraron diez panículas tomadas al azar dentro de la parcela útil. Luego se procedió a contar el número total de granos por cada panícula y posteriormente se determinó el valor promedio para esta variable.

Fertilidad de las espiguillas: De las diez panículas tomadas al azar en la determinación de la variable anterior se contó el número total de granos y de dicho total se registró el porcentaje de granos enteros.

Los resultados obtenidos en porcentajes fueron posteriormente clasificados en diferentes categorías según el sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (1983), tal a como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 8. Escala empleada por el CIAT para la clasificación de la fertilidad de panículas.

| Calificación | Categoría |
|--------------|--------------------------------------|
| 1 | Altamente fértiles (más del 90 %) |
| 3 | Fértiles (75- 89 %) |
| 5 | Parcialmente fértiles (50-74 %) |
| 7 | Estériles (10-49 %) |
| 9 | Altamente estériles (menos del 10 %) |

(CIAT, 1983)

Peso de mil granos: Para obtener el peso de 1 000 granos fue necesario tomar por cada tratamiento cuatro repeticiones de 1 000 granos cada una. Posteriormente se determinó el peso en gramos de cada repetición haciendo uso de una balanza electrónica con una humedad de campo 14 %. No se realizó ajuste del peso de 1 000 granos ya que el contenido de humedad de los granos a la cosecha era de 14 %.

Rendimiento de grano: Para determinar el rendimiento de grano de cada tratamiento se cosechó el grano en granza (arroz en cáscara o paddy) en el área de la parcela útil y se determinó su peso en gramos. Posteriormente el valor obtenido se expresó en kg ha^{-1} .

Calidad Industria del grano: Esta variable se determinó en una muestra de arroz paddy de 300 gramos y con un contenido de humedad del 14 %. Dicha muestra se sometió a limpieza y trillado para determinar posteriormente el porcentaje de granos enteros y quebrados.

4.5 Análisis estadístico

Los datos de campo de las variables (macollamiento, altura de planta, acame, longitud de panícula, número de granos por panícula, fertilidad de espiguilla, peso de mil granos y rendimiento del grano) fueron sometidas al análisis de varianza (ANDEVA). Para el análisis de comparación de medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$). Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico SAS versión 8.0 (SAS, 2002).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Variables de crecimiento y desarrollo.

Después de someter los datos de campo al ANDEVA se determinaron diferencias significativas entre tratamientos para dos de las seis variables de crecimiento y desarrollo consideradas en el presente estudio tal como se describe en la tabla siguiente:

Tabla 9. Resultados del ANDEVA para las variables de crecimiento y desarrollo de doce materiales genéticos de arroz. San Isidro Matagalpa, agosto – diciembre 2006.

| Fuente de variación | Altura de planta (cm) | Acame (%) | Macollas por planta (no) | Días después de la emergencia | | |
|---------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| | | | | Primordio | Floración | Madures fisiológica |
| Bloque | NS | *** | NS | NS | NS | NS |
| Tratamiento | *** | *** | NS | NS | NS | NS |
| CV (%) | 3 | 16 | 19 | 2 | 1 | 1 |

***:altamente significativo; NS: No significativo; CV (%): Coeficiente de variación

Tabla 10: Valores promedios de doce materiales genéticos de arroz para variables de crecimiento, desarrollo y porcentaje de plantas acamadas. San Isidro, Matagalpa agosto – diciembre 2006

| Materiales genéticos | Altura de planta (cm) | Acame (%) | Macollas por planta | Días después de la emergencia a: | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|---------------------|----------------------------------|-----------|---------------------|
| | | | | Primordio | Floración | Madures fisiológica |
| CT-15691-4-3-4-3-2-M | 79 a | 31 b | 6.3 a | 51 a | 76 a | 111 a |
| CT 15679-17-2-7-5-5-M | 79 a | 39 b | 7.9 a | 50 a | 75 a | 110 a |
| CT 15696-3-4-2-3-3-M | 81 a | 41 b | 6.8 a | 50 a | 75 a | 109 a |
| CT 15691-4-3-4-2-5-M | 81 a | 48 b | 8.2 a | 50 a | 75 a | 110 a |
| CT 15691-4-3-4-5-1-M | 82 a | 46 b | 8.4 a | 50 a | 75 a | 110 a |
| CT 15765-12-1-4-2-1-M | 85 a | 44 b | 7.1 a | 51 a | 76 a | 111 a |
| CT 15679-17-1-1-1-2-M | 84 a | 40 b | 7.9 a | 51 a | 76 a | 111 a |
| CT 15679-17-1-1-1-4-M | 80 a | 38 b | 7.3 a | 50 a | 75 a | 109 a |
| CT 15679-17-1-2-2-3-M | 85 a | 40 b | 8.0 a | 50 a | 76 a | 110 a |
| CT 15679-17-1-2-3-5-M | 82 a | 43 b | 7.0 a | 50 a | 75 a | 110 a |
| CT 15679-17-1-4-1-1-M | 80 a | 35 b | 7.7 a | 50 a | 75 a | 110 a |
| INTA DORADO | 71 b | 18 a | 6.7 a | 51 a | 76 a | 111 a |

En el presente estudio se encontraron diferencias altamente significativas ($p = 0.0001$) entre los materiales genéticos para altura de planta.

Los resultados indicados en la Tabla 9 muestran que todos los materiales genéticos introducidos superaron significativamente en altura de planta al testigo INTA DORADO. Según la clasificación del CIAT (1983), tanto los materiales genéticos introducidos como el testigo nacional son considerados semienanos (Tabla 4), ya que el valor promedio de la variable en mención resultó inferior a 100 cm (valores entre 71 y 85).

Contin (1990) y Fernández *et al.* (1985), afirman que plantas de tallo corto y rígidas son cualidades esenciales en variedades de altos rendimientos, ya que minimizan el volcamiento y poseen una mayor relación grano / paja.

Lo anterior se pudo observar en los materiales genéticos evaluados. El material genético INTA DORADO, además de presentar la menor altura de planta también mostró el menor porcentaje de plantas acamadas (18 %) lo que sugiere una estrecha relación entre ambas variables.

Con relación a la variable acame (Tabla 10), los materiales genéticos introducidos presentaron valores promedios que oscilaron entre 31 y 48 %, todos ellos superiores significativamente ($p=0.0001$) al valor promedio del testigo INTA DORADO (18 %). Según los resultados obtenidos para la variable acame y en base al sistema de evaluación estándar para arroz (CIAT, 1983) todos los materiales genéticos en estudio se consideran como plantas con tallos moderadamente débiles.

El macollamiento, según Ortega (1973), es la formación de un haz o manojó que puede reunir 15 tallos o más por planta. La habilidad de macollamiento es un carácter cuantitativo que está ligado a características genéticas, pero puede depender al mismo tiempo de las condiciones en el que el cultivo se desarrolle, por ejemplo: densidades de siembra, fertilidad del suelo y temperaturas bajas que no permiten la formación del macollaje.

En el presente trabajo aunque no se encontró evidencia ($p=0.5$) estadística significativa sobre la diferenciación de los materiales genéticos en cuanto a su habilidad de macollamiento sí resultó interesante que nueve de los once materiales genéticos estudiados tendieron a mostrar un mayor número de macollas por planta en comparación con el testigo INTA DORADO.

En general y aplicando la escala de evaluación del CIAT para macollamiento, todos los materiales genéticos se pueden considerar como materiales con una capacidad pobre o muy pobre (menos de siete hijos) de macollamiento.

Este pobre macollamiento de los materiales genéticos se debió probablemente a la alta densidad poblacional con que se manejó el ensayo. Según Cuadra (2006) al existir una alta población de plantas por metro cuadrado, se reduce significativamente la producción de macollas por planta, pero se incrementa el número de las macollas por área, es decir existen más plantas por esto más hijos pero hay menos hijos en cada planta.

En lo referente a las variables fenológicas (primordio floral, floración y madures fisiológica (Tabla 9), no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los materiales genéticos estudiados. Las diferencias numéricas para las tres variables antes señaladas igualmente fueron mínimas, entre uno y dos días como máximo.

5.2 Rendimiento y sus componentes.

Los resultados del Análisis de Varianza (ANDEVA) mostraron que hubo diferencias significativas entre materiales genéticos para las variables rendimiento de grano ($p = 0.03$), longitud de panícula ($p = 0.0001$) y fertilidad de la espiga ($p=0.008$) Para las variables restantes (granos por panícula y peso de mil granos) no se determinaron diferencias significativas (Tabla 11).

Tabla 11. Significancia estadística y coeficientes de variación (%) del rendimiento de grano y sus componentes de doce materiales genéticos de arroz . San Isidro Matagalpa, agosto – diciembre 2006.

| Fuente de variación | Granos/ panícula | Longitud de panícula | Fertilidad de la espiga | Peso 1000 g | Rendimiento de grano |
|---------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|-------------------------|
| Bloque | *** | NS | NS | NS | *** |
| Tratamiento | NS | *** | *** | NS | ** |
| CV (%) | 14 | 3 | 12 | 6 | 12 |

** : Significativo; ***: Altamente significativo; NS: No significativo; CV (%): Coeficiente de variación.

En la Tabla anterior se aprecia que los coeficientes de variación obtenidos para los componentes de rendimientos evaluados son relativamente bajos y aceptables para ensayos agronómicos. Valores similares de coeficientes de variación (del 3 al 14 %) han sido reportados en otros ensayos del mismo tipo para las mismas variables (Cuadra, 2006).

En cuanto a la variable longitud de panícula, todos los materiales genéticos (incluyendo al testigo INTA DORADO) mostraron panículas significativamente más grandes que el material CT-15679-17-2-7-5-5-M (Tabla 12).

En general, la variación de los valores promedios para la variable antes mencionada no fue muy grande tal y como lo refleja el valor del coeficiente de variación que fue de un 3 %.

Los resultados del análisis estadístico de los datos de campo reflejaron diferencias no significativas ($p=0.2$) entre tratamientos para la variable número de granos por panícula Tabla 11. El material genético que obtuvo el mayor número de granos por panícula fue la CT 15679-17-1-1-1-4-M con un promedio de 153 y sobresalen además las líneas CT 15679-17-2-7-5-5-M y CT 15679-17-1-2-2-3-M con 147 y 140 granos por panícula, respectivamente. El testigo INTA DORADO ocupó el octavo lugar con 123 granos por panícula.

En lo concerniente a fertilidad de la espiga únicamente los materiales genéticos CT 15691-4-3-4-2-5-M y CT 15765-12-1-4-2-1-M mostraron valores significativamente superiores ($p=0.008$) a CT 15679-17-1-2-3-5-M (Tabla 12). Los dos primeros materiales genéticos registraron valores para la variable fertilidad de la espiga de 84 y 83 %, respectivamente, y el tercero 61 %. El resto de materiales genéticos mostraron valores intermedios a los antes mencionados.

Según la escala de evaluación de fertilidad de la espiga del CIAT (Tabla 8), los materiales genéticos estudiados se clasifican algunos como fértiles (del 75 al 89 % fertilidad de la espiga) y otros como parcialmente fértiles (del 50 al 74 % fertilidad de la espiga).

En cuanto a rendimiento de grano únicamente el material genético CT 15765-12-1-4-2-1-M superó significativamente al testigo INTA DORADO. Los dos materiales genéticos antes mencionados mostraron valores promedios de rendimiento de grano de 7 352 y 5 375 kg ha⁻¹, respectivamente. El resto de materiales genéticos mostró valores promedios intermedios a los anteriormente indicados.

Tabla 12. Componentes del rendimiento y rendimiento del grano de doce materiales genéticos de arroz. San Isidro Matagalpa, agosto – diciembre 2006.

| Materiales Genéticos | Granos por | | Longitud de la | Fertilidad de la espiga | Peso de mil | Rendimiento de | | | | |
|-----------------------|---------------|---|----------------|-------------------------|-------------|------------------------------|------|---|-------|----|
| | Panícula (no) | | panícula (cm) | (%) | granos (g) | grano (kg ha ⁻¹) | | | | |
| CT-15691-4-3-4-3-2-M | 123 | a | 22.9 | a | 79.6 | ab | 28.6 | a | 6 792 | ab |
| CT 15679-17-2-7-5-5-M | 147 | a | 20.5 | b | 67.1 | ab | 25.5 | a | 5 898 | ab |
| CT 15696-3-4-2-3-3-M | 135 | a | 24.3 | a | 77.9 | ab | 27.5 | a | 6 413 | ab |
| CT 15691-4-3-4-2-5-M | 122 | a | 23.6 | a | 84.0 | a | 27.5 | a | 6 975 | ab |
| CT 15691-4-3-4-5-1-M | 117 | a | 23.9 | a | 75.6 | ab | 26.1 | a | 6 938 | ab |
| CT 15765-12-1-4-2-1-M | 126 | a | 24.2 | a | 82.8 | a | 26.1 | a | 7 352 | a |
| CT 15679-17-1-1-1-2-M | 116 | a | 23.9 | a | 79.0 | ab | 26.4 | a | 6 074 | ab |
| CT 15679-17-1-1-1-4-M | 153 | a | 23.9 | a | 64.7 | ab | 27.8 | a | 6 073 | ab |
| CT 15679-17-1-2-2-3-M | 140 | a | 24.3 | a | 70.9 | ab | 27.7 | a | 6 019 | ab |
| CT 15679-17-1-2-3-5-M | 134 | a | 23.9 | a | 61.0 | b | 27.8 | a | 5 828 | ab |
| CT 15679-17-1-4-1-1-M | 126 | a | 22.9 | a | 71.3 | ab | 27.3 | a | 6 672 | ab |
| INTA DORADO | 124 | a | 22.9 | a | 67.7 | ab | 26.2 | a | 5 375 | b |

5.3 Calidad industrial de grano

Los resultados de la calidad industrial de los materiales genéticos considerados en el presente estudio indican que todos los materiales genéticos mostraron valores numéricos mayores al testigo INTA DORADO, cuya relación granos enteros / granos quebrados fue de 56/44 (Tabla 13). El valor máximo de la calidad industrial de grano (96/04) fue obtenido por el material genético CT 15765-12-1-4-2-1-M. Otros materiales genéticos que se destacaron en cuanto a calidad industrial de grano fueron: CT 15679-17-1-1-1-2-M, CT 15696-3-4-2-3-3-M y CT 15679-17-1-2-2-3-M con una relación granos enteros / granos quebrados de 94/06, 92/08 y 91/09, respectivamente.

Tabla 13. Calidad industrial de grano de los materiales genéticos de arroz. San isidro Matagalpa, agosto – diciembre 2006

| Materiales Genéticos | Calidad industrial de grano |
|-----------------------|-----------------------------|
| CT-15691-4-3-4-3-2-M | 83/17 |
| CT 15679-17-2-7-5-5-M | 70/30 |
| CT 15696-3-4-2-3-3-M | 92/08 |
| CT 15691-4-3-4-2-5-M | 90/10 |
| CT 15691-4-3-4-5-1-M | 86/14 |
| CT 15765-12-1-4-2-1-M | 96/04 |
| CT 15679-17-1-1-1-2-M | 94/06 |
| CT 15679-17-1-1-1-4-M | 68/32 |
| CT 15679-17-1-2-2-3-M | 91/09 |
| CT 15679-17-1-2-3-5-M | 80/20 |
| CT 15679-17-1-4-1-1-M | 78/22 |
| INTA DORADO | 56/44 |

Análisis realizado en el laboratorio de Bolsa Agropecuaria de Nicaragua BAGSA-Managua, (2006).

5.5 Reacción a *Pyricularia orizae* Cav.

Según las observaciones de campo, todos los materiales genéticos evaluados no presentaron lesiones visibles de la enfermedad tanto al nivel de la hoja, cuello y nudo de la planta. La ausencia de esta enfermedad posiblemente se debió a las condiciones climáticas que prevalecieron en el transcurso de la fase de campo del ensayo. Al no ser propicias para el desarrollo del inóculo.

VI. DISCUSIÓN GENERAL

El objetivo del presente estudio fue el de identificar materiales genéticos de arroz que superaran significativamente en cuanto a rendimiento de grano a la variedad INTA DORADO utilizado en este ensayo como testigo.

Los resultados obtenidos mostraron evidencia para aceptar la primera hipótesis nula planteada al inicio de presente trabajo, ya que efectivamente un material genético de los once evaluados superó significativamente en cuanto a rendimiento de grano al testigo INTA DORADO. Para muchas de las variables restantes los materiales genéticos fueron bastante similares entre progenitores particularmente en lo relacionado a variables fenológicas y de crecimiento, posiblemente debido a su similitud genética.

En el presente la mayor capacidad de rendimiento del material genético CT 15765-12-1-4-2-1-M con relación al testigo INTA DORADO esta determinada por el mayor porcentaje de granos fértiles de la espiga observados en el caso del primer material genético.

Es sabido que el trabajo de los mejoradores de planta debe estar orientada a la obtención de variedades con alto potencial de rendimiento pero además, de lo anterior deben tener muy en cuenta las preferencias de los usuarios y del mercado tanto nacional como internacional. En este ensayo el cultivar CT 15765-12-1-4-2-1-M cumplió con ambos parámetros de exigencia ya que además de superar significativamente al testigo INTA DORADO en cuanto a rendimiento de grano fue también el que mostró significativamente la mejor calidad industrial. Vale la pena mencionar que los datos de calidad culinaria no fueron sometidos a análisis estadísticos, pero la diferencia en calidad culinaria entre CT 15765-12-1-4-2-1-M e INTA DORADO están marcada (40 %) que vale la pena considerarlo a un que nos se haya aplicado ninguna herramienta estadística.

VII. CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en este ensayo y bajo las condiciones que prevalecieron en el mismo, se pueden mencionar las conclusiones siguientes:

1) Sólo un material genético (el CT 15765-12-1-4-2-1-M) de los once evaluados superó significativamente en cuanto a rendimiento de grano al testigo INTA DORADO mostró, además significativamente la mejor calidad industrial (96/04).

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Evaluar los materiales genéticos, utilizados en este estudio en otras localidades y en varios ciclos agrícolas a fin de valorar la adaptabilidad y estabilidad de los mismos.
- 2) Validar el material genético CT 15765-12-1-4-2-1-M en otras fincas con condiciones agras ecológicas similares a las de la Cooperativa “Augusto C. Sandino” de la comunidad Las Mangas, San Isidro.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bolsa Agropecuaria de Nicaragua (BAGSA) ,2006. Análisis de calidad industrial. Prueba de rendimiento. Managua, Nicaragua.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1983. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Programa de pruebas internacionales de Arroz. Manual Arroceros. Cali, Colombia. 230 pp.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1986. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Ecosistema con relación al mejoramiento del Arroz. Cali, Colombia 37 pp.
- Contín, A., 1990. Cultivo de Arroz. Manual de Producción. Editorial. Limusa. Cuarta Edición, D.F, México. 690 pp.
- Cuadra, S., 2006. Evaluación de 12 líneas promisorias de arroz en época lluviosa en el valle de Sébaco. Informe técnico. 22 pp.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2000, Producción de arroz en América Central, Roma, Italia. 384 pp.
- Fernández, F., Vergara, B.S., Yapit, N. y García, O., 1985. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. En CIAT arroz: Investigación y producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT, Cali, Colombia. p. 80 – 100.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 2006. Estación Meteorológica del Valle de Sébaco, Matagalpa.
- Ministerio Agropecuario y forestal (MAG-FOR), 1998 Agricultura y desarrollo, El cierre del ciclo agrícola 97/98. Oficina de Planes del Sector Agropecuario. 20p.
- Ministerio Agropecuario y forestal (MAG – FOR), 2006. Agricultura y Desarrollo. Pro rural en ciclo agrícola 2005/2006. Dirección General de Políticas Agropecuarias y Forestales. Nicaragua. N°. (67) 16 p.

Ortega J., 1973. Evaluación de seis líneas de arroz (*Oryza sativa* L), y tres variedades comerciales bajo el sistema de riego, en dos épocas de siembra, en malacatoya Managua Nicaragua. 63p

Somarriba. R. C., 1998. Texto de Granos Básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 197 pp. .Vol. I.