



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Sede Camoapa

Trabajo de Graduación

**EVALUACIÓN DE CINCO GENOTIPOS DE ARROZ EN EL
SISTEMA CLEARFIELD, EN EPOCA DE RIEGO EN LA FINCA
ALTAMIRA, SAN LORENZO, BOACO**

Autor:

Br. ROBERTO BELARDINO GAITAN JARQUIN

ASESOR

ING. KELVING JOHN CERDA CERDA

15 de mayo de 2010

Camoapa, Boaco



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Sede Camoapa

Trabajo de Graduación

**EVALUACIÓN DE CINCO GENOTIPOS DE ARROZ EN EL
SISTEMA CLEARFIELD, EN EPOCA DE RIEGO EN LA FINCA
ALTAMIRA, SAN LORENZO, BOACO**

INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA

Autor:

Br. ROBERTO BELARDINO GAITAN JARQUIN

ASESOR

ING. KELVING JOHN CERDA CERDA

15 de mayo de 2010
Camoapa, Boaco

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por el director de la Universidad Nacional Agraria sede regional Camoapa como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA.

Miembros del tribunal examinador

PhD Víctor Aguilar Bustamante
Presidente

MSc. Ing. Bayardo Escorsia
Secretario

Ing. Fernando Hernández Sánchez
Vocal

15 de mayo de 2010
Camoapa, Boaco

DEDICATORIA

El principio de la sabiduría es el temor a Dios. Por eso pensó Dios en crear al hombre en la tierra por que era necesario y bajo su mano hacedora nos guió a ellos conformes del conocimiento de igual manera ante todas las cosas creó a su hijo Jesucristo para venir a la tierra hecho hombre.

Guiados por ese gran ser divino emprendí la tarea investigativa con el afán de elaborar mi tesis para optar a el título de Ingeniero Agrónomo Generalista, en el cual quiero dedicar con todo mi amor y justeza a mi madre Rosa Amanda Gaitán Cisneros, a mis hermanos Francisco, Eliodoro, Alfonso, Narciso, Álvaro, Pedro, José Gaitán Jarquín quienes sin desfallecer ni un solo momento en la vida me supieron dar el ánimo y el camino que había de conducirme a la meta propuesta.

También a mi tío y amigos que estuvieron conmigo en los momentos felices y difíciles durante toda esta trayectoria que me tocó vivir. Esas voces de aliento en momentos difíciles para que pudiera lograr mi meta.

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a:

Universidad Nacional Agraria sede Camoapa por darme la formación científica integral como un profesional y transformarme en una persona útil a la sociedad.

Al Centro de Documentación quien contribuyó en la facilitación de documentos para el desarrollo teórico del trabajo de tesis.

A mi asesor Ing. Kelving John Cerda Cerda por su incondicional apoyo y orientación en el trabajo desde el inicio hasta el final.

A todos los docentes de la UNA sede Camoapa que de una y otra forma contribuyeron en el desarrollo de este trabajo.

A los Ingenieros:

Benjamín Linarte Cuevas, Javier Díaz Herrera, Gilberto Aguilar, Álvaro Martínez, Rafael Reyes, Elías Miranda, Dr. Guillan Gonzales (INARROZ-Costa Rica), quienes todos juntos contribuyeron a darme una información valiosa y constructiva en el trabajo tanto de campo como de escritorio.

A la Empresa Arrocera Altamira S.A. por garantizarme todos los medios e insumos necesarios para que se llevara a cabo el trabajo así como en la confianza en los resultados obtenidos en el método utilizado para la recolección de datos en el campo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCION | PÁGINA |
|--|--------|
| ÍNDICE DE CUADROS | i |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ii |
| RESUMEN | iii |
| ABSTRACT | iv |
| I INTRODUCCION | 1 |
| II OBJETIVOS | 2 |
| 2.1 <i>Objetivos generales</i> | 2 |
| 2.2 <i>Objetivos específicos</i> | 2 |
| III MATERIALES Y MÉTODOS | 3 |
| 3.1 Descripción del lugar | 3 |
| 3.2 Diseño y área experimental | 3 |
| 3.3 Tratamientos evaluados | 3 |
| 3.4 Manejo agronómico | 4 |
| 3.4.1 Preparación del suelo | 4 |
| 3.4.2 Siembra | 4 |
| 3.4.3 Manejo de riego | 4 |
| 3.4.4 Control de arvenses (Sistema Clearfield) | 4 |
| 3.4.5 Fertilización | 5 |
| 3.4.6 Control de Plagas | 5 |
| 3.5 Variables evaluadas | 6 |
| 3.5.1 Descripción de las variables evaluadas según etapa fenológica: | 6 |
| 3.5.1.1 Variables de crecimiento y desarrollo | 6 |
| 3.5.1.2 Variables de etapa reproductiva | 8 |
| 3.5.1.3 Variables de rendimiento | 9 |
| 3.5.2 Calidad Industrial | 11 |
| 3.5.3 Evaluación de daños por <i>Pyricularia oryzae</i> . | 11 |

| Sección | Página |
|--|--------|
| 3.6 Análisis estadístico | 11 |
| IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 12 |
| 4.1 Resultados de las variables de crecimiento y desarrollo en los genotipos evaluados bajo el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007. | 12 |
| 4.1.1 Variables vigor y macollamiento. | 12 |
| 4.1.2 Variables altura y acame de las plantas. | 13 |
| 4.2 Resultados de variables inicio primordio floral, días a floración y Maduración de granos de los genotipos evaluados bajo el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007. | 15 |
| 4.3 Resultados de las variables del componente rendimiento de los genotipos evaluados bajo el sistema clearfield en la finca "Altamira", San Lorenzo, Boaco, 2007. | 16 |
| 4.4 Resultados de la calidad industrial de los genotipos evaluados bajo el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007. | 18 |
| 4.5 Reacción a <i>Pyricularia oryzae</i> . | 20 |
| V CONCLUSIONES | 21 |
| VI RECOMENDACIONES | 22 |
| VII LITERATURA CITADA | 23 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | | PÁGINA |
|--------|--|--------|
| 1 | Genealogía y procedencia de materiales genéticos de arroz. | 3 |
| 2 | Momento de aplicación y dosis de los diferentes de fertilizantes utilizado en el sistema clearfield en la Finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007. | 5 |
| 3 | Calificación de los estados fenológicos del arroz, (CIAT, 1983). | 6 |
| 4 | Aplicación de la escala del CIAT, 1983 para el vigor de la planta. | 7 |
| 5 | Aplicación de la escala del CIAT, 1983 para habilidad de macollamiento de la planta. | 7 |
| 6 | Aplicación de la escala del CIAT, 1983 para altura de planta. | 8 |
| 7 | Aplicación de la escala del CIAT, 1983 para acame de planta. | 8 |
| 8 | Aplicación de la escala del CIAT, 1983 para la clasificación de la fertilidad de panículas. | 10 |
| 9 | Aplicación de la escala del CIAT, 1983, para evaluar daños en la planta ocasionada por <i>Pyricularia orizae</i> . | 11 |
| 10 | Resultados de la separación de medias según DUNCAN, para las variables largo de la panícula (LP), número de granos por panícula (NGP), fertilidad de espiga (FP), peso de mil granos (PMG) y rendimiento de campo obtenido en los genotipos evaluados en el sistema clearfield en la finca "Altamira", San Lorenzo, Boaco, 2007. | 18 |
| 11 | Análisis de calidad industrial de los genotipos evaluados en el sistema clearfield en la Finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007. | 19 |

ÍNDICE DE FIGURA

| FIGURA | | PÁGINA |
|--------|--|--------|
| 1 | Ubicación de las variables vigor y macollamiento de los genotipos evaluados en el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007. | 13 |
| 2 | Ubicación de las variables altura y acame de los genotipos evaluados en el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007. | 14 |
| 3 | Ciclo reproductivo expresado en días de los genotipos evaluados en el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, 2007. | 16 |

RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos más importantes del sector agropecuario nacional y uno de los principales alimentos en la dieta de los nicaragüenses, entre las limitantes en la producción está la infestación de los campos por malezas, el sistema de producción clearfield es una alternativa para garantizar una desinfección de arroz rojo que causa bajas en el rendimiento y calidad. El objetivo del estudio fue evaluar cinco genotipos de arroz en condiciones de manejo del sistema clearfield en época de riego en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, Nicaragua. El ensayo se estableció en la Finca Arrocería "Altamira", a una altitud de 340 m.s.n.m, se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con cinco tratamientos (Altamira-120, CFX-18, IW-888, Puita Guanacaste, y IW-735) en cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron comportamiento agronómico, presencia de enfermedades y productividad agrícola e industrial. Los resultados encontrados fueron los siguientes: los genotipos de mayor altura fueron IW-735 y Altamira-120; el genotipo Puita presentó la escala más alta de acame. No hubo diferencia entre genotipos para la variable macollamiento, el periodo de maduración más corto fue de el genotipo CFX-18 y el más largo Altamira 120. La incidencia de enfermedades *Rhizoctonia* y *Pyricularia* en los genotipos fue baja en el periodo del ensayo, el genotipo con mayor rendimiento agrícola e industrial fue IW-888 con 12 600.00 kg ha⁻¹ en campo ($Pr \leq 0.05 = 0.0012$)

Palabras claves: *Oryza sativa*, Clearfield, malezas

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the major crops of the national agricultural sector and one of the main foods of the Nicaraguan diet. Among the constraints in production is the infestation of fields by weeds, the production system Clearfield is an alternative to ensure disinfection of red rice because of low yields and quality. The objective was to evaluate five genotypes of rice under conditions of Clearfield system management in small-farm irrigation in Altamira, San Lorenzo, Boaco, Nicaragua. The trial was established at Finca Altamira Rice, at an altitude of 340 meters. Over sea level. A randomized block and design (BCA) with five treatments (Altamira-120, CFX-18, IW-888, Puite Guanacaste and IW-735) with four replications was used. It was evaluated agronomic performance, disease presence and agricultural and industrial products. The results found were: the genotypes of greater height was Altamira-735 IW-120, genotype Puite present the highest level of lodging, there was no difference between genotypes for variable tillering, the shorter maturation period was CFX - 18 and the longest Altamira 120, the incidence of diseases caused by *Pyricularia* and *Rhizoctonia* in the five genotypes was low in her trial period, the genotype most farm and industrial output was 888 with IW-12 600.00 kg ha⁻¹ in field ($D \leq 0.05 = 0.0012$)

key words: *Oryza sativa*, Clearfield, weeds

I INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) se cultiva en 113 países aproximadamente. Según FAO (2004) la producción mundial de arroz estuvo por 545 millones de toneladas, y es considerado como uno de los cereales más producido del mundo. En Centroamérica es un alimento básico de la población, entre los países que más consumen este grano están Panamá, Costa Rica y Nicaragua (CIAT, 1985).

En Nicaragua el consumo de granos está distribuido en maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y en tercer lugar el arroz (*Oryza sativa* L.), con un consumo anual por persona de 45 kg (FAO, 2000), es por eso que se considera que la producción nacional de este grano tiene garantizada su comercialización. El MAGFOR. (2006) reportó que en Nicaragua, durante el ciclo agrícola 2004-2005, el área aproximada de siembra del cultivo de arroz fue de 790 hectáreas con una producción de 144, 641 toneladas para un rendimiento promedio de 1.9 t ha⁻¹

En Nicaragua, utilizan dos sistemas de siembra: en secano, que se lleva a cabo en regiones de alta pluviosidad como Pantasma, Río San Juan, Nueva Guinea, Jalapa, Río Blanco, y en riego tecnificado que se observa en el valle de Sébaco, Malacatoya, El Sauce, Granada, Rivas y Chontales (MAGFOR, 1998). Estas zonas presentan condiciones agroecológicas adecuadas para el cultivo del arroz; sin embargo, se tienen problemas de bajos rendimientos a causas de: materiales genéticos (Cuadra, 2006); deficiente manejo agronómico en fertilización, densidades de siembra, riego, manejo de insectos, arvenses y enfermedades (MAGFOR, 2006).

El componente de arvenses es uno de los más sentido por los agricultores, debido a los altos costos de los métodos de manejos utilizados (Hernández, 1992), a demás las arvenses son hospederos de plagas y enfermedades, que afectan la calidad del grano, pueden ser causa de intoxicación al ganado, causan problemas a la salud humana, dificultan las operaciones agrícolas, y disminuye el valor de la tierra (FEDEARROZ, 2001).

Somarriba (1998), menciona que para aumentar la producción de arroz es necesario identificar genotipos que constituyan una alternativa viable para los productores, para esto es necesario establecer programas nacionales de investigación entre sector privado, universidades, entidades gubernamentales, así como de empresas agrícolas que distribuyen agroquímicos, para buscar innovaciones tecnológicas sostenibles al hombre.

El Agricultural Center de LSU en 1988 propuso el sistema *clearfield* como una nueva técnica avanzada de cultivo de arroz con el fin de obtener mejores rendimientos, garantizando desinfección de los campos de los arceses rojos considerados causas de bajos índices productivos en calidad y cantidad. El sistema consiste en la combinación de una semilla tolerante a un herbicida adjunto a un programa de custodia, aplicándose pre y post emergente.

II OBJETIVOS

2.1 *Objetivo general*

- Evaluación agronómica e industrial de cinco genotipos de arroz en el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo.

2.2 *Objetivos específicos*

- Caracterizar el comportamiento agronómico de cinco genotipos de arroz en el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo.
- Conocer el comportamiento productivo de campo e industrial de cinco genotipos de arroz en el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del lugar

El ensayo se estableció en el área de la estación experimental de la Finca Arrocería "Altamira", localizada en el municipio de San Lorenzo, departamento de Boaco, la entrada a la finca está en el km 103 carretera al Rama y a 17 km al Lago de Nicaragua, en las coordenadas geográficas 84° 03" Latitud Norte y 13°02" de Longitud Oeste, la finca se encuentra a una altitud de 340 m.s.n.m, con temperaturas promedio anuales de 24.03 °C, con precipitación promedio anual de 1,547 mm y una humedad relativa de 80% (Salazar y Hernández, 2004).

3.2 Diseño y área experimental

El diseño experimental que se utilizó fue de Bloques Completo al Azar (BCA), con cuatro bloques y cinco tratamientos. Las parcelas experimentales consistieron de siete surcos separados a 0.30 m, las dimensiones de las parcelas fueron de 1.8 m de ancho y 6 m de largo, para un área de 10.8 m². Las parcelas estaban divididas por un metro de calle entre parcela y un metro de calle entre bloque y bloque. De los siete surcos se dejó un surco a cada lado y medio metro en cada cabecera para obviar el efecto de borde, los datos fueron tomados de cinco surcos y de cinco metros de largo.

3.3 Tratamientos evaluados

Los materiales genéticos en estudio estuvieron conformados por cinco genotipos de arroz con origen en Costa Rica y Nicaragua. La genealogía de cada material genético estudiado se describe en el cuadro 1.

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

| Tratamientos | Genotipos | Procedencia |
|--------------|------------------|-------------|
| T1 | ALTAMIRA-120 | Nicaragua |
| T2 | CFX-18 | Costa Rica |
| T3 | IW-888 | Costa Rica |
| T4 | PUITA Guanacaste | Costa Rica |
| T5 | IW-735 | Costa Rica |

3.4 Manejo agronómico

3.4.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo consistió en una chapoda, con dos pases de grada fina y un pase de nivelación, posteriormente se abrieron los surcos.

3.4.2 Siembra

Para la siembra se depositó la semilla a chorrillo a razón de 116.6 kg ha⁻¹ en cada parcela.

3.4.3 Manejo de riego.

Para estimular la germinación se aplicó el primer riego de inundación después de la siembra, (dds) drenándose al día posterior, un segundo riego a los 4 días después de la siembra (dds) y el último a los 7 dds.

A los 32 dds se estableció la lámina de agua de tres pulgadas manejándose conforme creció la planta hasta el momento de maduración del grano de los genotipos.

3.4.4 Control de arvenses (Sistema Clearfield)

Para el manejo de arvenses se utilizó el Sistema Clearfield que consistió en dos aplicaciones compuestas por Kifix (Imidazolinonas) 114.4 g ha^{-1} , combinada con Basagram (Bentazon) 0.715 l ha^{-1} , más 0.30 l de AA5 ha^{-1} , más insecticida 0.143 l ha^{-1} y Xenic 0.143 l ha^{-1} disuelto en 286 l de agua para 1 ha , distribuidos a los 10 y 25 días después de emergido. Este manejo fue igual en todos los tratamientos.

3.4.5 Fertilización

La fertilización estuvo compuesta por los fertilizantes: completo, muriato de potasio, urea 46%, y sulfato de amonio, en el cuadro 2 se detalla las dosis y momento de aplicación.

Cuadro 2. Momento de aplicación y dosis de los diferentes fertilizantes utilizado en el sistema clearfield en la Finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007.

| Momento de aplicación | Formula | Dosis kg ha^{-1} |
|---------------------------------|---|---------------------------|
| Siembra | Completo (18-46-00) + Muriato de potasio (00-00-60) | 65 + 65 |
| 10 dds | Urea 46% | 130 |
| 25 dds | Urea 46% + Sulfato de amonio | 130 + 65 |
| Ante cambio de primordio floral | Urea 46% | 130 |

dds= días después de la siembra

3.4.6 Control de Plagas

El control del chinche de la espiga (*Oebalus insularis*) se realizó mediante recuentos periódicos, utilizando como base los umbrales de daño económico utilizado por Rivera y Meza (2008), en los estados fenológicos del cultivo:

- Pre y floración = 2 chinches/golpe de red
- Grano lechoso = 1 chinches/golpe de red
- Grano ceroso = 4 chinches/golpe de red

El producto aplicado fue Rienda (Telthametrina y Triasofus) en dosis de 1 l ha⁻¹ lográndose un efectivo control. A los 60 días después de la germinación se realizó una aplicación de Tionex o Endosulfan para el control de Ácaro usando 0.860 l ha⁻¹. Una última aplicación fue de Relevo mas Cypermetrina utilizando 0.143 l ha⁻¹ de ambos productos, en toda el área experimental una vez que las líneas estaban en el proceso de estado pastoso o llenado del grano.

3.5 Variables evaluadas

Para la evaluación de las variables en estudio se aplicó el sistema de evaluación estándar para arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1983) a excepción de las variables de la calidad industrial. El momento en que se tomó cada variable, se indica entre paréntesis del estado de desarrollo fenológico correspondiente de la planta.

En el cuadro 3 se indican los diferentes estados fenológicos en el arroz (CIAT, 1983). El tamaño de la muestra para la medición de las diferentes variables fue de diez plantas elegidas de forma aleatoria en los surcos centrales de cada parcela.

Cuadro 3. Calificación de los estados fenológicos del arroz, (CIAT, 1983).

| Calificación | Estados fenológicos |
|--------------|--------------------------|
| 00 | Germinación |
| 01 | Plántula |
| 02 | Ahijamiento |
| 03 | Elongación del tallo |
| 04 | Cambio de primordio |
| 05 | Panzoneo |
| 06 | Floración |
| 07 | Estado lechoso del grano |
| 08 | Estado pastoso del grano |
| 09 | Maduración fisiológica |

3.5.1 Descripción de las variables evaluadas según etapa fenológica:

3.5.1.1 Variables de crecimiento y desarrollo

Vigor

El vigor vegetativo se determinó en función del macollamiento y la altura de la planta. El periodo de valoración fue en el estado fenológico 02 (ahijamiento)

Cuadro 4. Aplicación de la escala del CIAT, 1983 para el vigor de la planta.

| Clasificación | Categorías |
|---------------|--------------------------------------|
| 1 | Muy vigorosa |
| 3 | Vigorosa |
| 5 | Plantas intermedias o normales |
| 7 | Plantas menos vigorosa que la normal |
| 9 | Plantas muy débiles y pequeñas |

Habilidad de macollamiento

Se realizó recuento de tallos por metro lineal en el área de la parcela útil. Luego se procedió a contar el número total de los tallos para así obtener el promedio por cada unidad experimental. El periodo de valoración fue en el estado fenológico 07 (estado lechoso del grano).

Cuadro 5. Aplicación de la escala del CIAT, 1983 para habilidad de macollamiento de la planta.

| Clasificación | Categoría |
|---------------|-------------------------------|
| 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 |

Altura de la planta

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

Cuadro 6. Aplicación de la escala del CIAT, 1983 para altura de planta.

| Clasificación | Categorías |
|---------------|--|
| 1 | Menos de 100 cm (plantas semienana) |
| 5 | Entre 101-130 cm (plantas intermedias) |
| 9 | Más de 130 cm (plantas altas) |

Acame de la planta

Se realizó mediante una estimación visual del porcentaje de plantas acamadas, para ver la habilidad que tenían los tallos de permanecer erectos en el campo. El periodo de valoración fue en el estado fenológico 09 (grano maduro).

Cuadro 7. Aplicación de la escala del CIAT, 1983 para acame de planta.

| Clasificación | Categorías |
|---------------|---|
| 1 | Tallos fuertes (0 % de plantas volcadas) |
| 3 | Tallos moderadamente fuertes (1 a 15 % volcadas) |
| 5 | Tallos moderadamente débiles o intermedios. (entre el 16 a 50 % de plantas volcadas) |
| 7 | Tallos débiles. La mayoría de las plantas casi caídas (51-a 85 % de plantas volcadas) |
| 9 | Tallos muy débiles (más de 85 % de plantas volcadas) |

3.5.1.2 Variables de etapa reproductiva

Iniciación de primordio floral

Se registró el número de días, desde la emergencia hasta cuando el 50 % de las plantas estaban iniciando panzoneo (inicio de primordio). El periodo de valoración fue en el estado de crecimiento 04 (cambio de primordio).

Floración

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

Maduración

Se registró el número de días desde la emergencia hasta cuando las plantas llegaron a su madurez fisiológica. El periodo de valoración fue en el estado de crecimiento 09 (maduración fisiológica).

3.5.1.3 Variables de rendimiento

Longitud de panícula

Para determinar esta variable se tomaron al azar diez panículas en el área de la parcela útil por cada tratamiento, la medición se realizó desde el nudo ciliar hasta el último grano, expresado en centímetros. Periodo de valoración fue en el estado fenológico 09 (maduración fisiológica).

Número de granos por panícula

Se tomaron del área de la parcela útil, 10 panículas al azar por cada tratamiento, posteriormente se procedió a contar el número total de granos por panículas, para poder obtener dichos promedios. Periodo de valoración fue en el estado fenológico 09 (maduración fisiológica).

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 Cuadro 8. Periodo de valoración fue en el estado fenológico 09 (maduración fisiológica).

Cuadro 8. Aplicación de la escala del CIAT, 1983 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 de 10 %) |

Peso de mil granos

Para obtener el peso de 1000 granos fue necesario tomar por cada tratamiento cuatro repeticiones de 1000 granos cada una. Posteriormente se determinó el peso en gramos de cada repetición haciendo uso de una balanza electrónica. No se realizó ajuste del peso de 1000 granos ya que el contenido de humedad de los granos a la cosecha era de 14 %. Periodo de valoración fue en el estado fenológico 09 (maduración fisiológica).

Rendimiento de grano

Se cosechó el grano en el área de la parcela útil de cada tratamiento para determinar el rendimiento potencial en granza (arroz en cáscara o paddy). El rendimiento de cada tratamiento fue expresado en kg ha^{-1} . Periodo de valoración fue en el estado fenológico 09 (maduración fisiológica).

3.5.2 Calidad Industrial

Se pesaron 300 g de arroz paddy seco, homogenizado y limpio con un porcentaje de humedad de 14 %, para obtener a través de un proceso de molinera de porcentaje de calidad industrial del grano.

3.5.3 Evaluación de daños por *Pyricularia oryzae*.

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 el cuadro 9.

Cuadro 9. Aplicación de la escala del CIAT, 1983, para evaluar daños en la planta ocasionada por *Pyricularia oryzae*.

| 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 |

3.6 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 técnica de separación de medias por rangos múltiples de Duncan ($\alpha \leq 0.05$). Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico INFOSTAST (2009).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de las variables de crecimiento y desarrollo en los genotipos evaluados bajo el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007.

4.1.1 Variables vigor y macollamiento.

Después de realizar el análisis de los datos de la variable vigor a los tratamientos evaluados, los resultados obtenidos según la escala que el CIAT (1983) utiliza para clasificar los materiales genéticos, el 20 % de los genotipos se ubica en escala 1, el 60 % en la escala 3 y 20 % restante en la escala 5. El genotipo que se comportó muy vigoroso fue IW-735, ubicándose después Puita, CFX-18, y ALTAMIRA-120 determinadas como materiales vigorosos y en menor escala IW-888 en la escala 5.

Según estos resultados los materiales no presentan problema de crecimiento para cubrir los espacios entre plantas como lo afirma CIAT, 1983 al definir esta característica como importante en plantas de arroz, este resultado señala que los genotipos presentan aceptable comportamiento en condiciones del sistema clearfield, esto porque Jennings (1985) menciona que el vigor se ve influenciado por presentar problemas en la germinación, desarrollo radicular, crecimiento rápido de la plántula y habilidad de macollamiento. Lo que según los resultados todos los materiales están en las escalas normales y aceptables.

La variable de macollamiento se midió contabilizando la cantidad de hijos por planta, los resultados que se observa en la figura 1 muestra que los genotipos evaluados (IW-735, PUITA, IW-888, CFX-18, ALTAMIRA-120), todos se ubicaron en la escala 9 CIAT(1983), considerados como materiales escasos en su habilidad de macollamiento.

En la relación que se menciona entre esta variable y la anterior se puede observar que no está influenciando las diferencias entre los tratamientos, por lo que se hace necesario valorar la incidencia del sistema clearfield sobre los otros factores.

Para Topolansky (1975) y Somarriba (1998), esta característica (macollamiento) determina la capacidad de producir hijos y llevar a una mejor producción de panículas y mejor rendimiento.

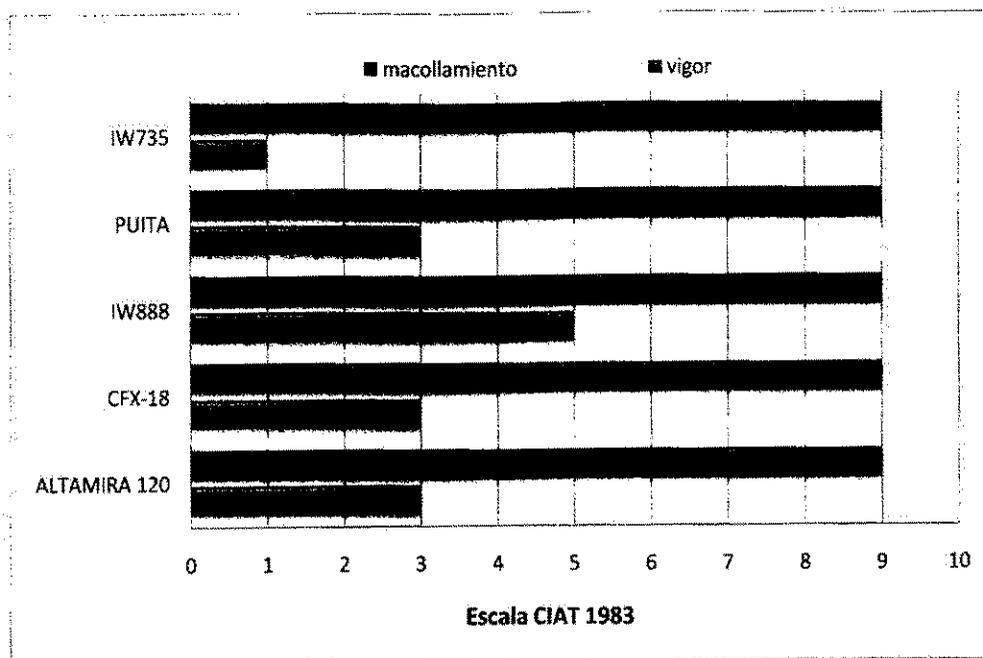


Figura 1. Ubicación de las variables vigor y macollamiento de los genotipos evaluados en el sistema clearfield en la finca Altamira. San Lorenzo, Boaco, 2007.

4.1.2 Variables altura y acame de las plantas.

Los resultados obtenidos en el experimento en la variable altura de planta se identificaron dos genotipos como los más altos, escala 5 (ALTAMIRA-120 y IW-735), los otros en la escala 1 (IW-888, PUITA CFX-18) menor a 100 cm, según CIAT, 1983, los primeros son de altura intermedia y los últimos semi-enanos. En la figura 2 se pueden observar las diferencias entre genotipos que fue de $Pr \leq 0.0001$ con un C.V de 2.76.

La importancia de esta variable la presenta León & Arregocés (1985), quienes argumentan que las variedades enanas y semienanas, presentan incremento en el rendimiento en tanto que las variedades altas, presentan rendimientos bajos, a pesar de su aumento de altura. Jirón (2007) menciona que la altura de la planta es una característica controlada principalmente por factores genéticos, sin embargo su crecimiento puede verse afectados por factores ambientales y de manejo en el caso de la producción de cultivos.

En la variable acame los resultados registrados fueron según la escala del CIAT (1983), los genotipos IW-735, IW-888, CFX-18 Y ALTAMIRA-120 se ubican en la escala 1 (resistente a acame), el genotipo PUITA fue la única que se ubicó en la escala 3 (moderadamente fuerte). Jennings *et al.*, 1981, afirma que los tallos cortos, fuertes y flexibles más que ningún otro carácter condiciona la resistencia de la planta al acame; aunque la resistencia al acame está relacionada principalmente con la poca altura, también depende de otros caracteres incluyendo el diámetro del tallo, el espesor de las paredes del tallo y el grado hasta el cual la vaina de las hojas se adhiere a los entrenudos, también está determinada como la resistencia o debilidad que posee la planta al acame. Blandón & Díaz (1997), variedades que son susceptibles o no resistentes al acame dan como resultado bajos rendimientos, aumentando los costos de mano de obra y limita el empleo de cosechadoras mecánicas, contribuyendo a que disminuya la calidad del grano.

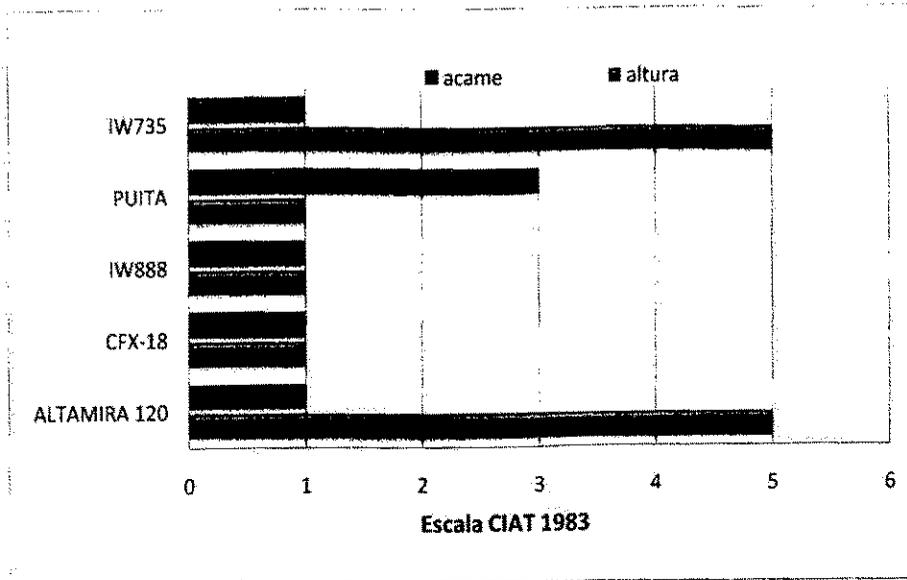


Figura 2. Ubicación de las variables altura y acame de los genotipos evaluados en el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007.

4.2 Resultados de variables inicio primordio floral, días a floración y Maduración de granos de los genotipos evaluados bajo el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007.

La figura 3 muestra los resultados del análisis de varianza realizado a los tratamientos evaluados encontrando diferencia significativa con una $Pr \leq 0.0001$, las variables correspondientes a las etapas de reproducción de las plantas de arroz, a cada variable se le aplicó la técnica de separación de media usando Duncan encontrando que:

En la variable inicio de primordio floral el genotipo ALTAMIRA-120 se presentó el periodo más largo de inicio de primordio floral con 60 días después de emergido (dde) con categoría "a", seguido de IW- 735 con 75 dde ubicándose en la categoría "b", le sigue la línea IW- 888 con 56 dde estando en categoría "bc" junto al genotipo PUITA con 54 dde y el genotipo CFX 18 con 38 dde en categoría "d"; el error estándar de 2.16 días.

4.3 Resultados de las variables del componente rendimientos de los genotipos evaluados bajo el sistema clearfield en la finca "Altamira", San Lorenzo, Boaco, 2007.

Para evaluar el rendimiento se realizó ANADEVa a las variables longitud de panícula, número de granos por panícula, fertilidad de espiga, peso de mil granos y rendimiento por hectárea encontrando diferencia significativa entre los tratamientos ($Pr \leq 0.05$). En el cuadro 10, se presentan las diferentes categorías según la técnica de separación de media por DUNCAN.

La variable de longitud de panícula se midió en cm tomando el nudo ciliar hasta el último grano obteniendo los siguientes categorías estadísticas: IW- 735 midió 26.5 cm de longitud ubicándose categoría "a", seguido de IW-888 con 24.5 cm con la categoría "b", la siguiente categoría "bc" la ocupó ALTAMIRA- 120 con 22.75 cm, PUITA presentó 21.13 cm con categoría "cd" y en el última categoría "d" CFX- 18 con 19.89 cm ($Pr = 0.0001$ y un error de 1.30 cm).

Las variables números de granos por panículas se determinó de manera cuantitativa contabilizando solo los granos llenos de cada panícula los categorías estadísticas fueron las siguientes: IW-888 presentó promedios de 118.75 granos llenos categoría "a", un categoría "ab" conformado por IW-735 con 106.00, ALTAMIRA- 120 con 107.75 y el categoría "b" lo ocupó CFX- 18 con promedio de 93.25 y un categoría "c" conformado por PUITA con 71.75, con $Pr = 0.002$ y un error de 154.0.

La variable fertilidad de la espiga los categorías estadísticas encontrados fueron: categoría "a" ALTAMIRA-120 con 89.50 %; categoría combinado "ab" IW- 735 con 87.50 % y IW- 888 con 86.75 %, categoría "bc" PUITA con 80.0 % y "c" CFX-18 con 76.50 % ($Pr = 0.0013$ y un error de 0.24).

El peso de mil granos es el componente importante en el rendimiento de grano. Pérez *et al*, 1985 menciona que los límites aceptables del peso de 1000 granos de arroz están entre 20 y 25 g. Las categorías estadísticas presentadas en el cuadro 9 son: ALTAMIRA-120 con 30.63 g categoría "a", continuando IW- 735 con 28.55 g "ab", IW- 888 con 27 g categoría "b" y una categoría "c" por PUITA con 23.23 g y CFX-18 con 23.28 g ($Pr = 0.001$ y un error de 4.25 g).

Existen cuatro componentes o factores que contribuyen significativamente al rendimiento de arroz en grano: El número de panícula por unidad de área, el número de espiguillas o granos por panícula, el porcentaje de grano lleno y el peso de los granos (CIAT, 1986). Los rendimientos obtenidos de los genotipos evaluados en el sistema clearfield fueron los siguientes: IW- 888 con 12 600 kg ha⁻¹ categoría estadística "a", IW-735 con 10 787.5 kg ha⁻¹, ALTAMIRA -120 con 10,000 kg ha⁻¹ y PUITA con 9 580 kg ha⁻¹ en la misma categoría "b" y de última categoría "c" CFX- 18 con 7 925 kg ha⁻¹ ($Pr = 0.0012$ y un error de 913. 257 kg ha⁻¹).

Cuadro 10. Resultados de la separación de media según DUNCA, para las variables largo de la panícula (LP), número de grano por panícula (NGP), fertilidad de espiga (FP), peso de mil granos (PMG) y rendimiento de campo (REND) obtenidos en los genotipos evaluados en el sistema clearfield en la finca "Altamira", San Lorenzo, Boaco, 2007.

| Genotipo | LP (cm) | NGP | FP (%) | PMG (g) | REND (kg ha ⁻¹) |
|----------------|------------|-----------|-----------|------------|--------------------------------|
| IW-888 | 24.5 b | 118.75 a | 86.75 ab | 27.00 b | 12 600.0 a |
| IW-735 | 26.5 a | 106.00 ab | 87.50 ab | 28.55 ab | 10 787.5 b |
| ALT-120 | 22.75 bc | 107.75 ab | 89.50 a | 30.63 a | 10 000.0 b |
| PUITA | 21.13 cd | 71.75 c | 80.00 bc | 23.23 c | 9 580.0 b |
| CFX-18 | 19.89 d | 93.25 b | 76.50 c | 23.80 c | 7 925.0 c |
| $Pr \leq 0.05$ | 0.0001 | 0.002 | 0.013 | 0.001 | 0.0012 |
| Error | 1.30 | 154.00 | 24.13 | 4.255 | 913. 257 |
| R ² | 0.998 | 0.985 | 0.997 | 0.994 | 0.817 |

4.4 Resultados de la calidad industrial de los genotipos evaluados bajo el sistema clearfield en la finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007.

Las propiedades físicas del grano como longitud, anchura, transparencia grado de elaboración, color y envejecimiento del arroz elaborado, son indicadores de la calidad del grano. Después del rendimiento, la calidad del grano es el factor más importante considerado por los fitomejoradores. El tamaño y forma del grano, recuperación del arroz entero durante la molienda son los principales elementos de la calidad industrial (De Datta, 1986).

La variable calidad industrial se determinó como último parámetro de comparación entre los genotipos, en el cuadro 11 se presentan los resultados obtenidos en porcentaje de peso neto IW-888 obtuvo el valor más alto con 91.36 %, seguido por ALTAMIRA- 120 y PUITA con 91.00 % ambos genotipos y los más bajos fueron CFX-18 y IW-735 con 90.90 %. En porcentaje de arroz integral, CFX- 18 con 82,20 % fue el valor más alto, seguido ALTAMIRA-120 con 81.00 %, ubicándose en orden descendente: IW-888 con 78.70 %, PUITA con 78.25 % y IW- 735 con 77.20 %. En porcentaje de arroz oro CFX- 18 con 71,70 %; ALTAMIRA- 120 con 70.50 %; IW-888 con 68.60 %; IW-735 con 66.30 % y PUITA con 65.75 %.

En el porcentaje de peso de arroz entero PUITA con 67.29 %; CFX-18 con 61.66 %; IW- 888 con 56.25 %; IW-735 con 51,71 % y último ALTAMIRA-120 con 49.70 %. Para el índice de pilado las relación de entero- quebrado (E/Q) los valores encontrados fueron ALTAMIRA-120 con 70/30; CFX-18 con 86/14; IW- 888 con 82/18; PUITA 84/16 y el más bajo fue IW- 735 con 78/22.

Según Jennings (1985), las nuevas variedades deben tener características de grano preferidas ya que es más fácil cambiar las características de calidad que alterar las preferencias humanas. Si los consumidores no aceptan el sabor,

textura, aroma o aspecto de una variedad recién desarrollada su utilidad disminuye considerablemente.

Cuadro 11. Análisis de calidad industrial de los genotipos evaluado en el sistema clearfield en la Finca Altamira, San Lorenzo, Boaco, 2007.

| Genotipos | Rendimiento de pilada | | | | Índice de pilada |
|--------------|-----------------------|---------|---------|-----------|------------------|
| | P.N (%) | A.I (%) | A.O (%) | P.A.E (%) | Relación E/Q |
| ALTAMIRA-120 | 91.00 | 81.00 | 70.50 | 49.70 | 70/30 |
| CFX-18 | 90.90 | 82.20 | 71.70 | 61.66 | 86/14 |
| IW-888 | 91.36 | 78.70 | 68.60 | 56.25 | 82/18 |
| PUITA | 91.00 | 78.25 | 65.75 | 67.29 | 84/16 |
| IW-735 | 90.9 | 77.20 | 66.30 | 51.31 | 78/22 |

4.5 Reacción a *Pyricularia oryzae*.

Según las observaciones de campo, todos los materiales genéticos evaluados en el sistema clearfield no presentaron lesiones visibles de *Pyricularia oryzae* 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.

V CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos bajo las condiciones del sistema Clearfield, se pueden mencionar las siguientes conclusiones:

- Los genotipos de mayor altura son IW-735 y ALTAMIRA-120
- El genotipo PUITA presentó la escala de mayor nivel de acame
- No hubo diferencia entre genotipos para la variable macollamiento
- El periodo de maduración más corto fue CFX-18 y el más largo Altamira 120
- El genotipo con mayor índice de rendimiento agrícola e industrial fue IW-868 con 12 360.00 kg ha⁻¹ en campo ($Pr \leq 0.05 = 0.0012$)
- La incidencia de enfermedades de *Rhizoctonia* y *Pyricularia* en los genotipos fue baja, considerándose resistente en la escala de incidencia

VI RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de económico del sistema clearfield vrs el sistema convencional
- Conocer el comportamiento de los genotipos IW-735 y ALTAMIRA-120 en otras épocas de siembras

VII LITERATURA CITADA

- Blandón, M.; M. Díaz. 1997. Evaluación de nueve líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) en comparación con tres testigos comerciales en el agro ecosistema de seco en Chinandega, Nicaragua.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 1983. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Programa de pruebas internacionales de Arroz. Manual Arroceros. Cali, Colombia. 230 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 1985. Informe de arroz. Cali, Colombia. 40-41 p
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 1986. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Ecosistema con relación al mejoramiento del Arroz. Cali, Colombia 37 p.
- Cuadra, S., 2006. Evaluación de 12 líneas promisorias de arroz en época lluviosa en el valle de Sébaco, Matagalpa, NI. Informe técnico. 22 p.
- De Datta, S. 1986. Producción de Arroz: Fundamentos prácticos. Ed Limusa. D.F. México. 960 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2000. Producción de arroz en América Central. Roma, Italia. 384 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2004. El arroz es vida. Año Internacional del Arroz, Roma, Italia
- FEDEARROZ, 2001. Densidad de plantas: Factor clave para mejorar rendimientos. Santa Fe, Bogota, Colombia. (50) 430. 29 p.
- Hernández, D. 1992. Determinación de las asociaciones de malezas en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L), en Nicaragua y su relación con algunos factores de Manejo del cultivo. Tesis. M. Sc. Turrialba. C.R. 98 p.

- Jennings, P. R. 1985. Mejoramiento del arroz: investigación y producción. Editorial CIAT. Cali, Palmira, Colombia. 231 p
- Jennings, P., W. Coofman y H. Kauffman. 1981. Mejoramiento genético de las características agronómicas y morfológicas del arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Palmira, Colombia. 231 p
- Jirón, F. 2007. Evaluación de dosis del herbicida Pyribenxozim (Pyanchor 5 EC) aplicados en post emergencia temprana, para el control de arvenses en época seca en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) Timal, Tipitapa, 2006. Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI.
- León, L.; O. Arregoces. 1985. Factores que afectan la respuesta a la fertilización nitrogenada de arroz. Investigación y Producción. Centro Internacional tropical (CIAT). Cali, Colombia. 250 p.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y forestal), 2006. Agricultura y Desarrollo: Pro rural en ciclo agrícola 2005/2006. Dirección General de Políticas Agropecuarias y Forestales. NI. (67) 16 p.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal), 1998. Agricultura y desarrollo: El cierre del ciclo agrícola 97/98. Oficina de Planes del Sector Agropecuario. NI. 20p.
- Pérez, J.; W. Acevedo; A. Quintanilla. 1985. Relación entre el rendimiento y caracteres morfológicos en arroz en Nicaragua. Ciencia y Técnica en la agricultura. La Habana, Cuba. 230 p.
- Rivera, J.; Meza, J.2008. Evaluación del comportamiento agronómico de doce materiales genéticos de arroz (*Oryza sativa* L.) en el valle de Sébaco durante la época de postrera del 2006. Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI.
- Salazar, R.; Hernández, R. 2004. Evaluación y prueba avanzada de rendimiento de siete líneas promisorias y ocho variedades comerciales de arroz bajo

condición de secano en Altamira, San Lorenzo, Boaco, Primera 2003. Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional Agraria sede Juigalpa. Chontales, NI.

Somarriba, C. 1998. Texto de Granos Básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Managua, NI. 197 p.

Topolansky, E. 1975. El arroz: su cultivo y producción. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. 304 p.