



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA  
FAREM – MATAGALPA

MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERIA AGRONÓMICA

TEMA:

Prueba regional selectiva de 13 líneas de arroz biofortificadas con hierro y zinc y resistentes al manchado del grano en el Valle de Sébaco, época verano 2010.

AUTORES:

Br. Erick Antonio Dávila García  
Br. Maynor Moisés Sánchez Rostrán

Tutora:

MSc. Virginia López Orozco

Asesor:

Ing. Sergio Antonio Cuadra C.

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>i-ii</b>
<b>Agradecimiento</b>	<b>iii</b>
<b>Opinión de la tutora</b>	<b>iv</b>
<b>Resumen</b>	<b>v</b>
<b>I Introducción</b>	<b>1</b>
<b>II Antecedentes</b>	<b>2-5</b>
<b>III Justificación</b>	<b>6</b>
<b>IV Planteamiento del problema</b>	<b>7-8</b>
<b>V Objetivos</b>	<b>9</b>
5.1 Objetivo general	9
5.2 Objetivos específicos	9
<b>VI Hipótesis</b>	<b>10</b>
<b>VII Marco teórico</b>	<b>11-27</b>
7.1 Investigación en finca	11
7.2 Situación del arroz	11
7.3 Importancia alimenticia del arroz	12
7.4 Morfología	12-13
7.5 Generación de variedades	14
7.5.1 Características de la variedad INTA Dorado	15
7.5.2 Características de la variedad FE de Arroz-50	16
7.5.3 Características de la variedad INTA Chinandega	17-18
7.6 Mejoramiento genético del arroz biofortificado	18-19
7.7 Incidencia de enfermedades	19-20
7.7.1 Manchado del grano	20-21
7.7.2 Piriculariosis	21-24
7.8 Calidad molinera	25
7.9 Longitud y forma del grano	26
7.10 Características agronómicas del cultivo	26-27
<b>VIII Diseño Metodológico</b>	<b>28-40</b>

8.1 Localización del experimento	28
8.2 Zona de vida	28
8.3 Descripción del lugar	28
8.4 Diseño experimental	28
8.5 Descripción de los tratamientos	29
8.6 Manejo agronómico del experimento	29-30
8.7 Toma de datos para la medición de las variables	31
8.8 Procedimiento para medir las variables	32-35
8.8.1 Peso de campo	32
8.8.2 Altura de planta	32
8.8.3 Macollas/ planta	32
8.8.4 Longitud de panícula	33
8.8.5 Granos /panícula	33
8.8.6 Fertilidad panícula	33
8.8.7 Peso de mil granos	33
8.8.8 Días a Primordio, floración y madurez fisiológica.	34
8.8.9 Reacción a la Pyricularia	34
8.8.10 Evaluación de manchado del grano	34-35
8.8.11 Calidad industrial	35
8.9 Análisis estadístico	35
8.10 Análisis económico	36
8.11 Operacionalización de variables	37-40
<b>IX Resultados y discusión</b>	42-72
9.1 Variable características agronómicas	42-67
9.1.1 Peso de campo (Rendimiento)	42-44
9.1.2 Macollamiento.	45-46
9.1.3 Longitud de panícula.	47-49
9.1.4 Granos por panícula.	49-53
9.1.5 Fertilidad de panícula.	53-56
9.1.6 Peso de mil (1000) granos.	56-58
9.1.7 Altura de la planta.	59-61
9.1.8 Días a primordio, floración y madurez fisiológica.	61-63

9.2 Reacción a enfermedades.	63-67
9.2.1 Porcentaje de incidencia de manchado del grano.	63-65
9.2.2 Resistencia a Pyricularia.	65-67
9.3 Pruebas de Correlación.	67-69
9.4 Valor comercial del grano.	69-72
9.4.1 Calidad industrial.	69-71
9.4.2 Análisis económico.	71-72
<b>X Conclusiones.</b>	73
<b>XI Recomendaciones.</b>	74
<b>XII Bibliografía.</b>	75-79
<b>Anexos</b>	
1 Cronograma de actividades	
2 Distribución de los tratamientos en el campo	
3 Plano de campo	
4 Libro de campo	
5 Presupuesto de actividades	
6 Fotos del experimento	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
Tabla 1 Longitud y forma del grano	26
Tabla 2 Descripción de los tratamientos	29
Tabla 3 Estados fenológicos del cultivo de arroz	31
Tabla 4 Aplicación de escala CIAT para altura de la planta	32
Tabla 5 Aplicación de escala CIAT para macollamiento	32
Tabla 6 Aplicación de escala CIAT para fertilidad de espiguilla	33
Tabla 7 Aplicación de escala CIAT para pyricularia	34
Tabla 8 Aplicación de escala CIAT para manchado del grano	35
Tabla 9 Matriz de operacionalización de variables	37-40
Tabla 10 Condiciones climatológica durante el cultivo	42
Tabla 11 Resultado ANDEVA para la subvariable peso de campo	43
Tabla 12 Resultado ANDEVA para la subvariable macolla por planta.....	45
Tabla 13 Resultado ANDEVA para la subvariable longitud de panícula	48
Tabla 14 Resultado ANDEVA para la subvariable granos por panícula	51
Tabla 15 Prueba de Freedman para la subvariable granos/panícula	52
Tabla 16 Resultado ANDEVA para la subvariable fertilidad de panícula	54
Tabla 17 Prueba de Freedman para la subvariable fertilidad de panícula	55
Tabla 18 Resultado ANDEVA para la subvariable peso de mil granos	57
Tabla 19 Prueba de Freedman para la subvariable peso de mil granos	58
Tabla 20 Resultado ANDEVA para la subvariable altura de la planta	60
Tabla 21 Días a primordio, floración y madurez fisiológica.	62
Tabla 22 Resultado ANDEVA para la subvariable manchado del grano	64
Tabla 23 Clasificación de resistencia a Pyricularia según escala CIAT	66
Tabla 24 Porcentaje de infección de pyricularia y escala CIAT	67
Tabla 25 Análisis de correlación a la subvariable rendimiento	69
Tabla 26 Análisis de calidad industrial	70
Tabla 27 Análisis económico	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico</b>	<b>Página</b>
Gráfico 1 Peso de campo (rendimiento)	44
Gráfico 2 Macollas por plantas	46
Gráfico 3 Longitud de panícula	49
Gráfico 4 Granos por panícula	53
Gráfico 5 Fertilidad de panícula	56
Gráfico 6 Peso de mil granos	58
Gráfico 7 Altura de la planta	61
Gráfico 8 Porcentaje de manchado del grano	65

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso por darme la vida, la sabiduría, el conocimiento y por darme la fortaleza en todo tiempo, agradezco mucho a Dios por haberme proveído bendiciones económicamente para culminar mi carrera universitaria ya que por factores económicos muchos no logran terminar esta etapa.

También por estar fiel a mí en mis luchas y dificultades a como dice su santa palabra en **Josué 1:9** mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová, tu Dios estará contigo dondequiera que vayas.

A mis padres **Joaquín Dávila** y **Ana García Soza** por su apoyo incondicional en todo tiempo, por su ayuda moral alentándome a seguir adelante en cada etapa de mis estudios desde preescolar hasta la universidad por buscar lo mejor para mí a través de sus consejos y por su interés para que yo me formara profesionalmente y lograr cumplir uno de mis sueños, como era convertirme en ingeniero agrónomo.

**Br. Erick Antonio Dávila García**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado vida, sabiduría y los buenos deseos para poder terminar hoy la carrera de ingeniería agronómica.

A mi madre profesora **Felicidad Rostrán Soza**, quien desde niño me dio sus consejos y apoyo incondicional para poder salir adelante en mis estudios.

Dedico también este trabajo a mi padre **Francisco Sánchez García**, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera.

Dedico este trabajo a mis abuelos **Cristina Soza** y **Ambrosio Rostrán** quienes son motivos de superación y son un ejemplo para salir adelante en la vida y a mis hermanos **Frank** y **Zorayda** por su apoyo en todo momento de mi vida.

A toda mi familia, primos y tíos, que fueron muy generosos formando así parte importante de mi vida.

**Br. Maynor Moisés Sánchez Rostrán**



## **AGRADECIMIENTO**

Para finalizar este trabajo les agradecemos a todas las personas que brindaron su apoyo de manera incondicional para salir adelante en la investigación y así poder terminar la carrera universitaria.

A la **MSc. Virginia López Orozco** por ser tutora de nuestro trabajo monográfico ya que gracias a su ayuda y conocimientos logramos finalizar con éxito nuestra investigación.

Al **Ingeniero Sergio Cuadra Castillo** investigador del INTA (CDT) por su asesoría y por brindarnos su conocimiento en el trabajo investigativo y estar siempre disponible al momento que necesitábamos su ayuda.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por su colaboración en el tema de investigación ya que de esta manera ayuda al estudio de nuevas investigaciones agrícolas.

Agradecemos a la Cooperativa Augusto César Sandino ubicada en la comunidad Las Mangas, San Isidro, Matagalpa por habernos facilitado las condiciones necesarias para establecer el experimento y realizar esta monografía.

**Br. Erick Antonio Dávila García.**

**Br. Maynor Moisés Sánchez Rostrán.**

## **OPINIÓN DE LA TUTORA.**

Considero que el presente trabajo titulado Prueba regional de 13 líneas de arroz biofortificadas con hierro y zinc y resistentes al manchado del grano en el Valle de Sébaco época verano 2010. Reúne todos los requisitos para ser presentado como trabajo monográfico, según lo establecido en la Normativa de la UNAN Managua.

Los bachilleres Erick Antonio Dávila García y Maynor Moisés Sánchez Rostrán desarrollaron, un extenso análisis las líneas de arroz biofortificadas con hierro y zinc y resistente al manchado del grano.

Felicito a los estudiantes por su trabajo desarrollado, por su dedicación e interés y por su gran esfuerzo en la realización de este trabajo.

**Virginia López Orozco.**

**Tutora.**

## RESUMEN

El arroz (*Oriza sativa L.*) es el cereal más cultivado, produciéndose en 113 países del mundo y su importancia crece cada día más debido a su industrialización y el aumento de la población mundial. En Nicaragua el arroz es uno de los cultivos más importante dentro del sector agropecuario nacional y al mismo tiempo uno de los principales alimentos básicos en la dieta de los nicaragüenses. Sin embargo, en regiones donde el consumo de arroz es de forma masiva se presentan problemas nutricionales relacionados con deficiencias en minerales (Fe y Zn), vitaminas, anemia y ceguera, entre otros. El estudio se realizó en la Comunidad Las Mangas San Isidro, Matagalpa Cooperativa Augusto César Sandino, en colaboración con el INTA (CDT), fue utilizado el Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA) que consistió de 16 tratamientos y 4 repeticiones. El motivo de este experimento se trata de nuevos cultivares de arroz con alto contenido de Hierro y Zinc (Fe y Zn) para mejorar la calidad en la alimentación de la población nicaragüense además, que son cultivares con resistencia al manchado del grano enfermedad causa pérdida en la calidad del grano. Los tratamientos que mejor rendimiento obtuvieron fueron el T7 (CT 18245-11-6-2-3-4-3-M) y T12 (CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M) con un rendimiento de 4700 kg/Ha y 4860 kg/Ha respectivamente. Según el CIAT todas las líneas evaluadas se clasifican en la escala 1 al presentar menos del 1% de lesión visible de *Pyricularia* tanto al nivel de la hoja, cuello y nudo de la planta. Con respecto al análisis económico el tratamiento que mayor ingreso bruto alcanzó fue el T2 (CT 18614-9-4-1-2-2-M) con C\$ 49,175.85 Ha.

## I. INTRODUCCION

El arroz (*Oriza sativa L.*) es el cereal más cultivado, produciéndose en 113 países del mundo y su importancia crece cada día más debido a su industrialización y el aumento de la población mundial. La mayoría de productores de arroz son pobres a pesar de producir cerca de las cuatro quintas partes de arroz mundial, para consumo local (FAO, 2006).

En Nicaragua el arroz es uno de los cultivos más importantes dentro del sector agropecuario nacional y al mismo tiempo uno de los principales alimentos básicos en la dieta de los nicaragüenses. Sin embargo, en regiones donde el consumo de arroz es de forma masiva se presentan problemas nutricionales relacionados con deficiencias en minerales (Fe y Zn), vitaminas, anemia y ceguera, entre otros. Los niños, ancianos y mujeres embarazadas son los más afectados y vulnerables. Las estrategias empleadas para combatir la malnutrición no han dado los resultados esperados. Datos de reciente publicación indican que el fitomejoramiento constituye una herramienta eficiente, confiable y de menor costo para el desarrollo de germoplasmas con mayor valor nutricional (Martínez, *et al.* 2007).

El hierro es un elemento imprescindible para el organismo, principalmente durante las fases de crecimiento, ya que la ausencia de este mineral trae como consecuencia la enfermedad conocida como "ANEMIA", y esta puede traducirse principalmente en deficiencia en el crecimiento, rendimiento físico y mental. De acuerdo al codex alimentarius la ingesta diaria recomendada de hierro es de 23.33 mg. (Martínez, *et al.* 2007).

Es necesario someter a evaluación nuevas variedades de arroz, con el objetivo de contribuir a dar respuesta a la problemática de desnutrición y deficiencia de hierro por esto se realizará la evaluación de variedades de arroz con mayor contenido de hierro que las variedades comerciales. La finalidad de este ensayo, será de identificar algunas variedades promisorias que se adapten a los diferentes sistemas de producción.

## II. ANTECEDENTES

El cultivo del arroz es uno de los rubros explotados a nivel mundial desde hace muchos años debido a su valor nutricional y su demanda en la dieta alimenticia. Es sabido que el arroz se cultiva y se consume en China, desde hace más de 5000 años (Biomanantial, 2005).

Según Rivas (2005), para el año 2005 la producción mundial de arroz fue de 622.5 millones de toneladas. Las perspectivas para la cosecha de arroz 2005, en Asia ha mejorado, pronosticándose ahora una producción total de la región de aproximadamente 562 millones de toneladas, frente al volumen máximo de 547 millones de toneladas alcanzado en el 2004.

El principal país productor de arroz del mundo sigue siendo China Continental, apuntando un incremento del 2% con respecto al 2004 para situarse en 182.8 millones de toneladas, el nivel más alto desde el 2000. El segundo productor del mundo es India las perspectivas han mejorado previéndose ahora que la producción de 130.5 millones de toneladas en la presente campaña, 2.5 millones de toneladas mas que en 2004. Es decir, que el arroz para los países mayores en producción ha tenido una tendencia en incremento de producción en los últimos años. Esto se debe a dos razones, ya sea por el incremento de áreas sembradas o debido a la introducción de genotipo con mejores rendimientos productivos (Rivas, 2005).

Centroamérica produce 0.45% de la producción mundial (2.7 millones de toneladas en el 2004) este nivel ha sido estable desde 1996. Los principales productores de la región son Panamá (31.0%), Nicaragua (29.4%) y Costa Rica (27%). La evolución de esta producción difiere a nivel de países, durante el periodo del 1996-2004 El Salvador y Panamá presentaron fuertes cambios en el comportamiento de su producción, el primero redujo su nivel de producción en 52% y el segundo aumento su producción a 34% (Rivas, 2005).

En Nicaragua durante el ciclo agrícola 2009/2010, se cultivaron aproximadamente 74,046 hectáreas de arroz, con una producción de 217,426 toneladas y un rendimiento promedio de 2.94 t ha<sup>-1</sup> de arroz oro o sea 3.3 t ha<sup>-1</sup> arroz paddy (MAGFOR, 2010).

Los departamentos de Matagalpa y Jinotega, representan un área productiva significativa de la producción arrocería nacional. En estos departamentos la mayor área cultivada de arroz se concentra en los Valles de Sébaco y Pantasma.

Según Narváez y Ortega (2006), estableció dos viveros de observación en la estación experimental del Coco en la zona de Malacatoya con 28 y 74 líneas de arroz provenientes del CIAT, producto de estos viveros se seleccionaron tres líneas con grano largo por tipo de planta con potencial para liberarse comercialmente: INIA Yerbal, Lagrue y Azucena. Se seleccionaron por su alto contenido de hierro y zinc cinco líneas evaluadas.

En Colombia, están trabajando en la obtención de variedades de arroz de alto contenido de hierro y zinc con niveles aceptables de calidad molinera y culinaria, con buena aceptación por parte de los agricultores y consumidores (Vargas M, 2007).

Según Borrero, *et al.* (2007), el fitomejoramiento constituye una herramienta eficiente, confiable y de bajo costo para el desarrollo de germoplasma con mayor valor nutricional. El objetivo fue mostrar los resultados del desarrollo de líneas mejoradas de arroz con alto contenido de micronutrientes utilizando los métodos de mejoramiento convencional, que incluye métodos de selección masal, pedigrí, retrocruzamiento y mejoramiento poblacional. Líneas y variedades introducidas, tales como Fe de arroz 50, Azucena, Jacuu y Jisunu, presentaron mayor contenido de hierro y zinc que las variedades comerciales locales, por lo cual son recomendadas como materiales promisorios para su liberación y/o como progenitores con mayor contenido de hierro y zinc.

Según Bassinello, *et al* (2007) evaluaron y analizaron los niveles de hierro y zinc en diversas muestras de arroz blanco y rojo (integral y pulido), identificando los genotipos que más se destacaron en relación a esos minerales. Las cantidades de hierro en el arroz integral variaron de 12.48 a 25,81 mg/kg, el arroz pulido presentó variación de 5.23 a 12,59 mg/kg de Fe, en el arroz integral, los valores de zinc estuvieron entre 22,38 y 48,83 mg/kg, mientras, que en el pulido variaron de 16.63 a 42,18 mg/kg. Con los resultados obtenidos es posible seleccionar varios accesos con cantidades elevadas de hierro y zinc, además de comprobar significativamente los niveles de esos minerales.

En cuanto a lo descrito por Bassinello, *et al* (2007) los países centroamericanos han venido trabajando con la introducción de variedades mejoradas, con altos rendimientos, resistentes a enfermedades y adaptación a condiciones climáticas por ejemplo en Nicaragua se han estado evaluando nuevas líneas como INTA Dorado e INTA N-1 con resistencia a *Pyricularia* y manchado del grano y con buenos rendimientos. En el departamento de Rivas durante la época de primera se realizaron estudios de evaluación de 10 variedades promisorias de arroz biofortificadas de secano.

El proyecto Patronato de nutrición es parte de una iniciativa continental, en 6 países de Latinoamérica (Nicaragua, República Dominicana, Cuba, Colombia, Bolivia, Brasil) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT conocido como Agrosalud. La iniciativa se fundamenta en un nuevo paradigma que utiliza la agricultura como un instrumento para mejorar la nutrición humana (Reyes, 2007).

Según Reyes (2007), expresan la necesidad de evaluar las nuevas líneas de arroz biofortificado con Fe y Zn en Nicaragua, República Dominicana, Cuba, Colombia, Bolivia y Brasil como un proyecto de investigación para la producción y nutrición que beneficiará a los 6 países Latinoamericanos.

Según Cuadra (2010), explica que la introducción y evaluación de líneas biofortificadas con hierro y zinc son evaluadas por primera vez en Nicaragua como parte de un proyecto del gobierno de turno.

Las líneas de arroz biofortificadas han sido sometidas a un análisis sobre sus características agronómicas, resistencia a enfermedades y rendimiento, de tal manera que se adapten a las condiciones climáticas del país.

El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), en conjunto con pequeños y medianos productores realiza investigaciones en diferentes zonas arroceras del país como en la comunidad Las Mangas, en la cual se han realizado experimentaciones durante épocas de invierno y verano. El objetivo es obtener variedades de mejores rendimientos, adaptabilidad y resistencias a enfermedades.

El Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) de San Isidro, realiza numerosas evaluaciones, validaciones de arroz de riego como la tesis para optar al título de ingeniería agronómica en la UNAN FAREM Matagalpa de Ramírez O. y Palacios V, en la época de invierno 2007 y Huete N. y Pérez E, en la época de verano 2009 y seco en las zonas de Sébaco, Darío, San Isidro y Pantasma con el propósito de obtener variedades promisorias de alto rendimiento. Estos estudios obtuvieron resultados de 8047.8 kg/ha y 9,000 kg/ha. También se realizó otro estudio en la época de invierno 2009 por los estudiantes Herrera J y Castro R. obteniendo rendimientos de 8635.4 Kg/ha.



### III. JUSTIFICACION

El desarrollo de nuevos cultivares de arroz, se justifica por la necesidad del cambio tecnológico con cultivares de alto potencial productivo y calidad industrial, para contribuir a disminuir las importaciones de este alimento básico. Por lo tanto es de imperiosa necesidad someter a evaluación nuevas líneas de arroz con alto potencial productivo y con resistencia al complejo del manchado del grano.

Lo que se investiga con nuevos cultivares de arroz es reconocer el potencial que presentan con respecto a su productividad, resistencia a enfermedades y a su vez la eficiencia nutricional, por su alto contenido de hierro y zinc que vendrá a suplir las necesidades de una buena nutrición y a mejorar la dieta de la población así como prevenir enfermedades como la anemia que se forma por la deficiencia de hierro.

Se considera que la evaluación de líneas avanzadas de arroz biofortificado con alto contenido de hierro y zinc traen un beneficio para productores arroceros del país ya que forman parte de la investigación y son los encargados de adoptar estos nuevos genotipos y que a su vez la producción sea comercializada como una fuente de gran valor nutricional para la población mundial.

Además se beneficiará a grandes, medianos y pequeños productores de arroz por que adoptaran nuevas variedades con alto nivel nutritivo por su alto contenido en hierro y zinc cuya producción es utilizada para el autoconsumo familiar en otras palabras para la seguridad alimentaria y en algunos casos venden los excedentes en mercados locales, también se beneficiaran estudiantes porque esta tesis servirá de apoyo para otros estudios.

#### IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El arroz es un rubro muy importante desde el punto de vista estratégico, ya que junto al frijol forma parte de la dieta de los nicaragüenses. En el país el arroz es después del maíz y el frijol, el tercer alimento básico en la dieta humana. El consumo per cápita de arroz en Nicaragua casi se duplicó en los últimos diez años, pasando de 29.5 kg a 45 kg, parte importante de ella con producción nacional, que alcanza las 200 mil toneladas anualmente. Sin embargo, la producción arroceras anual de Nicaragua no alcanza a satisfacer las necesidades nacionales, dado que el país debe importar un contingente de 140 mil toneladas, prácticamente todo comprado en el mercado de Estados Unidos (ANAR, 2004).

Según la Doctora Pachón del Proyecto Agro Salud (2007), en mesoamérica el 28% de las mujeres son anémicas y del 20 al 40% de la niñez padecen del mismo déficit. Sin embargo, en regiones donde la población hace un uso masivo de este alimento, presentan problemas nutricionales relacionados con deficiencias en minerales (Fe y Zn), vitaminas, anemia y ceguera, entre otros. Los niños, ancianos y mujeres embarazadas son los más afectados y vulnerables. Las estrategias empleadas para combatir la malnutrición no han dado los resultados esperados.

El manchado del grano, asociado a un complejo de hongos y bacterias (*Helminthosporium*, *Sarocladium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Rhynchosporium*, *Pseudomonas glumae*, *P. fuscovaginae*, *P. siringae* pv. *oryzico/a*): ocupa un lugar muy significativo en la problemática fitopatológica de este rubro, debido a que la actividad de tales microorganismos reducen la viabilidad y rendimiento de la semilla certificada, particularmente (ANAR, 2004).

#### **4.1 Pregunta principal:**

¿Cómo es el comportamiento agronómico de líneas avanzadas de arroz con alto contenido de hierro, zinc y resistencia al manchado del grano que se adapten a las condiciones ambientales del Centro Norte de Nicaragua Valle de Sébaco 2010?

#### **4.2 Preguntas de sistematización:**

¿Cómo es el potencial en el rendimiento de los cultivares de arroz biofortificados y resistentes al manchado del grano?

¿Cuáles son los cultivares biofortificados y con resistencia al manchado del grano que superan agronómicamente a los cultivares testigos?

¿Cuál es el valor económico de los cultivares de arroz biofortificados y resistentes al manchado del grano?

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General:**

Evaluar el comportamiento agronómico de líneas avanzadas de arroz con alto contenido de hierro, zinc, resistencia al manchado del grano y demostrar con criterios económicos la superioridad de las líneas biofortificadas y que se adapten a las condiciones ambientales del Centro Norte de Nicaragua Valle de Sébaco 2010.

### **5.2 Objetivos Específicos:**

- Identificar cultivares de arroz biofortificados y resistentes al manchado del grano con alto potencial de rendimiento.
- Determinar si los cultivares biofortificados y con resistencia al manchado del grano superan agronómicamente a los cultivares testigos.
- Demostrar con criterios económicos la superioridad de los cultivares biofortificados con hierro, zinc y con resistencia al manchado del grano.

## **VI. HIPÓTESIS**

### **6.1 Hipótesis de investigación**

Los cultivares de arroz biofortificados con hierro, zinc y con resistencia al manchado del grano inducirán rendimiento superiores, mejor comportamiento agronómico, mayor contenido de hierro y zinc y mayor ingreso bruto que los cultivares testigos.

### **6.2 Hipótesis específicas**

#### **Rendimiento**

Ho: Todos los tratamientos presentan semejanzas en el rendimiento.

Ha: Al menos uno de los tratamientos presenta diferencia en el rendimiento.

#### **Características agronómicas**

Ho: Todos los tratamientos presentan semejanzas en el comportamiento agronómico.

Ha: Al menos uno de los tratamientos es diferente a los testigos en el comportamiento agronómico.

#### **Ingreso bruto**

Ho: Los cultivares de arroz biofortificados con hierro y zinc a evaluar tienen el mismo ingreso bruto.

Ha: Al menos uno de los cultivares de arroz biofortificados con hierro y zinc a evaluar obtendrá mayor ingreso bruto.

## **VII. MARCO TEÓRICO**

### **7.1 Investigación en Finca**

El ensayo de variedades en campo, siguiendo reglas apropiadas de diseño estadístico y de elaboración de datos, son el único medio científico universalmente reconocido para la evaluación y la identificación de variedades superiores de las especies cultivadas. Tratar de averiguar en un grupo de variedades cuál o cuáles son las más adecuadas e interesantes para su cultivo en una región de condiciones agroclimáticas determinadas, o bien, comprobar si una variedad concreta es adecuada para ser utilizada por los agricultores de una zona, puede considerarse que son los dos principales objetivos de los ensayos de variedades (Rosello, 1986).

### **7.2 Situación del arroz**

Según FAO (2006) en Latinoamérica el principal país consumidor de arroz per cápita es Costa Rica con 62 kg, seguido por Perú, Ecuador con 50 y 49 kg respectivamente. En Nicaragua el consumo per cápita es de 45 kilogramos. Sin embargo, en regiones con un uso masivo de arroz se presentan problemas nutricionales relacionados con deficiencias en minerales (Fe, Zn), vitaminas, anemia, ceguera, entre otros. Los niños, ancianos, mujeres embarazadas son los más afectados y vulnerables. Las estrategias empleadas para combatir la malnutrición no han dado los resultados esperados.

Sin embargo, la producción arrocerera anual de Nicaragua no alcanza a satisfacer las necesidades nacionales, dado que el país debe importar un contingente de 140 mil toneladas, o sea, dos millones 800 mil quintales, prácticamente todo comprado en el mercado de Estados Unidos (El Nuevo Diario, 2007).

### **7.3 Importancia alimenticia del arroz**

El arroz es un alimento básico en la región tropical, especialmente en áreas con problemas nutricionales (Latinoamérica y el Caribe: el consumo pasó de 10 a 30kg de 1930 a 1990). Suministra más calorías a la dieta que el trigo, el maíz, la yuca o la papa. El arroz es la principal fuente de proteína y calorías de la población más pobre de América Latina, la cual equivale al 40% del total. Existen actualmente, 3.5 billones de personas afectadas por deficiencia Fe en el mundo, incluyendo 94 millones en Latinoamérica y el Caribe (FAO, 2006).

El hierro adicional aportado por el arroz biofortificados contribuiría a un incremento del 26% en la ingesta diaria de hierro en dietas pobres en hierro. Sin embargo, el hierro adicional aportado es insuficiente para satisfacer los requerimientos diarios en personas con dietas deficitarias; existe una brecha del 24%. Los datos preliminares sugieren que hay un efecto pequeño pero significativo en mujeres con bajo nivel de hierro pero no anémicas (Martínez, *et al.* 2007).

### **7.4 Morfología:**

El arroz (*Oryza sativa*, L.) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae. Posee las siguientes características:

**Raíces:** las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Tiene dos tipos de raíces las seminales, que se originan de la radícula son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas substituyen a las raíces seminales (González, 1985).

**Tallo:** Se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, erguido, nudoso, glabro y de 60-120 cm de longitud (González, 1985).

Hojas: las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta, en el borde inferior, una serie de cirros largos y sedosos (González, 1985).

Flores: Son de color verde blanquecino, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración. Cada espiguilla es uniflora y está provista de una gluma con dos valvas pequeñas, algo cóncavas, aquilladas y lisas; la glumilla tiene igualmente dos valvas aquilladas (González, 1985).

Inflorescencia: es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula y consiste en dos lemmas estériles: la raquilla y el flósculo (González, 1985).

Grano: el grano de arroz es el ovario maduro. El grano con cáscara se conoce como arroz "paddy"; el grano descascarado de arroz (cariópside), con el pericarpio pardusco, se conoce como arroz-café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el denominado "arroz rojo" (González, 1985).

Una buena variedad debe presentar el mayor número de características agronómicas deseables para lograr una alta producción y satisfacer las preferencias de los productores, de los industriales y población consumidora.

Según González (1985) las características que indican una buena variedad son:

1. Alto rendimiento de granos
2. Resistencia a las enfermedades más comunes como manchado del grano, causado por *Helminthosporium oryzae*, pudrición de la base de la panícula, causado por *Piricularia oryzae*, entre otros.



## 7.5 Generación de variedades

Según Cuadra (2010), el desarrollo de nuevas tecnologías en el cultivo de arroz ha sido logrado por técnicos y científicos, los cuales han hecho grandes aportes a la producción arroceras. En el caso de Nicaragua, el objetivo primordial radica en la planificación de producir arroz suficiente para el consumo nacional y en caso de excedente realizar exportaciones con el fin de mantener los precios estables en el comercio.

Las principales variedades empleadas por los productores nicaragüenses son: INTA N-1, ANAR 97 e INTA Dorado. Estas tres variedades representan aproximadamente un 80% del total de área sembrada. La variedad INTA N-1, presenta la mejor calidad industrial (80/20), con el inconveniente que esta presenta susceptibilidad a la *Pyricularia* y manchado del grano. Por el contrario INTA Dorado, es resistente a *Pyricularia*, presenta buen rendimiento, pero tiene mala calidad industrial de granza. ANAR 97, es una variedad intermedia, regular rendimiento y calidad industrial (Cuadra, 2010).

Esto quiere decir que en Nicaragua se requiere mejorar las variedades de mayor potencial productivo y resistencia a las enfermedades con el cual se pueda superar los niveles de producción y calidad industrial de las variedades que se están cultivando actualmente en nuestras zonas arroceras (Cuadra, 2010).

### 7.5.1 Característica de la variedad INTA Dorado (testigo)

- Vigor comercial: bueno
- Días a floración: 80-90
- Altura de la planta: 92 cm
- Color de la testa: amarillo
- Longitud de la espiga: 23.6 cm
- Capacidad de macollamiento: buena de 15 a 19 hijos
- Reacción al acame: tallo moderadamente fuerte la mayoría de las plantas sin acame (85 al 99 %)
- Reacción a pyricularia: resistente
- Peso de 1000 granos: 25 gramos
- Número de granos / espiga: 135
- Días a cosecha: 120-125
- Recomendado para: riego y seco favorecido
- Origen: CIAT Programa Centroamericano.  
(INTA, 2003)

#### Adaptabilidad:

INTA Dorado se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 800 m, se adapta a suelos franco arcillosos. Con pH de 5.6, temperaturas de 20 a 31 °C y precipitaciones de 1200 – 1600 mm (INTA, 2003).

#### Zonas recomendadas:

La siembra de INTA Dorado se ha probado con éxito en las principales zonas arroceras de riego del país: Sébaco, Malacatoya, León, Boaco, también en las zonas más favorecidas de arroz de seco: Chinandega, Jalapa, Pantasma, Río San Juan, Cárdenas y Rivas (INTA, 2003).

### **7.5.2 Característica de la variedad FE de Arroz – 50 (testigo).**

Según la Federación Nacional de Arroceros Colombianos (2008).

- Periodo vegetativo: 115 -130 días
- Macollamiento intermedio: en sistema de siembra tradicional
- Macollamiento alto: en sistema de siembra por trasplante
- Tallo: fuertes y flexibles con alta resistencia al vuelco
- Vaneamiento: 12% - 25% con mayor número de granos por panícula
- Rendimiento en molinería: puede promediar 80/20 a 85/15 o más 90/10
- Longitud de la espiga: 24.6 cm
- Altura de la planta: 85 a 95 cm
- Días de macollamiento: 15 días
- Días de primordio floral: 60 días
- Días a floración: 93 días
- Días a cosechar: 125 a 135 días
- Peso de 1000 granos: 29 gm.
- Granos por panícula: 120 – 130 granos por panícula

### **7.5.3 Característica de la variedad INTA Chinandega (testigo).**

El INTA con la valiosa cooperación de la Misión Técnica de China Taiwán y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) hizo posible la generación de la nueva variedad precoz de arroz INTA Chinandega (INTA, 2003).

INTA Chinandega: proviene de la línea CT-12249-3-26-1-1P-1P, de porte semienana, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Esta variedad fue obtenida a través de un cruce doble, cuyos progenitores son CT-11519 x CT-11492, los cuales pertenecen a *Oriza sativa s. indica* (INTA, 2003).

- Vigor inicial: vigoroso
- Días a flor: 75
- Altura de planta: 90 cm
- Color de testa: amarillo
- Longitud de panícula: 24 cm
- Capacidad de macollamiento: bueno
- Resistencia al acame: moderadamente resistente
- Resistencia a Pyricularia: resistente
- Peso de 1000 granos: 27 gm
- Longitud del grano: 8.5 mm
- Fertilidad de panícula: 85%
- Peso de espiga: 3.6 gm
- Granos por panícula: 135
- Días a cosecha: 105 – 110
- Potencial genético: 7419 Kg./ha (115 qq/mz)
- Calidad industrial: 85%
- Recomendado: riego y seco (INTA, 2003).

### **Regiones recomendadas**

León, Chinandega, Granada, Matagalpa, Rivas y Carazo.

## **Recomendaciones**

Distancia entre surcos: 20-30 cm

- Tipo de siembra: chorrillo, voleo

Para la siembra, tanto al voleo como a chorrillo, utilice de 180 a 200 libras de semillas por manzana (INTA, 2003).

## **Fertilización**

Aplicar 2 quintales de completo (12-30-10) por manzana al momento de la siembra. Efectuar una segunda fertilización fraccionada de 1 qq/mz de Urea 46% a los 15,30 y 50 días después de germinado (Cuadra, 2010).

## **7.6 Mejoramiento Genético del Arroz Biofortificado**

Las variedades biofortificadas con hierro y zinc provienen de la colecta efectuada en varios países de Latinoamérica (Nicaragua, República Dominicana, Cuba, Colombia, Bolivia, Brasil) del germoplasma criollo y de las variedades comerciales mejoradas por métodos convencionales las cuales fueron sometidas a los respectivos análisis químicos y fueron seleccionadas aquellas con alto contenido de hierro y zinc en el grano, adquirida de manera natural sin ningún tipo de mejoramiento para esta característica específica (Reyes, 2007).

En una segunda etapa las variedades identificadas con alto contenido de hierro y zinc serán utilizadas como progenitores para continuar incrementando el contenido de estos micronutrientes mediante la utilización de métodos convencionales de mejoramiento genético (Reyes, 2007).

El mejoramiento genético ofrece oportunidades para enfrentar limitantes nutricionales y garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades de Nicaragua. Se han logrado avances importantes en el mejoramiento de cultivares de arroz con alto contenido de hierro y zinc, que deben ser difundidos para beneficio de los productores, cuya participación en este proceso de mejoramiento se busca promover y aprovechar en

mayor grado. Datos de reciente publicación indican que el fitomejoramiento constituye una herramienta eficiente, confiable y de menor costo para el desarrollo de germoplasmas con mayor valor nutricional (Martínez, *et al*, 2007).

Se ha incrementado el contenido de hierro (Fe) y zinc (Zn) en las nuevas selecciones para contribuir a la reducción de la anemia en mujeres en edad fértil y la salud, vigor, inteligencia y capacidad productiva de niños y habitantes del campo de escasos recursos. El contenido de Fe y Zn del arroz pulido común es de 1.8 y 18 ppm. Las líneas mejoradas de arroz biofortificados contienen entre 4 y 6 ppm de Fe y entre 18 y 22 ppm de Zn (Pachón, *et al.* ,2007).

### **7.7 Incidencia de enfermedades**

Según Rodríguez (2006), el cultivo del arroz, es afectado por numerosos enemigos naturales, encontrándose entre estos un extenso grupo de agentes infecciosos que causan distintas enfermedades, las cuales en determinadas condiciones ambientales constituyen uno de los factores limitantes de mayor importancia en la explotación de este cereal.

La actividad desarrollada por los hongos en los órganos invadidos (hojas, tallos, inflorescencias y semillas) origina disminuciones tanto en la calidad como en la cantidad de la cosecha. La magnitud de las pérdidas económicas se encuentra determinada por los niveles de susceptibilidad de las variedades sembradas y por el tipo de manejo agronómico que ellos reciben (Rodríguez, 2006).

Según Rodríguez (2006) esto quiere decir que la mayoría de las enfermedades que atacan al cultivo del arroz son causadas por hongos, esto se debe a la gran necesidad hídrica que exige el cultivo para lograr su desarrollo y funciones fisiológicas, entonces se crean condiciones óptimas para el desarrollo de los agentes infecciosos (hongos), por estas razones estos hongos generan grandes pérdidas en la producción del arroz por lo tanto es necesario crear nuevas variedades que sean resistentes o menos susceptibles a las enfermedades.

Las enfermedades que constituyen el principal objetivo son: piriculariosis o también conocido como añublo del arroz (*Pyricularia grisea*) y el virus de la hoja blanca del arroz provocada por el insecto vector (*Tagosodes orizicolus*), otras enfermedades como rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*), helminthosporium (*Helminthosporium oryzae*), manchado del grano, sarocladium (*Sarocladium oryzae*) y el escaldado de la hoja (*Monograpella albescens*) (FLAR, 2007).

Según lo antes mencionado por FLAR, (2007) se puede observar que los principales agentes causales de enfermedades en el cultivo del arroz son los hongos y en algunas ocasiones virus y bacterias, los cuales ocasionan grandes pérdidas en el rendimiento productivo del arroz.

#### **7.7.1 Manchado del grano**

Según Pincirolí, *et al*, (2003), el manchado del grano de arroz causa pigmentación del grano y reducción de la germinación del mismo. Está asociado a una gama de microorganismos.

Según Pincirolí, *et al*, (2003) esta enfermedad afecta componentes de rendimiento (alto porcentaje de vaneo: disminución del poder germinativo, vigor y tamaño de las plántulas, disminución del número de granos por panojas y del peso de los granos manchados).

La severidad del manchado en el campo depende del cultivar del arroz, del microorganismo causal de factores predisponentes y del momento de la inoculación, que si se produce al emerger la panoja provoca los mayores prejuicios (Pincirolí, *et al*, 2003).

Según las regiones ecológicas del cultivo, entre los factores predisponentes se mencionan: temperaturas bajas, precipitaciones continuas, humedad relativa elevada, en el momento de la floración y durante la maduración del grano, suelos de baja fertilidad, deficiencias de potasio, calcio, magnesio, exceso de nitrógeno, producción de

heridas por ataque de insectos o daños mecánicos. No se conocen cultivares que sean inmunes o altamente resistentes, el comportamiento es variable, algunos son resistentes y los semienanos son mas susceptibles que los cultivares tradicionales de porte alto (Gutiérrez, *et al.* 2001).

Decoloración de las Glumas o Complejo del Manchado del Grano (GID).

Agente causal: Los patógenos más comunes y sus rangos de frecuencia son:

*Helminthosporium oryzae* (17-83%);

*Phyllacticta spp.* (1-16%)

*Rhynchosporium oryzae* (1-8%);

*Alternaria padwicki* (1-3%)

*Curvularia spp.* (1-3%) (ANAR, 2004).

Otros patógenos involucrados son: *Pyricularia*, *Cercospora*, *Dreschlera*, *Sarocladium* y las bacterias *Pseudomonas sp* y *Erwinia sp* (ANAR, 2004).

### **Síntomas:**

Según Pincioli, *et al*, (2003) el principal patógeno del complejo del manchado del grano es el hongo *Helminthosporium oryzae*. Esta enfermedad es más común en los sistemas de secano que en los de riego. Es más severa en suelos ácidos. Los granos se pueden infectar antes o después de la cosecha y esta varía desde manchas pequeñas color café hasta pardeado completo de las glumas. También se puede extender hasta el endospermo y afectar el embrión. Durante la floración ocasiona mayor pérdida en el peso de la semilla.

### **Epidemiología:**

Tiempos húmedos (> 80% de HR) en la floración desarrollan la enfermedad y a medida que la humedad se prolongue mayor será la intensidad de la enfermedad. Siembras en suelos ácidos y condiciones ambientales húmedas favorecen estos hongos. Lo mismo suelos deficientes en potasio son altamente susceptibles a esta enfermedad (Cuadra, 2010).



### **7.7 .2 Piriculariosis, bruzone, quemado, añublo del arroz**

**Agente causal:** *Pyricularia grisea*

**Distribución e importancia económica:** Tiene amplia distribución en el país, pero la existencia de variedades resistentes a la enfermedad y el manejo de las épocas de siembra reducen la intensidad y distribución de la enfermedad. Esta enfermedad se observa en todas las zonas donde se cultiva el arroz; pero se manifiesta con mayor intensidad en el arroz de secano que el de riego (CIAT, 2006).

**Biología:** Se presenta durante el período comprendido entre el mes de julio y noviembre y en ocasiones, si las condiciones de humedad son favorables, hasta principios de enero. El punto crítico de incidencia corresponde a los meses de septiembre a noviembre. Las siembras que se efectúan durante los meses de mayo a agosto tienen la posibilidad de ser las más afectadas (CIAT, 2006).

**Síntomas y daños:** La enfermedad se puede presentar en todas las partes de las plantas: hojas, panículas, nudos, tallos y granos bajo formas de manchas elípticas a romboides. Su tamaño y color varían de acuerdo a las condiciones ambientales y a la susceptibilidad de las variedades. Las manchas típicas ya desarrolladas se presentan de forma elíptica y con uno de sus extremos más pronunciados (CIAT, 2006).

Cuando las condiciones son favorables para el incremento de la severidad de la enfermedad, se pueden producir pérdidas superiores al 70% del rendimiento agrícola y muchos granos cosechados pierden calidad (Cuadra, 2010).

## 7.7.2.1 Metodología para determinar la incidencia de *Pyricularia*

### 7.7.2.1.1 Evaluación en la fase vegetativa

Se parte de tres conceptos básicos:

INCIDENCIA (I): Número de plantas afectadas dentro de una población expresada en %.

$$I = A/B \times 100 \quad \begin{array}{l} A: \text{Número de plantas afectadas} \\ B: \text{Número de plantas observadas (CIAT, 1981)} \end{array}$$

INTENSIDAD (INT): Área de tejido de una planta dañada  
(INT): % de (AFA) Área Foliar Afectada en una planta (CIAT, 1981)

SEVERIDAD (S): La intensidad pero medida en una población, expresada en %.

$$(S) : \frac{\% \text{ AFA de cada planta} \quad (\text{AFA}): \text{Área foliar afectada}}{\text{Número de plantas observadas}} \times 100$$

Para determinar la intensidad se utilizará la escala del CIAT (1981) que permite estimar los porcentajes de área foliar afectada.

**Muestreo:** Se debe muestrear los campos por sus diagonales. Se toman 100 plantas al azar evaluando en cada una de ellas la hoja más dañada cuantificándole el porcentaje de Área Foliar Afectada (AFA). Por la variabilidad y agresividad del hongo los muestreos se efectuarán semanalmente (CIAT, 1981).

### 7.7.2.1.2 Evaluación en panículas

Se basa en la utilización de un marco de 0,25 m<sup>2</sup> del cual se analizan 5 muestras por campo, distribuidos al azar. Para que la evaluación tenga validez el número de panículas evaluadas estará en el rango de 450-500 panículas por campo. El momento de realizar la evaluación será entre los 25-30 días posteriores al inicio de la panícula. Se cuantificará el porcentaje de panículas afectadas por cada una de las enfermedades mencionadas, teniendo en cuenta el total de tallos (Cuadra, 2010).

### 7.7.2.1.3 Evaluación en la fase de madurez fisiológica

INCIDENCIA (I): Número de granos manchados dentro de una población expresada en %.

$$I = A/B \times 100$$

A: Número de granos manchados  
B: Número de granos observados (CIAT, 1981)

El porcentaje de granos manchados se calcula contando el número total de granos y granos manchados en 10 panículas/tratamiento, seleccionadas al azar antes de la cosecha; a su vez, se categorizarán de acuerdo al Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (A<sup>3</sup>): (CIAT,1981).

- 0: ninguna incidencia;
- 1: menos de 1%;
- 2: 1 a 5%;
- 3: 6 a 10%;
- 4: 11 a 20%;
- 5: 21 a 30%;
- 6: 31 a 40%;
- 7: 41 a 60%;
- 8: 61 a 80%;
- 9: 81 a 100% (CIAT, 1981)

## 7.8 Calidad molinera

Las mediciones directas de la calidad molinera debe incluir testigos bien conocidos, sometidas a las pruebas de rendimiento, como testigos para estos fines se utilizará la variedad INTA Chinandega, INTA Dorado y Fe de Arroz 50 (Cuadra,2010).

El procedimiento usado comúnmente consiste en secar muestras de 250 gramos de grano hasta alcanzar menos de 14% de humedad. Las muestras se descaran y se pulen con el equipo de laboratorio. La correlación entre los resultados obtenidos con 250 gramos de arroz pilado en el laboratorio con los obtenidos en grandes molinos comerciales es satisfactoria (Datta, 1986).

Según Datta (1986), después del pulimento, separamos los granos enteros y partidos por medio de una zaranda para efectuar dos evaluaciones importantes. La primera es el porcentaje de arroz entero, con base en los 250 gramos inicial de arroz en cáscara. La otra es el porcentaje de rendimiento total, o la cantidad total de arroz entero y todas las clases de granos partidos. La determinación del rendimiento del arroz entero es más crítica, ya que varía considerablemente más que el rendimiento de arroz total.

Según FLAR (2007) una variedad que no tenga buen rendimiento en molino es automáticamente rechazada por los industriales. Por este motivo la calidad molinera ocupa un importante lugar en la producción arroceras ya que un rendimiento elevado contribuye a un mejor precio a nivel del productor y representa un incremento en las ganancias de los molineros.

Las exigencias en la molinería varían entre los países socios en forma general se buscan rendimientos de granos superiores al 70% y de grano entero mayores del 50%. Las evaluaciones de molinería se realizan a materiales en caracterización (progenitores) y generaciones avanzadas (F5) en las líneas a ser incluidas en los viveros distribuidos a los socios.

## 7.9 Longitud y forma del grano

La evaluación de la calidad del grano involucra característica como la longitud y forma del grano (promedio de 10 granos), las normas para evaluar estas características varían entre países, una clasificación útil para granos de arroz pilado o descascarado es la sugerida por Jennings *et al.* (1981).

**Tabla 1.** Longitud y forma del grano

Designación	Longitud (mm)	Escala	Forma	Longitud/:ancho (mm)	Escala
Extra largo	7.50 +	1	Delgado	3.0 +	1
Largo	6.61 – 7.50	3	Medio	2.1 – 3.0	3
Medio	5.51 – 6.60	5	Ovalado	1.1 – 2.0	5
Corto	- de 5.50	7	Redondo	- de 1.1	9
Extra corto		9			

(CIAT, 1981)

## 7.10 Características agronómicas del cultivo

Al someter nuevas líneas a evaluaciones es importante conocer el comportamiento agronómico de cada uno de los genotipos ya que de ello también depende la selección por parte de los productores.

El macollamiento es la formación de un haz o manojo que puede reunir 15 tallos o más por planta. La habilidad de macollamiento es un carácter cuantitativo que está ligado a caracteres genéticos, pero puede depender al mismo tiempo de las condiciones en que el cultivo se desarrolle ejemplo: densidades de siembra, fertilidad del suelo entre otros (Somarriba, 1998).

El macollamiento es uno de las principales características sometidas a evaluación como una habilidad genética que permite mejorar la capacidad de producción de la planta (CIAT, 1981).

Según CIAT (1981), la senescencia está referida a la madurez de las hojas de la planta de arroz. Esto juega un papel muy importante en una variedad o línea, de ello depende la formación y maduración fisiológica de los granos con tiempo determinado. Además le permite al productor conocer el tiempo a cosechar según la variedad.

Según Lira y Ruiz (2007), afirma que la longitud de la panícula varía entre 10 y 40 cm aunque la mayoría de las variedades comerciales están entre 20 a 24 cm de largo esta puede variar debido a componentes genéticos y por condiciones ambientales.

La fertilidad de la espiguilla es un prerrequisito obvio para obtener altos rendimientos, los porcentajes de una esterilidad normal de las espiguillas son del 10 al 15 % un porcentaje mas alto es preocupante aunque se puede aceptar un 20 % las variedades que responden con buena fertilidad son los que obviamente sobresalen en altos rendimientos por lo tanto entre más fértil sea la panícula se obtienen mejores rendimientos productivos (Jennings, *et al*, 1981).

Según CIAT (1981), señala que la fertilidad de espiguillas se puede maximizar si durante la fase reproductiva, la radiación solar es alta y si las plantas son sanas y vigorosas.

Según López (1991) el peso de 1000 granos es un carácter muy estable en buenas condiciones del cultivo y depende fundamentalmente de la variedad, sin embargo, un incremento en rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano, los granos largos y extra largos son los que obtienen mayor peso.

Según Zavala y Ojeda (1988), los altos rendimientos se dan cuando el 70 y el 80 % de la materia seca necesaria para el llenado del grano se forman por fotosíntesis después del espigamiento el 20 y 30 % restante se forman por traslocación de elementos sintetizados antes del espigamiento.

## **VIII. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **8.1 Localización del Experimento**

El presente estudio experimental se estableció durante la época de verano 2010, en la Cooperativa Augusto César Sandino, ubicada en la comunidad Las Mangas, San Isidro, Matagalpa, en colaboración con el INTA, Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) del Valle de Sébaco.

### **8.2 Zona de Vida**

Según la clasificación bioclimática de Holdrige, la zona de vida en donde se estableció este ensayo es tipo Bosque Seco Tropical (bs-T) (Cuadra, 2010).

### **8.3 Descripción del lugar**

El clima presenta una temperatura promedio anual de 26°C, las precipitaciones fluviales oscilan entre los 730 a 850 mm/año, la altura es de 465 msnm con pendientes menores del 4%, presentan suelos pardos oscuros, Franco arcilloso profundo (60cm) y con un buen drenaje, los suelos pertenecen al orden de los mollisoles y su pH es ligeramente ácido (Cuadra, 2010).

### **8.4 Diseño Experimental**

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (B.C.A.), que consistió de 16 tratamientos (genotipos o líneas) y 4 repeticiones. Cada parcela experimental, Consistió de 4 surcos de 5 metros de largo cada uno. La separación entre surco fue de 0.25 m. La parcela útil consistió en los 2 surcos centrales de la parcela experimental.

## 8.5 Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron 13 genotipos de líneas avanzadas con alto contenido de hierro, zinc y resistencia al manchado del grano. Además se incluyeron las variedades testigos, INTA Dorado, Fe de Arroz-50 e INTA Chinandega por que estas variedades se adaptan a las condiciones de la región y son unas de las variedades más usadas comercialmente por los arroceros por sus rendimientos.

**Tabla 2.** Descripción de los Tratamientos de la prueba regional selectiva de 13 líneas de arroz. Valle de Sébaco, época verano 2010.

Tratamiento	Identificación del Genotipo	Tratamiento	Identificación del Genotipo
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	14	*INTA Dorado
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	15	*FE DE ARROZ-50
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	16	*INTA Chinandega

\*Variedad Testigo (Cuadra, 2010).

## 8.6 Manejo Agronómico del Experimento

La preparación del suelo fue mecanizada, consistió en chapoda, un pase con rotadisco, dos pases de grada, nivelación o banqueo. El surqueo del terreno y la siembra se realizó en seco, a una distancia de 0.25 metros entre surco. La semilla se depositó a chorrillo ralo a razón de 142 kg ha<sup>-1</sup> de semilla.



El control de malezas de hojas anchas, gramíneas y ciperáceas, se realizó manejado desde antes del establecimiento del cultivo hasta los primeros 40 días de establecido. Para ello se aplicaron medidas de control mecánico, manual y químico (Glifosato, Pendimetalin, Cyhalofop-butil, etc.). Además, se realizaron limpiezas manuales para la eliminación de plantas atípicas y facilitar la labor de la cosecha, a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

El control de plagas insectiles se realizó mediante recuentos periódicos, utilizando como base los umbrales de daño económico descritos posteriormente. Para control del chinche de la espiga (*Oebalus insularis*), los umbrales de daño estuvieron en dependencia del estado fenológico del cultivo: pre y floración=2.2 chinches/jamaso, grano lechoso = 0.67 chinches/jamaso, grano ceroso = 4.34 chinches/jamaso. Para gusanos del complejo Spodoptera el umbral será del 30% de afectación en la fase vegetativa del cultivo. No se realizarán aplicaciones preventivas de fungicidas con la finalidad de evaluar la reacción de las líneas al complejo del manchado del grano. (Cuadra, 2010)

La fertilización se realizó de la siguiente forma:

1. Fertilización base: Fórmula 12-30-10, 129 kg ha<sup>-1</sup> al momento de la siembra aplicada al voleo.
2. Complementación de fertilización nitrogenada: Fórmula Urea 46%, 259 kg ha<sup>-1</sup>, fraccionada de la siguiente forma:  
Primer fraccionamiento 20 días después emergencia (dde) y tercer fraccionamiento 60 días después emergencia (dde); 97 kg ha<sup>-1</sup> cada uno.  
Segundo fraccionamiento 40 días después emergencia (dde); 64.7 kg ha<sup>-1</sup>.
3. Complementación de fertilización potásica: Fórmula MOP (0-0-60), 64.7 kg ha<sup>-1</sup>, fraccionada de la siguiente forma:  
Primer fraccionamiento 40 días después emergencia (dde) y segundo fraccionamiento 60 días después emergencia (dde); 32.3 kg ha<sup>-1</sup> cada uno.

### 8.7 Toma de datos para la medición de las variables

La escala de evaluación estándar para arroz del CIAT se utilizó para evaluar cualitativamente la mayoría de las variables. El tamaño de muestra para caracteres cuantitativos de crecimiento y desarrollo, fue de 10 plantas elegidas al azar en el área central de la parcela útil de cada tratamiento. El resultado de la evaluación de cada variable se registro considerando el estado fenológico de la planta (CIAT, 1981).

**Tabla 3.** Estados fenológicos de crecimiento del cultivo de arroz sugerida por el CIAT (1981).

Calificación	Categorías de 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

**Fuente:** CIAT, 1981.

## 8.8 Procedimiento para medir las variables

### 8.8.1 Peso de campo

Se determinó el rendimiento potencial en granza (cáscara o paddy) de cada línea de arroz, expresándolo en kg/ha y considerando un 14% de humedad.

### 8.8.2 Altura de planta

Se tomó la medida en cm desde la base del tallo hasta el último grano de la panícula más alta, en 10 plantas al azar por cada tratamiento.

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

Clasificación	Categorías
1	Menos de 100 cm planta semi enana.
5	101-130 cm Intermedias.
9	Más de 130 cm altas.

Fuente: CIAT, 1981

### 8.8.3 Macollas/ planta

Se tomaron 10 plantas al azar y se contó el número de tallos o macollas por planta y luego se calculó el promedio de macollas por planta en cada una de las parcelas experimentales.

**Tabla 5.** Aplicación de la escala CIAT para Macollamiento.

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

Fuente: CIAT, 1981.

#### 8.8.4 Longitud de panícula

Para determinar este carácter se seleccionaron al azar diez panículas, la medición se realizó desde el nudo ciliar hasta el último grano, el cual se expresa en centímetro, esto se realizó en cada uno de los tratamientos.

#### 8.8.5 Granos /panícula

Se seleccionaron del área de la parcela útil 10 panículas al azar, luego se procedió a contar el número total de granos entre el número de panículas (10) y se calculó el promedio respectivo.

#### 8.8.6 Fertilidad panícula

De 10 panículas tomadas al azar por cada tratamiento, se contaron los granos totales, granos vanos manchados y no manchados, granos enteros manchados y no manchados, luego se realizó el respectivo cálculo para obtener el porcentaje de fertilidad.

**Tabla 6.** Aplicación de la escala CIAT para fertilidad de espiguillas

Clasificación	Categorías
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%)

Fuente: CIAT, 1981.

#### 8.8.7 Peso de mil granos

Se pesaron 1000 granos por cada línea con su respectivo grado de humedad. Posteriormente, se calculó el peso en gramos al 14% de humedad.

### 8.8.8 Días a primordio, floración y madurez fisiológica.

Se registró el número de días, tomando la fecha desde la emergencia hasta cuando el 50% de las plantas estaban iniciando panzoneo (primordio), florecidas o en madurez fisiológica.

### 8.8.9 Reacción a la Pyricularia

Es importante tomarlo en cuenta porque una vez avanzada la enfermedad en una categoría alta tiende a manchar el grano afectando su calidad industrial.

Se evaluó la reacción a Pyricularia en el cuello de la panícula y en los nódulos se realizó mediante la observación de los tratamientos según el porcentaje de panículas o de nudos afectados. Tiempo de evaluación, en el estado de crecimiento 3, 7 y 8 (crecimiento del tallo, estado lechoso y pastoso del grano), según el porcentaje del área total foliar afectada.

**Tabla 7.** Aplicación de escala CIAT para Pyricularia

Clasificación	Categorías
0	<b>Ninguna lesión visible</b>
1	Menos del 1%
3	1-5%
5	6-25%
7	26-50%
9	51-100%

Fuente: CIAT, 1981.

### 8.8.10 Evaluación del manchado del grano

De 10 panículas tomadas al azar por cada tratamiento antes de la cosecha, se contaron los granos totales enteros y los granos afectados (manchados), para calcular el porcentaje de granos enfermos.

**Tabla 8.** Aplicación de escala CIAT para Manchado del Grano

Clasificación	Categorías
0	<b>Ninguna incidencia</b>
1	Menos del 1%
2	1-5%
3	6-10%
4	11-20%
5	21-30%
6	31-40%
7	41-60%
8	61-80%
9	81-100%

Fuente: CIAT, 1981.

#### 8.8.11 Calidad industrial

Se pesó 1 kg de arroz paddy (arroz cáscara) seco y limpio, con un porcentaje de humedad del 14%, para obtener a través de un proceso de molinería los porcentajes de calidad industrial de grano.

### 8.9 Análisis Estadísticos

Se realizó los respectivos análisis para comprobar el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos. Para el caso de normalidad de los datos se realizó la prueba de Shapiro-Wilk y en el caso de homogeneidad se utilizó la prueba de Levene's. Las variables que no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza fueron analizadas utilizando la prueba de Freedman. Sin estas pruebas, cualquier inferencia que se realice sobre los resultados carecería de validez.

Se utilizó el análisis de Varianza (ANDEVA) para probar la hipótesis de igualdad entre medias de tratamientos. Las medias de los tratamientos individuales fueron separadas utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de significancia ( $\alpha=0.05$ )

Se realizó análisis de correlación de Pearson, para determinar el nivel de asociación entre las variables del componente del rendimiento usando el programa estadístico SAS.

#### **8.10 Análisis económico**

El análisis económico se basó en los ingresos totales donde únicamente se consideraron el rendimiento del genotipo y el valor económico de la granza con respecto a la calidad industrial para obtener ingresos brutos en cada uno de los tratamientos.

**Tabla 9. Matriz de operacionalización de variables**

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>Sub variables, Dimensiones, Categorías</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio</b>
Identificar cultivares de arroz biofortificados y resistentes al manchado del grano con alto potencial de rendimiento	Características agronómicas de los cultivares	Peso de campo (evaluación, estado de crecimiento). Porcentaje de humedad del granza	Peso en kg. Área de P.U. por tratamiento: $3 \times 0.25 \times 5 = 3.75 \text{ m}^2$ .  Se determinó al momento de la cosecha de una muestra de 200 g, por medio del probador de humedad.	Peso en Kg. Hoja de campo
		Altura de planta (evaluación, estado de crecimiento).	Medida en cm, en 10 plantas/cultivar/Obs. <b>Escala CIAT</b> <b>Clasificación Categoría</b> 1 = Menos de 100 cm (planta semienana). 3 = 101-130 cm (planta Intermedia). 7 = Más de 130 cm (planta alta).	Cinta métrica Hoja de campo
		Macollas planta (evaluación, estado de crecimiento).	Promedio de 10 plantas/cultivar/obs. <b>Escala CIAT</b> <b>Clasificación Categoría</b> 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	Hoja de Campo y escala CIAT
		Longitud de panícula (evaluación, estado de crecimiento).	Para determinar este carácter se tomaron al azar diez panículas, la medición es desde el nudo ciliar hasta el último grano, se expresó en cm.	Hoja de campo y Cinta métrica



Objetivos Específicos	Variables	Sub variables, Dimensiones, Categorías	Indicadores	Medio
Identificar cultivares de arroz biofortificados y resistentes al manchado del grano con alto potencial de rendimiento	Características agronómicas de los cultivares	Granos panícula (evaluación, en estado de crecimiento).	Se tomaron del área de la parcela útil 10 panículas al azar. Luego se procedió a contar el número total de granos y dividirlo entre el número de panículas (10), y calcular el promedio respectivo.	Hoja de datos
		Fertilidad panícula (evaluación, estado de crecimiento).	De 10 panículas tomadas al azar por cada tratamiento, se contaron los granos (espiguillas) totales y los enteros. Luego, se realizó el respectivo cálculo para obtener el porcentaje de fertilidad.  <b>Escala CIAT</b> <b>Clasificación Categoría</b> 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%)	Hoja de datos y escala CIAT
		Peso de 1000 granos (evaluación, estado de crecimiento).	Se pesaron 1000 granos por cada tratamiento, para obtener el peso de 1000 granos con grado de humedad del 14%. El dato se expresara en gramos.	Pesa en Gramos
		Días a Primordio, floración y madurez (evaluación, estado de crecimiento).	Se registró el número de días, desde la emergencia hasta cuando el 50% de las plantas estén iniciando panzones, florecidas o en maduras fisiológica.	Hoja de datos

Objetivos Específicos	Variables	Sub variables, Dimensiones, Categorías	Indicadores	Medio
<p>Determinar si los cultivares biofortificados y con resistencia al manchado del grano superan agronómicamente a los cultivares testigos.</p>	<p>Reacción a enfermedades.</p>	<p>Evaluación de reacción a piricularia en el cuello de la panícula y en los nódulos (NBI) (evaluación, en el estado de crecimiento 07 y 08)</p>	<p>Se realizara según el porcentaje de panículas o de nudos afectados. <b>Escala CIAT</b></p> <p><b>Clasificación Categoría (Descripción)</b></p> <p>0 = Sin infección</p> <p>1 = Menos del 1% (Pocas ramificaciones secundarias afectadas).</p> <p>3 = 1-5% (Varias ramificaciones secundarias afectadas o ramificación principal afectada).</p> <p>5 = 6-25% (Eje o base de la panícula parcialmente afectada).</p> <p>7 = 26-50% (Eje o base de la panícula totalmente afectada con mas del 30% de grano lleno).</p> <p>9 = 51-100% (Base de la panícula o entrenudo superior afectado totalmente con menos del 30% de grano lleno).</p>	<p>Hoja de datos y escala CIAT</p>
<p>Determinar si los cultivares biofortificados y con resistencia al manchado del grano superan agronómicamente a los cultivares testigos.</p>	<p>Reacción a enfermedades.</p>	<p>Evaluación de reacción a manchado del grano (evaluación, en el estado de crecimiento 09)</p>	<p>Se realizara según el porcentaje de granos afectados. <b>Escala CIAT</b></p> <p><b>Clasificación Categoría (Descripción)</b></p> <p>0 = Ninguna incidencia</p> <p>1 = Menos del 1%</p> <p>2 = 1-5%</p> <p>3 = 6-10%</p> <p>4 = 10-20%</p> <p>5 = 21-30%</p> <p>6 = 31-40%</p> <p>7 = 41-60%</p> <p>8 = 61-80%</p> <p>9 = 81-100%</p>	<p>Hoja de datos</p>

Objetivos Específicos	Variables	Sub variables, Dimensiones, Categorías	Indicadores	Medio
<p>Demostrar con criterio económico la superioridad de los cultivares biofortificados y con resistencia al manchado del grano</p>	<p>Valor comercial del grano</p>	<p>Longitud y forma del grano</p>	<p>Clasificación para granos de arroz pilado o descascarado es la sugerida por Jennings et al 1981.</p>	<p>Vernier y hoja de datos</p>
		<p>Calidad industrial</p>	<p>Se pesaran 250 gramos de arroz paddy seco y limpio, con un porcentaje de humedad del 14%, para obtener a través de un proceso de molinería los porcentajes de la relación entero/quebrado.</p>	<p>Hoja de datos, probador de humedad, pilón</p>
		<p>Rendimientos por hectárea comparados con el análisis de calidad industrial</p>	<p>Precio por toneladas por hectáreas según calidad del grano</p>	<p>Córdobas por hectárea</p>

## **IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Resultados de ANDEVA para la variable características agronómicas de 13 materiales genéticos de arroz biofortificados con hierro y zinc.

En la variable características agronómicas están las subvariables peso de campo, altura de la planta, macollas por planta, longitud de la panícula, granos por panícula, fertilidad de la panícula, peso de mil granos, días a primordio, floración y madurez fisiológica.

Entre los parámetros a tomar en cuenta para la variable rendimiento están las subvariables: Macollas productivas por planta, Longitud de panícula, Granos por panícula, Peso de 1000 granos (PMG), Longitud y Ancho del grano.

En la variable reacción a enfermedades se encuentran las subvariables resistencia al manchado de grano y resistencia a pyricularia.

### **9.1 Variable Características Agronómicas**

Según el análisis de Varianza (ANDEVA) para las subvariables rendimiento, macollamiento, longitud de la panícula, granos por panícula, peso de mil granos, longitud del grano y ancho del grano no se encontró diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos (líneas), excepto en las subvariables fertilidad de la panícula y altura de la planta.

**Tabla 10.** Condiciones climatológicas durante el ciclo del cultivo

Datos Climáticos	Meses					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Nubosidad media (octas)	2	2	2	3	4	4
Insolación total (Hrs./luz)	273	232	288	228	171	156
Temperatura media (°C)	24.1	25.4	26.0	26.7	25.3	24.8
H° Relativa media (%)	67	73	67	72	82	85
Dirección/viento medio	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Veloc./viento media (m/s)	4.3	3.0	3.1	2.4	2.0	1.6
Precipitación total (mm)	1.2	28.4	11.7	115.3	425.8	198.4

Fuente: INETER, 2010

#### 9.1.1 Peso de campo (Rendimiento)

No se encontró diferencia estadística significativa para la subvariable peso de campo y de los tratamientos evaluados el T12 línea CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M se ubica en primer lugar con un rendimiento de 4,860 kg/ha aunque no superó al T15 variedad FE DE ARROZ - 50 (testigo) con un rendimiento de 5,405 kg/ha y el tratamiento de menor rendimiento fue el T9 CT 18247-11-5-2-3-2-2-M con 3,910kg/ha.

**Tabla 11.** Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y rangos de separación por Tukey para la subvariable “Peso De Campo

Trat.	Genotipo	Producción	
		kg/ha	Tukey.
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	4340	A
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	4515	A
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	4265	A
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	4505	A
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	4340	A
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	3940	A
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	4700	A
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	4015	A
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	3910	A
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	4010	A
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	4545	A
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	4860	A
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	4245	A
14	*INTA Dorado	3725	A
15	*FE DE ARROZ-50	5405	A
16	*INTA Chinandega	4815	A
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.0543NS	
Levene's Test para Homogeneidad		0.2143NS	
Pr > F Para Genotipo		0.5904NS	
Pr > F Para Bloque		0.0001*	
Media		4383	
DMS		2354.7	
CV		20.9553	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según TUKEY con  $\alpha=0.05$ .

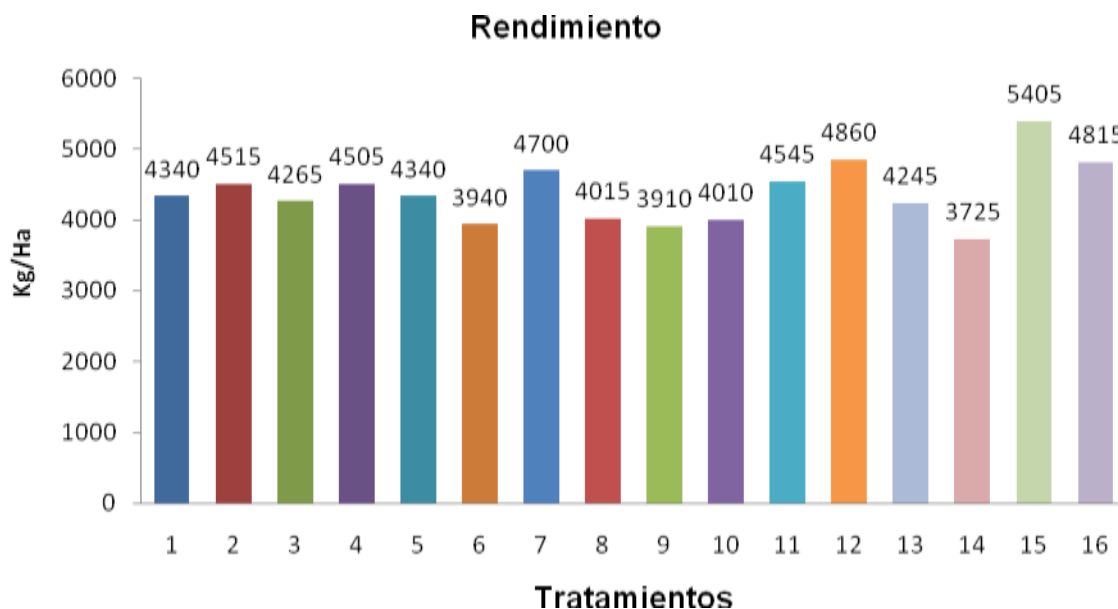
\*\*\* Altamente significativo, \* Significativo, NS No significativo y C.V coeficiente de variación.

Según Pérez y Huete (2009), en un experimento similar establecido en la comunidad Las Mangas del municipio de San Isidro en la misma época de siembra, se obtuvo un rendimiento promedio de 9.007 t ha<sup>-1</sup> con 583.5 hrs/luz.

Según Castro y Herrera (2009), otro estudio realizado en época de invierno con 13 líneas de arroz con 540.9 hrs/luz se obtuvo un rendimiento de 8.6 t ha<sup>-1</sup>.

El rendimiento promedio de las 16 líneas de arroz evaluadas en este experimento fue de 4.3 t ha con 224.7 hrs/luz. El menor rendimiento presentado se debe a la afectación por chinches en el campo, ocasionando vaneo, otro factor fue la reducción de la intensidad de insolación (hrs/luz).

Los datos merecen confianza, ya que los coeficientes de variación obtenidos son considerados aceptables y comparables con los presentados en otros experimentos similares.



**Gráfico 1.** Peso de campo (rendimiento).

### 9.1.2 Macollamiento.

**Tabla 12.** Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable macollas por planta.

Trat.	Genotipo	Macolla/Pta.	
		und.	Tk./CIAT
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	6	A (9)
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	6.1	A (9)
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	5.6	A (9)
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	6.2	A (9)
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	5.6	A (9)
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	6.2	A (9)
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	6.3	A (9)
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	5.4	A (9)
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	5.7	A (9)
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	5.7	A (9)
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	6.1	A (9)
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	6.1	A (9)
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	6	A (9)
14	*INTA Dorado	6.5	A (9)
15	*FE DE ARROZ-50	5.4	A (9)
16	*INTA Chinandega	5.4	A (9)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.1548NS	
Levene's Test para Homogeneidad		0.4427NS	
Pr > F Para Genotipo		0.4749NS	
Pr > F Para Bloque		<.0001*	
Media		5.889	
DMS		1.7377	
CV		11.5704	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según TUKEY con  $\alpha=0.05$ .  
 \*\*\* Altamente significativo, \* Significativo, NS No significativo y C.V coeficiente de Variación.

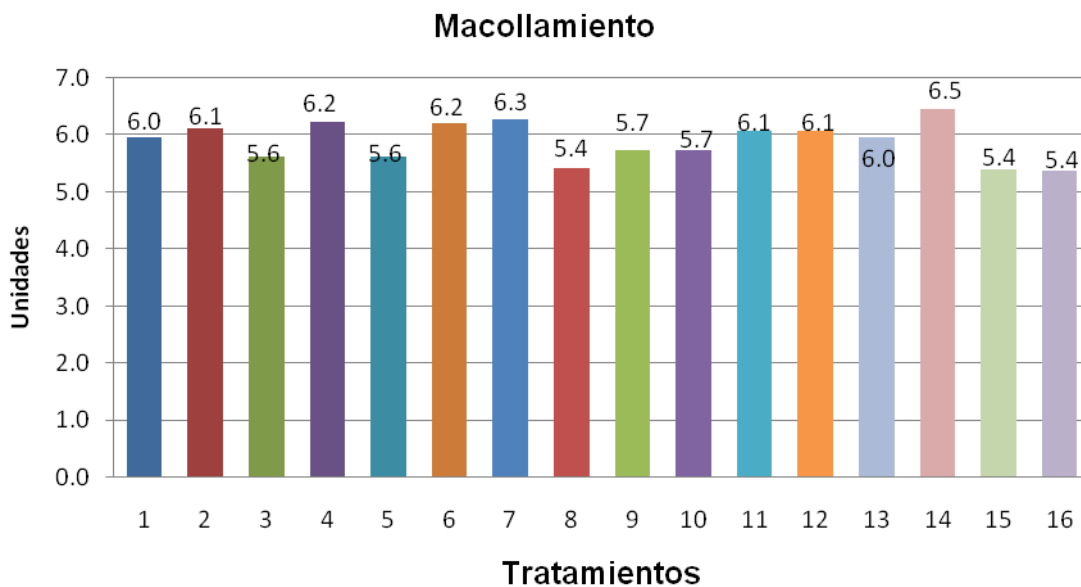


No se encontró diferencia estadística significativa, en los resultados obtenidos por la separación de medias por Tukey se encontró un tratamiento con mayor número de macollas: T7 CT 18245-11-6-2-3-4-3-M con 6.3 macollas/planta y de los testigos el que mayor número de macollas alcanzó fue el T14 variedad INTA Dorado con 6.5 macollas/planta y el tratamiento que menor número de macollas obtuvo fue el T8 CT 18247-11-5-2-3-1-1-M con un total de 5.4 macollas/planta.

En este estudio el promedio de macollas que se logró fue de 5.88, en otros estudios similares se obtuvieron mejores resultados, logrando un promedio de 8.36 (Huete, Pérez, 2009) y 10.61 (Herrera, Castro, 2009).

Según Cardoza y González (2004), la habilidad de macollamiento es un carácter cuantitativo que está ligado a características genéticas depende al mismo tiempo de las condiciones en las cuales el cultivo se desarrolle.

Con respecto al macollamiento es una variable importante a medir en un estudio de arroz ya que de esta variable depende el éxito de una buena producción.



**Gráfico 2.** Macollas por plantas

### 9.1.3 Longitud de panícula.

Muchos investigadores se preocupan por el tamaño de las panículas como objetivo de mejoramiento (Soto, 1991), afirma que la longitud de la panícula varía entre 10 y 40 cm aunque la mayoría de las variedades comerciales están entre 20 a 24 cm de largo.

Con respecto a la longitud de panícula Tukey los agrupa en una misma categoría, porque no existe diferencia estadística significativa donde se destacan los tratamientos 12 CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M y el T14 variedad INTA Dorado (testigo) ambos con 25.6 cm y los de menor longitud fueron el T3 CT 18232-5-8-2-2-3-2-M y el T4 CT 18232-5-9-1-1-4-4-M ambos con 24 cm (Tabla 13).

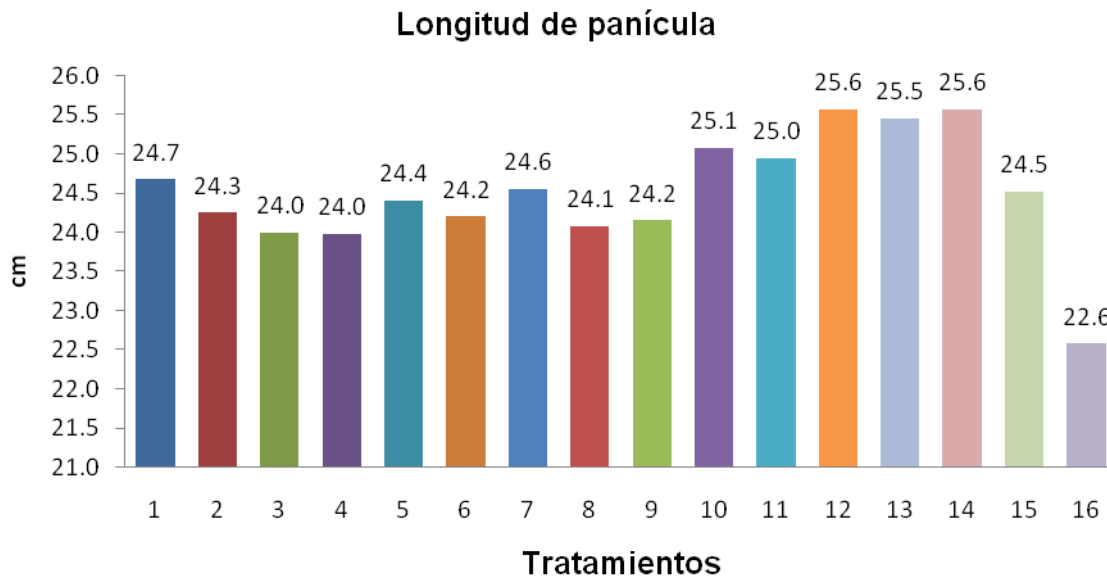
**Tabla 13.** Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable Longitud De Panícula.

Trat.	Genotipo	Long. /Panic.	
		cm	Tukey
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	24.7	A
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	24.3	A
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	24	A
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	24	A
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	24.4	A
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	24.2	A
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	24.6	A
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	24.1	A
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	24.2	A
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	25.1	A
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	25	A
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	25.6	A
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	25.5	A
14	*INTA Dorado	25.6	A
15	*FE DE ARROZ-50	24.5	A
16	*INTA Chinandega	22.6	A
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.2393NS	
Levene's Test para Homogeneidad		0.1003NS	
Pr > F Para Genotipo		0.4042NS	
Pr > F Para Bloque		<.0001*	
Media		24.5	
DMS		3.7167	
CV		5.9177	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según TUKEY con  $\alpha=0.05$ .

\*\*\* Altamente significativo, \* Significativo, NS No significativo y C.V coeficiente de variación.

En estudios realizados en distintas épocas se obtuvo diferentes promedios, en verano 25.75 cm (Huete, Pérez, 2009) y en invierno 24.10 cm (Herrera, Castro, 2009) en este estudio se logró un promedio de 24.5 cm.



**Gráfico 3.** Longitud de panícula

#### 9.1.4 Granos por panícula.

En estudios realizados por Lira y Ruiz (2007), el número de granos por panícula es un componente considerado de importancia para obtener buenos rendimientos y todo está ligado a la fertilidad o esterilidad de la panícula. El número de granos por panícula está en función de su longitud y condiciones ambientales.

Según los resultados de este experimento para esta subvariable no se encontró diferencia estadística significativa y el tratamiento que obtuvo mayor número de granos por panícula fue el T3 CT 18232-5-8-2-2-3-2-M, sin embargo, fue el que obtuvo menor longitud de panícula, por lo tanto la afirmación de Lira y Ruiz no se cumple para este experimento.

La mayoría de las variedades comerciales oscilan entre 100 – 150 granos por panícula. De Datta (1986), expresa que el clima afecta directamente los procesos fisiológicos, que influyen en el crecimiento, desarrollo, formación de granos de arroz y que el área foliar total de una población de arroz es un factor estrechamente relacionado con la producción de grano.

El número de granos por panícula depende de las condiciones nutritivas de la planta en la fase de la formación embrional de la panícula, el cual inicia entre los 50-70 días después de la germinación de la semilla. También depende de las condiciones climáticas, la disminución de la temperatura durante la fase de diferenciación de inflorescencia y en las etapas sucesivas del desarrollo puede producir malformaciones y ser causa de esterilidad floral (Tinarellí, 1989).

**Tabla 14.** Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable granos por Panículas.

Trat.	Genotipo	Gran. /Panic.	
		Und.	Tukey
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	117.5	A
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	120.5	A
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	131.8	A
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	124.5	A
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	102.3	A
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	122.3	A
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	123.3	A
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	116.3	A
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	124	A
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	127.3	A
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	122.3	A
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	126.8	A
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	127.8	A
14	*INTA Dorado	112.8	A
15	*FE DE ARROZ-50	109.8	A
16	*INTA Chinandega	116.3	A
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.2152NS	
Levene's Test para Homogeneidad		0.0453*	
Pr > F Para Genotipo		0.7383NS	
Pr > F Para Bloque		0.0001*	
Media		120.3125	
DMS		45.299	
CV		14.68731	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según TUKEY con  $\alpha=0.05$ .  
 \*\*\* Altamente significativo, \* Significativo, NS No significativo y C.V coeficiente de Variación.

Al realizar los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, se comprobó que los datos son normales según la prueba de Shapiro-Wilk y no son homogéneos según la prueba de Levene's. Por lo tanto se debe hacer un análisis utilizando la prueba de Freedman.

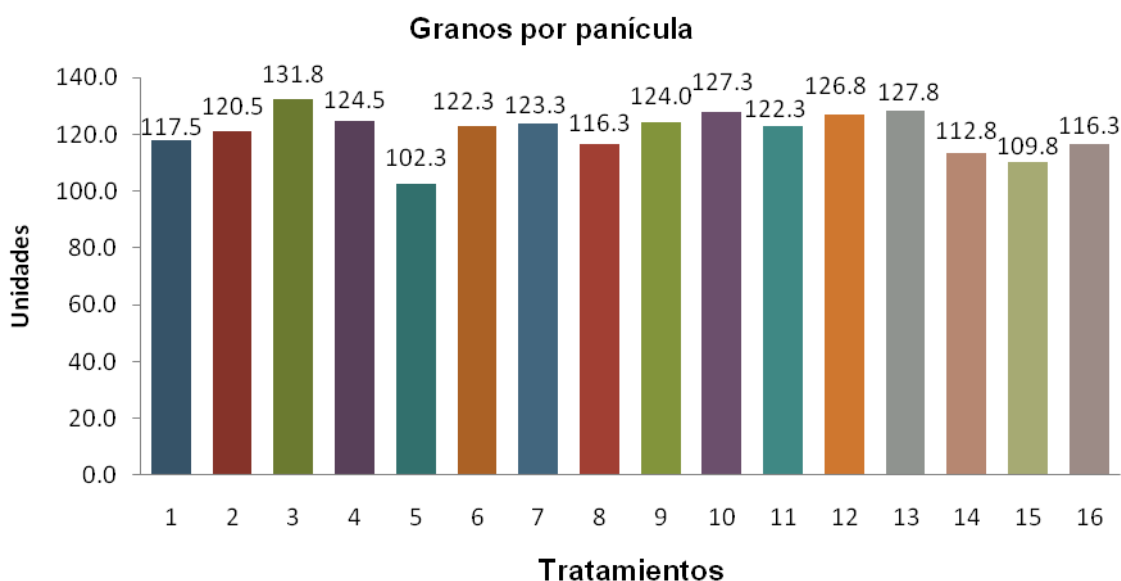
**Tabla 15.** Resultados de la prueba de Freedman para la subvariable granos por panícula

N	16
Chi-cuadrado	43.660
gl	4
Sig. asintót.	.000

Según esta prueba se determina que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, por tal razón se realiza la separación de medias, agrupándose todas las líneas y variedades en una sola categoría.

El número de espiguillas o granos por panícula es el segundo factor de importancia entre los componentes de rendimiento. El número de espiguillas disminuye si las ramas secundarias no se forman, o si se forman y luego se degeneran (CIAT, 1981).

Las líneas que sobresalen con el mayor número de granos por panículas son los tratamientos 3 (CT 18232-5-8-2-2-3-2-M) con 131.8 granos y el tratamiento 13 (CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M) con 127.8 granos superando a las variedades testigos, y en menor proporción el T5 CT 18233-15-3-3-4-1-1-M con 102.3 granos (Tabla 14).



**Gráfico 4.** Granos por panícula

#### 9.1.5 Fertilidad de Panícula.

El tratamiento que presentó mayor porcentaje de fertilidad fue el T2 CT 18614-9-4-1-2-2-M con 78.6 % y el tratamiento de menor fertilidad fue el T4 CT 18232-5-9-1-1-4-4-M con 53.5 % (Tabla 16).

El promedio de fertilidad de panícula de este estudio fue de 68.71%, en estudios anteriores realizados en diferentes épocas obtuvieron un promedio de 79.9% en verano (Huete, Pérez, 2009) y 65.36% en invierno (Herrera, Castro, 2009).



**Tabla 16.** Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable % Fertilidad de la panícula.

Trat.	Genotipo	Fertil./Panic.	
		%	Tk./CIAT
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	76.4	ABC(9)
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	78.6	AB(9)
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	66.9	ABC(9)
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	53.5	C(9)
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	75.8	ABC(9)
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	56.8	BC(9)
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	69.2	ABC(9)
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	64.0	ABC(9)
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	75.0	ABC(9)
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	70.8	ABC(9)
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	63.5	ABC(9)
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	65.4	ABC(9)
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	67.6	ABC(9)
14	*INTA Dorado	71.4	ABC(9)
15	*FE DE ARROZ-50	61.2	ABC(9)
16	*INTA Chinandega	83.4	A(9)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.0364*	
Levene's Test para Homogeneidad		0.1789NS	
Pr > F Para Genotipo		0.002*	
Pr > F Para Bloque		0.0001*	
Media		68.7109	
DMS		23.657	
CV		13.4307	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según TUKEY con  $\alpha=0.05$ .  
 \*\*\* Altamente significativo, \* Significativo, NS No significativo y C.V coeficiente de variación.

Al realizar los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, se comprobó que los datos no son normales según la prueba de Shapiro-Wilk y son homogéneos según la prueba de Levene's. Por lo tanto se debe hacer un análisis utilizando la prueba de Freedman.

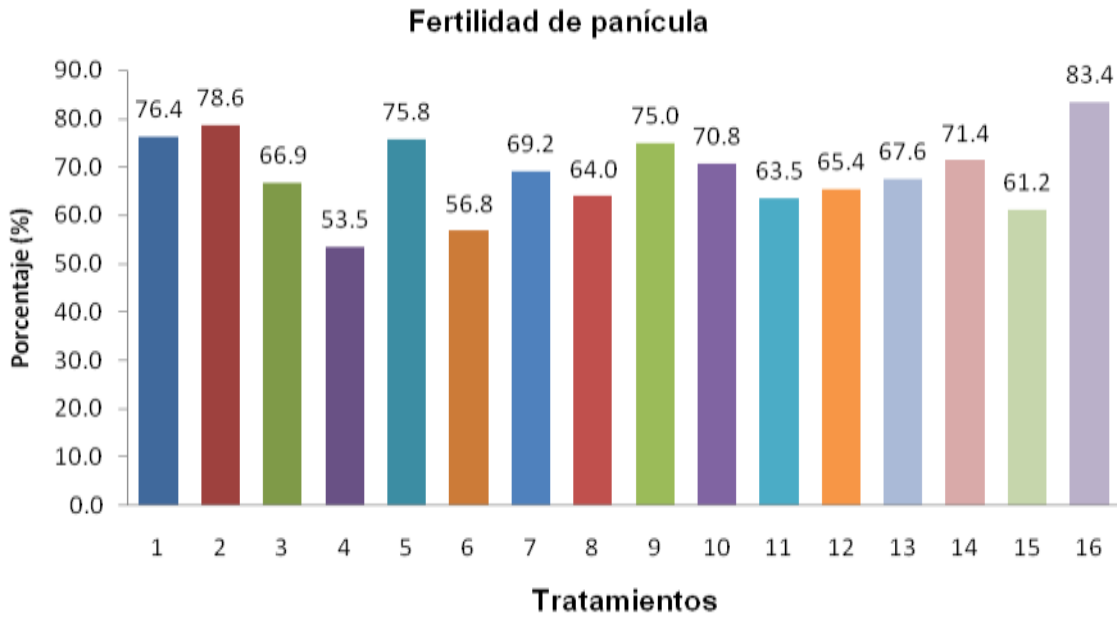
**Tabla 17.** Resultados de la prueba de Freedman para la subvariable % fertilidad de panícula

N	16
Chi-cuadrado	42.550
gl	4
Sig. asintót.	.000

Según esta prueba se determina que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, por tal razón se realiza la separación de medias.

La esterilidad es común en materiales generales de arroz y tiene tres causas principales: temperatura, volcamiento, esterilidad híbrida y/o compatibilidad genética.

Según Tinarelli (1989), las bajas temperaturas durante la maduración influyen sobre el porcentaje de granos completamente maduros. Con temperaturas medias diarias inferiores a 18 °C, el peso de mil granos disminuye y a temperatura constante de 16 °C, el porcentaje de grano completamente maduro es virtualmente cero.



**Gráfico 5.** Fertilidad de panícula

#### 9.1.6 Peso de mil (1000) granos.

De los 16 tratamientos evaluados se destacan con peso de mil granos el T9 CT 18247-11-5-2-3-2-2-M con un peso de 26 gramos y los que obtuvieron menor peso fueron T8 CT 18247-11-5-2-3-1-1-M y T12 CT 17234-13-7-2-1-1-4-3-1-M ambos con 21.8 gramos (Tabla 18).

**Tabla 18.** Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable Peso de Mil granos.

Trat.	Genotipo	Peso mil granos	
		g	Tukey
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	24.3	A
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	23.9	A
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	22.8	A
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	22.7	A
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	25	A
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	23.1	A
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	23.9	A
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	21.8	A
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	26	A
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	23.3	A
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	23.9	A
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	21.8	A
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	23.9	A
14	*INTA Dorado	25.1	A
15	*FE DE ARROZ-50	23.8	A
16	*INTA Chinandega	26.8	A
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.0225*	
Levene's Test para Homogeneidad		0.208NS	
Pr > F Para Genotipo		0.1472NS	
Pr > F Para Bloque		0.9229NS	
Media		23.8687	
DMS		5.7527	
CV		9.4016	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según TUKEY con  $\alpha=0.05$ .

\*\*\* Altamente significativo, \* Significativo, NS No significativo y C.V coeficiente de variación.

Al realizar el análisis de los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, se comprobó que los datos no son normales según la prueba de Shapiro-Wilk y son

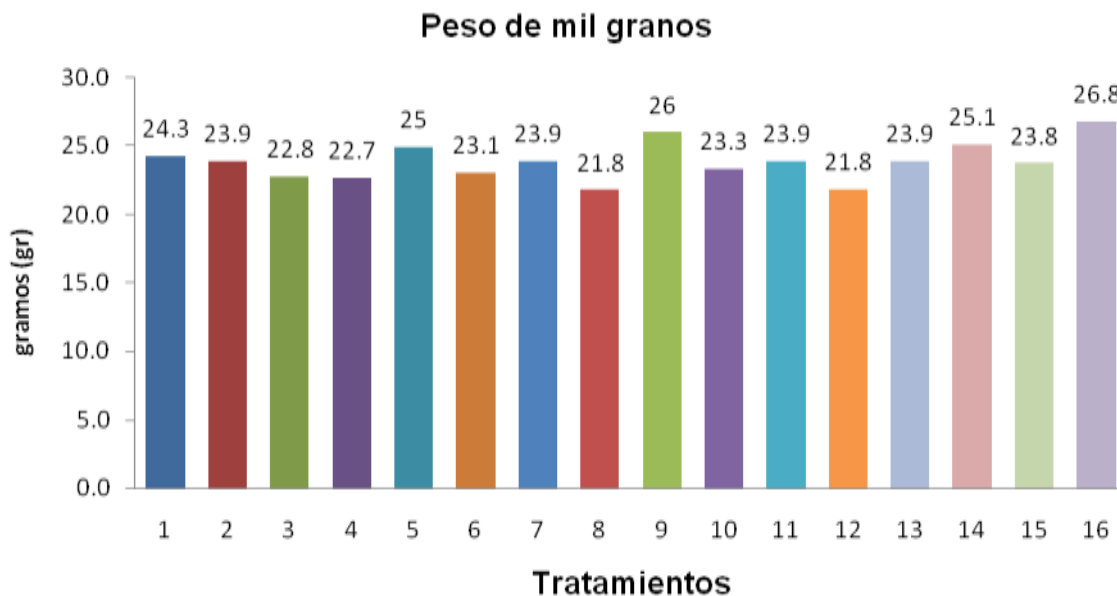
homogéneos según la prueba de Levene's. Por lo tanto se debe hacer un análisis utilizando la prueba de Freedman.

**Tabla 19.** Resultados de la Prueba de Freedman para la subvariable peso de mil granos

N	16
Chi-cuadrado	32.924
gl	4
Sig. asintót.	.000

Según esta prueba se determina que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, por tal razón se realiza la separación de medias, agrupándose todas las líneas y variedades en una sola categoría.

El peso de 1000 granos es un carácter muy estable en buenas condiciones del cultivo y depende fundamentalmente de la variedad, sin embargo, un incremento en rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano, los granos largos y extra largos son los que obtienen mayor peso.



**Gráfico 6.** Peso de mil granos

### 9.1.7 Altura de la Planta

Según Tinarelli (1989) la altura de la planta es una característica varietal que influye directamente en la capacidad de rendimiento y es un factor de mucha importancia al momento de tomar criterios en el proceso de selección. La escogencia de determinada altura de planta al momento de hacer selección varietal adquiere importancia desde el punto de vista agronómico por la relación existente entre altura de planta y la resistencia al acame, a mayor altura va ser afectado por el acame por lo que su tallos son más delgado y débiles por lo que se doblan con facilidad al estar expuesto a la velocidad del viento.

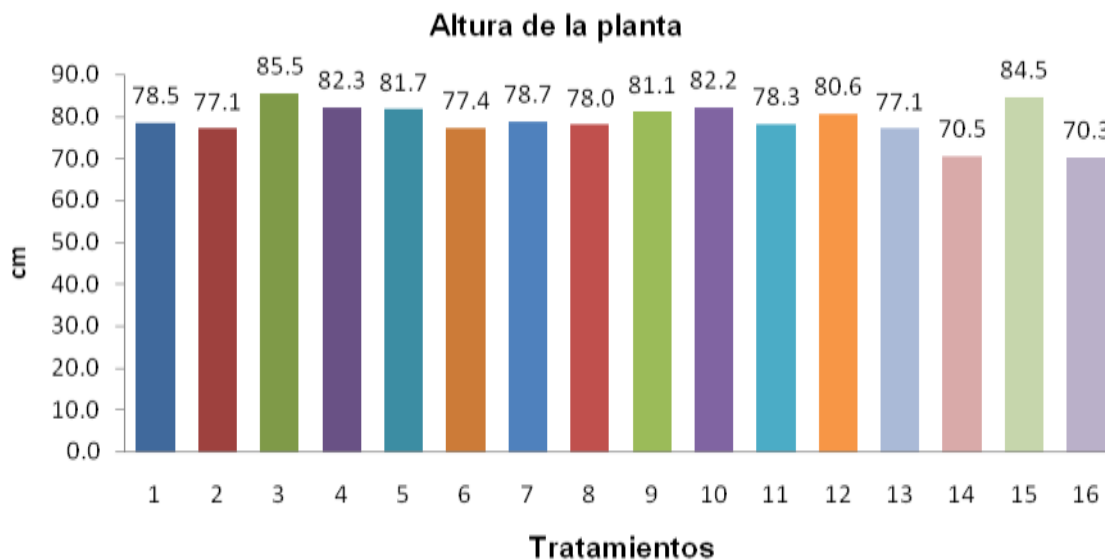
Existen variedades o líneas de porte bajo y porte alto donde las variedades comerciales su altura oscila entre 1-1.5 m. El rendimiento y la respuesta al nitrógeno de las variedades de arroz están fuertemente correlacionadas inversamente con la altura de la planta, altas dosis de nitrógeno ocasionan alturas superiores a 1.5 metros teniendo como consecuencia un mayor porcentaje de acame (CIAT, 1981).

**Tabla 20.** Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable Altura de la planta.

Trat.	Genotipo	Altura/planta	
		cm	Tk./CIAT
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	78.5	AB(1)
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	77.1	AB(1)
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	85.5	A(1)
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	82.3	A(1)
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	81.7	A(1)
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	77.4	AB(1)
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	78.7	AB(1)
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	78.0	AB(1)
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	81.1	A(1)
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	82.2	A(1)
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	78.3	AB(1)
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	80.6	A(1)
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	77.1	AB(1)
14	*INTA Dorado	70.5	B(1)
15	*FE DE ARROZ-50	84.5	A(1)
16	*INTA Chinandega	70.3	B(1)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.6365NS	
Levene's Test para Homogeneidad		0.1494NS	
Pr > F Para Genotipo		<.0001*	
Pr > F Para Bloque		0.1647NS	
Media		78.9687	
DMS		97,831	
CV		48,326	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según TUKEY con  $\alpha=0.05$ .  
 \*\*\* Altamente significativo, \* Significativo, NS No significativo y C.V coeficiente de Variación.

Con los resultados obtenidos por la separación de medias por Tukey = 0.05. Los tratamientos con mayor altura de la planta son el T3 CT 18232-5-8-2-2-3-2-M con 85.5 cm y el T15 variedad FE DE ARROZ-50 (testigo) con 84.5 cm y los de menor altura fueron los tratamientos T2 CT 18614-9-4-1-2-2-M y el T13 CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M ambos con 77.1 cm, (Tabla 20).



**Gráfico 7.** Altura de la planta

#### 9.1.8 Días a primordio, floración y madurez fisiológica

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

En los genotipos estudiados, los rangos de floración fluctuaron entre 82 y 96 días después de la emergencia. El T2 CT 18614-9-4-1-2-2-M alcanzó la floración más temprana 86 días después de la emergencia (dde) y el T4 CT 18232-5-9-1-1-4-4-M fue el identificado como el más tardío, floreciendo a los 95 días después emergencia (dde) (Tabla 21).



Los granos alcanzan la maduración aproximadamente a los 35 días después de la floración. La planta está fisiológicamente madura cuando el 80% de los granos han madurado y muestra un color amarillo pálido, la panícula se inclina a 180° y se apoya hacia adelante con el nudo del cuello. Las ramas del raquis en la mitad de la panícula tienden a separarse y cuelgan de la punta, debido al peso de los granos.

**Tabla 21.** Días a primordio, floración y madurez fisiológica de 13 materiales genéticos de arroz biofortificados con hierro y zinc.

Trat.	Genotipo	Días después emerg a:		
		Primor.	Florac.	Madur.
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	68	93	128
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	61	86	121
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	67	92	127
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	70	95	130
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	67	92	127
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	68	93	128
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	65	90	125
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	69	94	129
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	67	92	127
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	69	94	129
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	67	92	127
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	67	92	127
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	68	93	128
14	*INTA Dorado	71	96	131
15	*FE DE ARROZ-50	71	96	130
16	*INTA Chinandega	57	82	117

Nota: En esta subvariable no se realiza análisis de varianza (ANDEVA), ya que los datos obtenidos son mediante el conteo de días a primordio, floración y madurez fisiológica.

El momento óptimo de recolección es cuando la panícula alcanza su madurez fisiológica con una humedad de grano de campo del 20-27%. El periodo de maduración del grano de los genotipos evaluados varió de 117-131 días a madurez después de la emergencia.

## 9.2 Reacción a enfermedades

### 9.2.1 Porcentaje de incidencia de manchado del grano

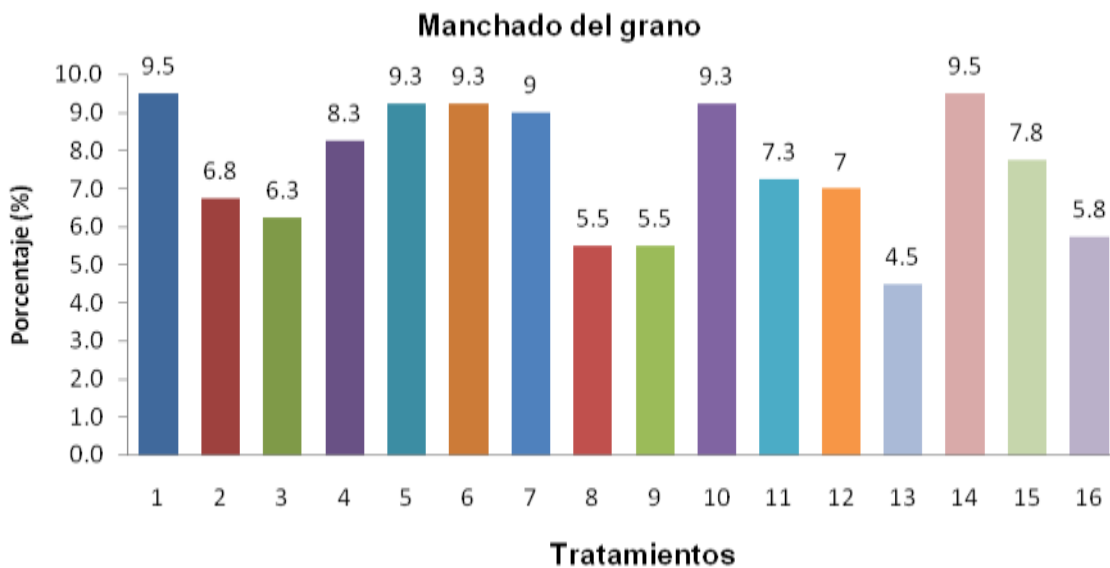
Tiempos húmedos (> 80% de HR) en la floración desarrollan la enfermedad y a medida que la humedad se prolongue mayor será la intensidad de la enfermedad. Siembras en suelos ácidos y condiciones ambientales húmedas favorecen estos hongos como son: *Helminthosporium oryzae*, *Pyricularia*, *Curvularia spp.* Los suelos deficientes en potasio propician la existencia de esta enfermedad.

**Tabla 22.** Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable % de manchado del grano.

Trat.	Genotipo	Manchado del Grano	
		%	Tk./CIAT
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	9.5	A(3)
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	6.8	A(3)
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	6.3	A(3)
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	8.3	A(3)
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	9.3	A(3)
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	9.3	A(3)
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	9	A(3)
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	5.5	A(2)
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	5.5	A(2)
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	9.3	A(3)
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	7.3	A(3)
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	7	A(3)
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	4.5	A(2)
14	*INTA Dorado	9.5	A(3)
15	*FE DE ARROZ-50	7.8	A(3)
16	*INTA Chinandega	5.8	A(2)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.1828NS	
Levene's Test para Homogeneidad		0.442NS	
Pr > F Para Genotipo		0.4319NS	
Pr > F Para Bloque		0.1409NS	
Media		7.5156	
DMS		8.4533	
CV		43.8761	

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según TUKEY con  $\alpha=0.05$ .  
 \*\*\* Altamente significativo, \* Significativo, NS no significativo y C.V coeficiente de Variación.

Según las observaciones de campo, los tratamientos 8, 9,13 y 16 fueron clasificados en la escala 2 según CIAT (1-5% de incidencia) y los restantes 12 tratamientos se clasifican en la escala 3 (6-10% de incidencia). La incidencia de esta enfermedad posiblemente este influenciada por las condiciones climáticas que prevalecieron en las etapas de prefloración, floración, etapas lechosa y pastosa del grano (Tabla 22).



**Gráfico 8.** Porcentaje de manchado del grano

### 9.2.2 Resistencia a Pyricularia

Según las observaciones no se encontró diferencia entre los tratamientos. El nivel de afectación para todos los tratamientos fue de 1% a como lo podemos observar en la gráfica número 9. Sin embargo de acuerdo a la escala CIAT se clasifican en la escala 1 esto indica que poseen menos del 1% de afectación (pocas ramificaciones secundarias afectadas) (Tabla 23).

**Tabla 23.** Clasificación de resistencia a *Pyricularia* según escala CIAT.

Trat.	Genotipo	Categoría	Escala CIAT
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
14	*INTA Dorado	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
15	*FE DE ARROZ-50	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1
16	*INTA Chinandega	Pocas ramificaciones secundarias afectadas	1

La ausencia de esta enfermedad posiblemente se deba a las condiciones climáticas que prevalecieron en el transcurso de la fase de campo del ensayo. La temperatura y la humedad relativa promedio durante el periodo de campo fue de 25.3°C (con un mínimo de 24.1°C y un máximo de 26.7°C) y 74.3% de humedad relativa (con un mínimo de 67% y un máximo de 85%). Según Carbonel *et al* (2001) menciona que las temperaturas

óptimas para que se desarrolle dicha enfermedad son 28°C y con una humedad relativa de 85-93

**Tabla 24.** Porcentaje de infección de *Pyricularia* y Escala del CIAT de 16 materiales genéticos de arroz biofortificados con hierro y zinc.

Trat.	Genotipo	Pyricularia		
		Hoja	Cuello	Nudo
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	1	1	1
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	1	1	1
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	1	1	1
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	1	1	1
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	1	1	1
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	1	1	1
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	1	1	1
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	1	1	1
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	1	1	1
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	1	1	1
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	1	1	1
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	1	1	1
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	1	1	1
14	*INTA Dorado	1	1	1
15	*FE DE ARROZ-50	1	1	1
16	*INTA Chinandega	1	1	1

NOTA: Para estas subvariables no se realizó ANDEVA por todos los tratamientos son iguales por lo tanto no hay diferencia entre ellos.

### 9.3 Pruebas de Correlación

Las pruebas de correlación realizadas entre los componentes del rendimiento determinaron la existencia de tres tipos de asociaciones. Se encontraron coeficientes medios de correlación entre las variables Rendimiento-Fertilidad de la Panícula indicando un buen nivel de asociación lineal positiva entre estas asociaciones. Otra asociación, aunque con un nivel bajo fue Rendimiento-Macollas por Planta.

Además se encontró asociación entre las variables fertilidad de panícula-macollas por planta con un buen nivel de asociación lineal positiva. Otra asociación fue longitud de panícula-granos por panícula aunque con un nivel más bajo, pero las variables que se influyeron en el rendimiento fueron fertilidad de panícula y macollas por plantas.

También se encontraron coeficientes de correlación próximos a 0 y cercanos a -1, indicando no asociación y una fuerte asociación lineal negativa respectivamente. Del análisis anterior, se puede afirmar categóricamente que las principales variables que influyeron en el Rendimiento fueron en orden de importancia Fertilidad de la Panícula seguido por macollas por planta (Tabla 25).

**Tabla 25.** Resultados de análisis de Correlación efectuados al componente del rendimiento.

VARIABLES	ANALISIS DE CORRELACION					
	Rend.	Macollas	Long. /Pan.	Gran. /Pan.	Fert. /Pan.	PMG
<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	1.0000	<b>0.1589</b>	-0.0677	-0.102	<b>0.2464</b>	-0.2201
		0.2099	0.5953	0.4224	0.0497	0.0805
<b>Macollas/Pta. (unds)</b>	0.1589	1.0000	-0.1132	0.1912	0.3213	0.0629
	0.2099		0.3731	0.1301	0.0096	0.6213
<b>Longit./Panic. (cm)</b>	-0.0677	-0.1132	1.0000	<b>0.2644</b>	-0.1746	0.0385
	0.5953	0.3731		0.0347	0.1676	0.7624
<b>Granos/Panic. (unds)</b>	-0.102	0.1912	0.2644	1.0000	0.161	0.2049
	0.4224	0.1301	0.0347		0.2038	0.1043
<b>Fertilidad./Panic. (%)</b>	0.2464	<b>0.3213</b>	-0.1746	0.161	1.0000	0.0693
	0.0497	0.0096	0.1676	0.2038		0.5863
<b>Peso Mil Granos (g)</b>	-0.2201	0.0629	0.0385	0.2049	0.0693	1.0000
	0.0805	0.6213	0.7624	0.1043	0.5863	
Pearson Correlation Coefficients, N = 64 Prob >  r  under H0: Rho=0						

#### 9.4 Valor comercial del grano

##### 9.4.1 Calidad industrial

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



Cuando se evaluó la calidad industrial, se tomó una muestra de 200 gramos donde se analizó la prueba de calidad molinera de todos los tratamientos. El tratamiento que alcanzó mayor relación entero/quebrado fue: el T11 (CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M) y el T12 (CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M) ambos con una relación de 83/17. En la relación entero/quebrado las líneas en estudio no superaron al testigo T15 FE DE ARROZ-50 ya que obtuvo una relación entero/quebrado de 85/15.

El tratamiento que menor relación entero/quebrado obtuvo fue el T3 (CT 18232-5-8-2-2-3-2-M) con una relación de 56/44.

**Tabla 26.** Análisis de calidad industrial del ensayo de líneas avanzadas de arroz biofortificadas y resistentes al manchado del grano en la comunidad las Mangas.

No	GENOTIPOS	PB	PN	AI	AO	AE	E/Q
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	200	93.31	73.76	65.04	50.86	80/20
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	200	98.33	76.93	66.77	48.61	76/24
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	200	88.43	67.25	53.96	28.33	<b>56/44</b>
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	200	95.74	74.03	65.72	51.06	80/20
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	200	93.24	73.26	63.5	41.59	68/32
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	200	94.4	77.74	68.34	45.17	73/27
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	200	93.66	72.63	64.32	46.05	74/26
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	200	95.99	74.44	66.28	50.37	78/22
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	200	95.74	74.03	65.72	51.06	80/20
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	200	94.4	77.74	68.34	45.17	73/27
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	200	93.87	72.8	64	52.54	<b>83/17</b>
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	200	90	70	60	50	<b>83/17</b>
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	200	94.71	74.32	66.33	48.29	74/26
14	*INTA Dorado	200	99.68	77.77	67.28	45.75	73/27
15	*FE DE ARROZ-50	200	98	74.65	68.20	58.30	<b>85/15</b>
16	*INTA Chinandega	200	94.43	73.57	64.94	49.35	78/22

**P.B.**=Peso Bruto; **P.N.**=Peso Neto; **A.I.**=Arroz Integral; **A.O.**=Arroz Oro; **A.E.**= Arroz Entero; **E/Q**=Relación Entero/Quebrado. Análisis realizado en San Isidro, Matagalpa por el Ing. Norvin Huete.

**Nota:** para esta subvariable no se realizó análisis estadístico por que ya existen constantes y formulas establecidas por ejemplo en la relación entero quebrado le dan el precio al arroz en base a la mejor calidad la mejor línea, mejor precio.

La calidad del arroz como otros cereales de la alimentación humana es una combinación de muchas características. Al productor le interesan las características que afectan el secado del arroz y su calidad para el mercado.

Al molinero le interesan las características de molienda del arroz. Al industrial le interesa la calidad del arroz para cocción y la alimentación. Todas estas características de la calidad del arroz dependen en parte de la variedad y de los procedimientos de recolección, secado e industrialización.

No se realiza ANDEVA porque los datos se analizan en un laboratorio en donde se realizan los cálculos para llegar a obtener la relación entero quebrado de cada una de las líneas y variedades de arroz en evaluación.

#### **9.4.2 Análisis económico**

Para efecto del análisis económico se interpretaron los ingresos brutos por hectárea, consistiendo en el resultado del rendimiento de las líneas, multiplicado por el valor del kilogramo de granza paddy. El precio al momento de la cosecha se paga de acuerdo a la calidad industrial establecida por AGRICORP. El cálculo del valor de la granza, se realizó en base a un precio de C\$445.00 por 45.45 kilogramos de granza paddy (qq), con un 13% de humedad, 45% de arroz entero, 67% de arroz oro y una relación entero quebrado 70/30.

El mayor ingreso bruto fue alcanzado por el T2 con un ingreso de C\$ 49,175.85/haT15 y el menor ingreso lo alcanzó el T3 con un ingreso de C\$ 32,081.86/ha. De los testigos el FE DE ARROZ-50, obtuvo el mayor ingreso con C\$ 60,100.90/ha.

**Tabla 27.** Análisis económico del ensayo de líneas avanzadas de arroz biofortificadas y resistentes al manchado del grano en la comunidad Las Mangas.

Trat.	GENOTIPOS	Rendimiento		VALOR QQ	INGRESO BRUTO
		Kg./Ha	Quintales/Ha		
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	4340	95.48	463.36	44,241.61
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	4515	99.89	<b>461.63</b>	<b>49,175.85</b>
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	4265	94.36	<b>340</b>	<b>32,081.86</b>
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	4505	99.67	466.21	46,466.28
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	4340	96.02	421.66	40,486.82
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	3940	87.17	450.5	39,269.25
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	4700	103.98	441.96	47,520.48
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	4015	88.83	465.12	41,315.42
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	3910	86.50	466.2	40,328.36
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	4010	88.72	450.5	39,966.92
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	4545	100.55	466.96	46,954.27
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	4860	107.52	444.8	46,251.33
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	4245	93.92	456.95	42,914.88
14	*INTA Dorado	3725	82.41	449.64	37,055.51
15	*FE DE ARROZ-50	5405	119.58	<b>502.6</b>	<b>60,100.90</b>
16	*INTA Chinandega	4815	106.53	457.02	45,651.44

## X. CONCLUSIONES

Se rechaza la hipótesis nula en la subvariable fertilidad de panícula, granos por panícula y peso de mil granos y se acepta la hipótesis alternativa para las subvariables macollamiento, altura de la planta y longitud de panícula porque los tratamientos presentan diferencia en su comportamiento agronómico.

Se concluye que para la variable características agronómicas, en cuanto a rendimiento el mejor tratamiento fue: el T12 con 4,860 Kg/Ha.

La fertilidad de panícula según Tukey sobresalen los tratamientos: T2 con 78.6% y T1 con 76.4% porque fueron las líneas más fértiles.

En cuanto al peso de mil granos según la separación de medias por Tukey los mejores tratamientos son el T9 con 26 gramos y el T5 con 25 gramos.

Basado en la resistencia al manchado del grano sobresale el T13 con 4.5% seguido de los tratamientos 8 y 9 ambos con 5.5%.

Con respecto al valor comercial del grano el T11 y T12 alcanzaron la mayor relación entero/quebrado con 83/17, aunque no superaron a la variedad testigo FE DE ARROZ-50 con una relación de 85/15.

Con respecto al análisis económico el tratamiento que mayor ingreso bruto alcanzó fue el T2 con C\$ 49,175.85 /ha aunque no superó a la variedad testigo FE DE ARROZ-50 con C\$ 60,100.90/ha.

## **XI. RECOMENDACIONES**

Se recomiendan las líneas 12 y 7 porque obtuvieron los mejores rendimientos y el mejor porcentaje de macollas por planta y son líneas biofortificadas con alto contenido de hierro y zinc para una mejor nutrición.

Con respecto al manchado del grano se recomienda la línea 13 ya que obtuvo el menor porcentaje de incidencia de esta enfermedad.

Se recomienda realizar otros estudios en las distintas zonas productivas de arroz de Nicaragua en las épocas de invierno y verano.

Realizar las respectivas validaciones de las mejores líneas en los respectivos sistemas de producción de Nicaragua.

## XII. BIBLIOGRAFIA.

Álvarez, F.2006. Algunos insectos chupadores que afectan al cultivo del arroz. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica.

ANAR. 2004. El Arrocero. Revista oficial de la asociación de arroceros de Nicaragua. Primera edición. Primer Trimestre del 2004. Managua, Nicaragua.

Angladette, A 1969. El Arroz. Técnicas Agrícolas y producciones tropicales. Editorial Blume. Barcelona, España.

Bassinello, C. Dos Santos, L. Silva Da Júnior, de Carvalho F. Neves, Almeida Pereira, Peixoto de Moráis, R. Fonseca, V. de Carvalho, R Nutti, Martínez Técnicas Agrícolas y producciones tropicales (2007).

Biomanantial, 2005 *Arroz historial*. [En Línea]. <http://www.biomanantial.com/arroz-a-17.html>. Actualización: 24.08.2005. [Consulta: 10.09.2010].

Borrero, P. Martínez y J. Carabalí 2007. Mejoramiento de la calidad nutricional de arroz para Latinoamérica y el Caribe. Artículo del PCCMCA, 54 Reunión anual, San José Costa Rica, 2008,

Carbonel R. Yanis A. 2001. Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Publicación del fondo latinoamericano para el arroz de riego (FLAR).

Cardoza y González, E. 2004. Evaluación y pruebas de rendimientos de catorce líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L) bajo condiciones de riego en el Valle de Sébaco, Matagalpa. Primera 2003. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.

CIAT, 2006. Germoplasma mejorado [En Línea]. <[http://www.ciat.cgiar.org/improved\\_germplasm./germoplasma/arroz.htm](http://www.ciat.cgiar.org/improved_germplasm./germoplasma/arroz.htm)>. Actualizada: 2006. [Consulta 16.10.2010]

CIAT, 1981. Sistema de Evaluación. Estándar para Arroz. Programa de Prueba Internacionales de Arroz. Manual Arroceros, Traductor y Adaptador. Cali, Colombia.  
Contín, A. 1990. Cultivo del arroz. Manual de producción. Editorial LIMUSA, cuarta edición. México D, F., México.

Cuadra, S. 2010. Informe técnico. Evaluación del Comportamiento Agronómico de Líneas Avanzadas de Arroz en el Valle de Sébaco, época de verano del 2010.CDT .San Isidro. Matagalpa, Nicaragua.

Cuadra, S. 2010. [Entrevista personal]. Realizada por Erick Dávila y Maynor Sánchez, el 21 de Julio 2010, en San Isidro, Matagalpa, (Nicaragua).

De Datta, S. 1986. Producción de arroz, Fundamentos y Prácticas. Investigador del IRRI. Los Baños, Filipinas.

El Nuevo Diario, 2010. Sube consumo per. Cápita de arroz en Nicaragua. 14/12/2007.Consultado 01/octubre/2010.

FAO. 2006. Base de datos FAOSTAT, <http://apps.fao.org> Actualización: 05.07.2001. [Consulta: 12.11.2010].

FAO. 2006. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, El arroz es vida, Año Internacional del Arroz, Roma, Italia.

FLAR, 2007. Mejoramiento genético para la zona tropical. [En línea]. Colombia. <<http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp./resultados.htm>> Actualización: 2007. [Consulta: 12.11.2010].

González, 1985. Origen, taxonomía y anatomía de la planta de arroz. (*Oryza sativa* L.).In: Tascón E.; García, E. (eds.). Arroz: Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Cali, Colombia.

Gutiérrez, 2001. Hongos asociados a granos manchados de arroz. Cátedra de fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE. Argentina.

Herrera J y Castro R. 2009. Evaluación de 10 líneas de arroz (*Oryza sativa* L) biofortificadas con Hierro y Zinc, tolerantes al manchado del grano y tres variedades comerciales, Las Mangas, San Isidro, Matagalpa, en época de invierno 2009. Informe final de trabajo monográfico para optar al título de ingeniero agrónomo. UNAN CUR Matagalpa.

Hildebrand y Russell. 1996. Análisis y diseño de investigación y extensión a nivel de finca: Análisis de Adaptabilidad. Gainesville, Florida, U.S.A.

Huete N y Pérez E. 2009. Evaluación de 10 Líneas Avanzadas de Arroz (*Oryza Sativa*) Biofortificadas y Tolerantes al Manchado del Grano con dos variedades comerciales como testigo en la comunidad de Las Mangas, municipio de San Isidro, Matagalpa, en época de verano 2009. Informe final de trabajo monográfico para optar al título de ingeniero agrónomo. UNAN CUR Matagalpa.

INTA, 2003. INTA Chinandega, variedad de arroz (*Oryza sativa* L.) Mejorada precoz para condiciones de secano favorecido y riego. Informe Técnico Anual de Arroz [En



Línea]. Managua, Nicaragua <[http://www.funica.org.ni/docs/gran\\_basic\\_12.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/gran_basic_12.pdf)

Actualización: 2003. [Consulta: 15.11.2010]

Jennigs, Coffman y Kaufman. 1981. Mejoramiento de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Calí, Colombia.

Lira. E. y Ruiz. 2007. Prueba avanzada de rendimiento de nueve líneas y una variedad comercial de arroz, bajo condiciones de riego en San Isidro, Matagalpa. Época lluviosa, 2005. Dirigida por Ing. MSc. Isabel Chavarría. Monografía. UNA, facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. 2007.

López. B, L. 1991. Cultivos herbáceos. Cereales. Primera Edición. Barcelona, España.

MAGFOR. 2010e. Dirección Estadística. La Prensa. Mayo. 10-2010. Suplemento Negocios.

Martínez, 2007. Desarrollo de germoplasma con mayor valor nutricional para combatir la desnutrición en América Latina. Mesa de arroz y sorgo. Resúmenes, 4 págs. LIII Congreso PCCMCA, Antigua-Guatemala.

Narváez y M. Ortega 2006. Avance de mejoramiento genético de arroz biofortificados en Nicaragua, Artículo del PCCMCA, 54 Reunión anual, San José Costa Rica.

Ortega, 1973. Evaluación de seis líneas de arroz y tres variedades comerciales bajo sistema de riego, en dos épocas de siembra, en Malacatoya. Managua, Nicaragua.

Pachón, H. 2007. Conferencia Magistral sobre Agrosalud y Biodisponibilidad de micro nutrientes en el frijol. LIII Congreso PCCMCA, Antigua-Guatemala.

Pedroza, E. 1993. Fundamentos de Experimentación Agrícola. Docente investigador de la UNA. Managua, Nicaragua.

Pincirolí, 2003. Manchado del grano de arroz: efecto de la fertilización nitrogenada. Facultad de ciencias agrarias y forestales. Argentina.

Reyes, 2007. Corporación La Prensa. *El arroz biofortificado evaluado en Panamá no es transgénico* [En Línea] .Hato pintado Panamá. República de Panamá<[http://ediciones.prensa.com/mensual/contenido\(2007/04/15/defensor.S.htm](http://ediciones.prensa.com/mensual/contenido(2007/04/15/defensor.S.htm)>I. Actualización:12.10.2007. [Consulta: 15.09.2010].

Rivas.C.2005. *El arroz en Nicaragua*. [En Línea] [www.mific.gob.ni/docushare/dsweb/GetRendition/Document1712/htm/no](http://www.mific.gob.ni/docushare/dsweb/GetRendition/Document1712/htm/no)>Actualización: 2005. [Consulta: 26.10.2010]

Rodríguez, 2006. *Estación Experimental Portuguesa* [En Línea]. <[www.Ceniap.gov.ve/bdigital/fdival/fd35/texto/enfermedades.htm19k](http://www.Ceniap.gov.ve/bdigital/fdival/fd35/texto/enfermedades.htm19k)>Actualización: 12.06.2006. [Consulta: 16.10.2010].

Rosello, 1986. Guía técnica para ensayos de variedades en campo. Estudio FAO, Producción y Protección vegetal N° 75. Roma, Italia.

Somarriba. R. C. 1998. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua.

Soto. 1991. Estudio de Observación de 20 variedades USA y 7 Líneas Promisorias nacionales en comparación con dos testigos comerciales de arroz. Managua, Nicaragua.

Tinarellí, A. 1989. El arroz. Capítulo 12, Segunda edición. EDAGRICOLE, Bologna, Italia.

Vargas M y Castilla, A. 2008. Obtención de variedades de arroz con alto contenido de hierro y zinc en el grano para Colombia. Artículo del PCCMCA, 54 Reunión anual, San José Costa Rica.

Zavala, M. y Ojeda, L. R. 1988. Fitotecnia Especial. Tomo 1. Editorial Pueblo y Educación. Habana, Cuba.



**Anexo 2. Distribución de tratamientos en el campo.**

<b>Trat.</b>	<b>Líneas</b>	<b>B I</b>	<b>B II</b>	<b>B III</b>	<b>B IV</b>
1	CT 18667-5-17-3-4-3-M	109	201	308	413
2	CT 18614-9-4-1-2-2-M	112	214	309	402
3	CT 18232-5-8-2-2-3-2-M	116	207	306	405
4	CT 18232-5-9-1-1-4-4-M	101	211	314	408
5	CT 18233-15-3-3-4-1-1-M	113	206	305	414
6	CT 18238-23-1-2-3-3-1-M	105	216	315	411
7	CT 18245-11-6-2-3-4-3-M	115	209	303	403
8	CT 18247-11-5-2-3-1-1-M	107	203	307	416
9	CT 18247-11-5-2-3-2-2-M	114	215	311	406
10	CT 18247-23-2-2-2-1-2-M	103	205	310	401
11	CT 17330-M-2-1-2-4-4-3-M	111	213	316	404
12	CT 17334-13-7-2-1-1-4-3-1-M	106	208	301	412
13	CT 17130-M-1-2-1-1-2-2-4-M	102	210	304	407
14	*INTA Dorado	110	212	313	410
15	*FE DE ARROZ-50	108	204	302	409
16	*INTA Chinandega	104	202	312	415

### Anexo3. Plano de Campo

416 8	415 16	414 5	413 1	412 12	411 6	410 14	409 15	408 4	407 13	406 9	405 3	404 11	403 7	402 2	401 10
<b>Bloque IV</b>															
301 12	302 15	303 7	304 13	305 5	306 3	307 8	308 1	309 2	310 10	311 9	312 16	313 14	314 4	315 6	316 11
<b>Bloque III</b>															
216 6	215 9	214 2	213 11	212 14	211 4	210 13	209 7	208 12	207 3	206 5	205 10	204 15	203 8	202 16	201 1
<b>Bloque II</b>															
101 4	102 13	103 10	104 16	105 6	106 12	107 8	108 15	109 1	110 14	111 11	112 2	113 5	114 9	115 7	116 3
<b>Bloque I</b>															







## Anexo 5. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Presupuesto y requerimientos de La Prueba Regional Selectiva de Arroz

Nombre Comercial	Nombre Genérico	U/M	Cantidad	Costo/unidad	Costo Total
<b>Insumos</b>					
Blindaje	Thiodicarb + Imidacloprid	0.1 L	1	200.00	200.00
18-46-00	18-46-00	qq	1	900.00	900.00
Urea	Urea 46%	qq	1	445.00	445.00
MOP	00-00-60	qq	1	900.00	900.00
Nominee 40 SC	Bispiribac sodico	0.1 L	0.5	400.00	200.00
Cypermtrina 25 EC	Cypermtrina	1.0 L	1	130.00	130.00
Rienda 21.2 EC	Deltamethrin + Triazophoz	Fco. 250 ml	1	150.00	150.00
Carbendazin 50 SC	Carbendazin	1.0 L	1	150.00	150.00
Otros			1	5.00	5.00
<b>Sub-Total</b>					<b>3080.00</b>
<b>Material de Oficina</b>					
<b>Sub-Total</b>					<b>880.00</b>
<b>Material de Campo</b>					
<b>Sub-Total</b>					<b>880.00</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Establecimiento		D/H	3	80.00	240.00
Manejo agronómico		D/H	5	80.00	400.00
Cosecha		D/H	3	80.00	240.00
<b>Sub-Total</b>					<b>880.00</b>
<b>Otros</b>					
Combustible		L	110		0.00
Viáticos		D/H	8		0.00
<b>Sub-Total</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo Total</b>					<b>5720.00</b>

## Anexo 6. Fotos del experimento

Recolección de datos para medir las variables.



Peso de mil granos.



Altura de la planta.



Peso de mil granos.



Peso de mil granos.



Longitud del grano.



Longitud del grano.