



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA

FAREM- Matagalpa.

MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERIA AGRONOMICA

Evaluación de 15 líneas avanzadas de arroz (*Oriza sativa*) biofortificadas y tolerantes al manchado del grano, comunidad de Las Mangas, municipio de San Isidro – Matagalpa, en época de invierno 2009.

AUTORES

Br. Elvin Eliutt Alaniz Rayo

Br. Carlos Ernesto Largaespada Vargas

TUTORA:

MSc. Evelyn Calvo Reyes

ASESOR:

Ing. Sergio Antonio Cuadra A

Matagalpa, Febrero, 2011.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios padre todo poderoso quien me guio por el buen camino y por ser el quien con su enseñanza divina me ayudo a concluir esta carrera universitaria, por que de Él proviene toda sabiduría y el entendimiento necesario que me ayudo a hacer realidad mis sueños y alcanzar mis metas.

A mi madre *Alejandrina del Socorro Rayo Gallardo* que me apoyo incondicionalmente en todos los momentos difíciles desde el primer año en el que ingrese a la escuela, a ella le dedico por brindarme los consejos y rogar al señor para que lograra mis metas.

A mi padre *Fidel Alejandro Alaniz Rivera* (q.e.p.d) que me dió siempre su apoyo ilimitado para que siguiera adelante en la vida y así lograr cumplir con mi objetivo en la carrera.

Dedico a toda mi familia por ser parte de mi vida, a todos mis hermanos (as), y a todos los que en algún momento estuvieron brindándome su apoyo.

A *Anielka María Molinares Flores* por su apoyo incondicional y moral en todo momento de la carrera.

Br. Elvin Eliutt Alaniz Rayo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios Padre, quien me guió por el buen camino de la vida y por ser el quien con su enseñanza divina me ayudó a concluir esta emprendedora carrera universitaria, porque de Él proviene toda sabiduría y el entendimiento necesario que me ayudó a hacer realidad el sueño que desde niño siempre quise alcanzar, para honra y orgullo de mi familia.

A mi madre *Doris Vargas Palacios* que me apoyó incondicionalmente en todos los momentos difíciles desde el primer año que entré a la escuela, a ella le dedico por brindarme los consejos y rogar a mi señor para que lograra mis sueños de llegar a ser un Ingeniero Agrónomo.

A mi padre *Jaime Largaespada Mejía* por darme el apoyo ilimitado para que siguiera adelante en la vida y lograr cumplir con mi objetivo en la carrera.

A mi hermano *David Largaespada Vargas* por su apoyo incondicional en todo momento por darme consejos para que saliera adelante.

A mi abuela *Genoveva Palacios* le dedico este trabajo de forma especial por su apoyo moral y haber estado siempre a mi lado.

Bs. Carlos Ernesto Largaespada Vargas.

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso le agradecemos infinitamente por habernos dado la vida. Las fuerzas, sabiduría y por permitirnos llegar hasta el final de nuestra carrera como profesional en la carrera de ingeniería agronómica.

A MSc. Evelyn Calvo Reyes de la UNAN-FAREM-Matagalpa e Ing. Sergio Antonio Cuadra Castillo del INTA-CEVAS, por su asesoría y apoyo incondicional en la realización de este trabajo, a ellos les damos nuestros más sinceros agradecimientos.

También al personal del Centro Desarrollo Tecnológico (INTA-CDT), por facilitarnos la información necesaria para la investigación monográfica.

Agradecemos al personal de la Cooperativa Augusto C. Sandino por su disponibilidad apoyo en lo que fue necesario durante la fase de campo de la investigación.

Br Elvin Eliutt Alaniz Rayo.

Br Carlos Ernesto Largaespada Vargas.

OPINION DE LA TUTORA

El presente trabajo monográfico: **“Evaluación de 15 líneas avanzadas de arroz (*Oriza sativa*) biofortificadas y tolerantes al manchado del grano, comunidad de Las Mangas, municipio de San Isidro – Matagalpa, en época de invierno 2009”**, realizado por los bachilleres **Elvin Eliutt Alaniz Rayo y Carlos Ernesto Largaespada Vargas** para optar al título de Ingeniería Agronómica, me permito afirmar que cumple con las normativas de la UNAN Managua, para esta modalidad de graduación. Es decir: Existe correspondencia entre el trabajo presentado y la estructura que define la normativa, además de haber correspondencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, contenido del trabajo, conclusiones y recomendaciones. Por lo tanto también contiene la rigurosidad científica exigida para un trabajo como el actual.

También valoro como sobresaliente la aplicación de los conocimientos adquiridos, así como el grado de independencia, creatividad, iniciativa y habilidades desarrolladas, por ambos bachilleres.

El trabajo realizado por los bachilleres Alaniz Rayo y Largaespada Vargas, es de mucho valor para la región, en especial para los productores arroceros de la zona permitiendo así la validación de 15 líneas de arroz resistentes a enfermedades y machado del grano que se adaptan a la zona.

Sólo me resta felicitar a los bachilleres Alaniz Rayo y Largaespada Vargas, por su esfuerzo, inversión, entrega, disposición, paciencia y logros obtenidos, que hoy se ven reflejados en el presente trabajo, que les permitirá coronar su carrera profesional y a las instituciones involucradas como son INTA –CDT Valle de Sébaco y Cooperativa Augusto César Sandino, Las Mangas San Isidro .

MSc. Evelyn Calvo Reyes

Tutora

RESUMEN

En Nicaragua el arroz es el tercer alimento básico en la dieta humana a pesar del uso masivo de este alimento se presentan problemas nutricionales como anemia y ceguera relacionados con deficiencias en minerales hierro (Fe) Zinc (Zn), vitaminas, etc. Es por ello que durante la época de invierno del 2009, se estableció un ensayo preliminar con líneas de arroz con alto contenido de hierro, zinc y tolerantes al manchado del grano. El diseño experimental consistió en un B.C.A., con 16 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados indican, que los 16 genotipos evaluados son altamente productivos con rendimientos potenciales que oscilan desde 8.2 hasta 10.1 t ha⁻¹. Según el análisis de correlación, se puede afirmar categóricamente que las principales variables que influyeron en el rendimiento productivo fueron en orden de importancia; Fertilidad de la Panícula, seguido por Macollas por Planta. Los tratamientos 7, 13 y 5 (CT 15672-12-1-6-1-2-M, CT 17380-35-1-1-1-3-3-M y CT 15679-17-1-4-2-6SR-5), alcanzaron los mayores rendimientos con 10.15, 10.11 y 9.79 t ha⁻¹. Estos genotipos, tienen los 6 parámetros del componente de rendimiento, compartiendo la mejor categoría estadística así como los mayores beneficios brutos, los que estuvieron influenciados por la calidad de la granza y por su rendimiento. Los 3 tratamientos más productivos: (T7, T13 y T5) y el mas bajo fue el T2 (CT 15765-12-2-1-3-1-3-4) los resultados fueron 10146 kg/ha, 10107 kg/ha, 9787 kg/ha, y 8168 kg/ha. Todos los genotipos evaluados se clasifican en la escala 1 del CIAT al presentar menos del 1% de lesión visible de Pyricularia tanto al nivel de la hoja, cuello y nudo de la plantatambién presentaron menores incidencias significativas de grano manchado.

INDICE

Contenido	páginas
DEDICATORIA	i-ii
AGRADECIMIENTO	iii
OPINIÓN DE LA TUTORA.....	iv
RESUMEN.....	v
ÍNDICE GENERAL	vi-ix
ÍNDICE TABLAS	x-xi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES.....	2-3
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
4.1. Problema General	5
4.2. Problemas Específicos	5
V. OBJETIVOS	6
5.1. Objetivo General	6
5.2. Objetivos Específicos	6
VI. HIPOTESIS	7
6.1. Hipótesis General	7
6.2. Hipótesis Específicas	7
VII. MARCO TEORICO	8
7.1. Situación del arroz mundial	8
7.2. Rendimiento productivo	9
7.3. Importancia alimenticia del arroz.....	10
7.4. Generación de variedades	10-11
7.4.1. Características de la variedad INTA DORADO	11-12
7.4.2. Adaptabilidad del INTA DORADO	12
7.4.3. Zonas recomendadas para esta variedad	12
7.5. Mejoramiento genético del arroz biofortificado.....	12-14
7.6. Problema de enfermedades	15-16

7.7. Enfermedad de importancia	16
7.7.1. Distribución e importancia económica	16
7.7.2. Biología de pyricularia.....	17
7.7.3. Síntomas y daños de pyricularia	17
7.7.4. Metodología para determinar la pyricularia	17
7.7.4.1. Evaluación en la fase vegetativa.....	17-18
7.7.4.2. Evaluación en fase panículas.....	18
7.8. Decoloración de las glumas del manchado del grano (GID)	19-21
7.8.1 Evaluación en la fase de madurez fisiológica	21
7.9. Calidad industrial del grano	22
7.9.1. Procesamiento industrial del arroz (trillado del grano).....	22
7.9.2. Calidad molinera	22-23
7.9.2.1. Longitud y forma del grano	23
7.10. Problemas de acame o volcamiento del cultivo de arroz.....	24
7.11. Características agronómicas del cultivo de arroz	24-26
VIII. DISEÑO METODOLOGICO.....	27-40
8.1. Descripción de la zona de estudio del experimento	27
8.2. Zona de estudio	27
8.3. Descripción del lugar	27
8.4. Diseño experimental	27-28
8.5. Descripción de los tratamientos	28-29
8.6. Manejo agronómico del experimento	29-30
8.7. Toma de datos para la medición de variables	31
8.7.1. Procedimiento para medir las variables	31
8.7.1.1. Características agronómicas de los cultivares	31-34
8.7.1.2. Reacción a enfermedades y al acame.....	34-36
8.7.1.2. Valor comercial del grano	36
8.8. Operacionalización de variables.....	37-39
8.9. Análisis estadístico de los datos	40
8.10. Análisis económico.....	40

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41-68
9.1. Variable características agronómicas	41-42
9.1. 1. Peso de campo (Rendimiento).....	43-44
9.1.2. Altura de la planta.....	44-46
9.1.3. Macollamiento.....	47-48
9.1.4. Longitud de la panícula.....	49-50
9.1.5. Número de granos por panícula.....	50-52
9.1.6. Fertilidad de la panícula.....	52-54
9.1.7. Peso mil granos.....	54-56
9.1.8. Días a primordio, floración y madurez fisiológica.....	57-58
9.2. Reacción a enfermedades y al acame	59
9.2.1. Resistencia a pyricularia	59-60
9.2.2. Porcentaje de manchado del grano	60-62
9.2.3. Porcentaje de plantas acamadas.....	63-64
9.3. Pruebas de correlación	65
9.4. Variable valor comercial del grano e ingresos económicos.....	66
9.4.1. Calidad industrial.....	66
9.5. Análisis económico.....	67
9.5.1. Costos que varían y presupuesto parcial.....	68-69
X. CONCLUSIONES	70
XI. RECOMENDACIONES	71
XII. BIBLIOGRAFIA.....	72-77
XIII. ANEXOS	

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto y requerimientos de insumos del Experimento de Arroz.

Anexo 2. Distribución de tratamientos en el campo

Anexo3. Libro de campo

Anexo 4. Control de aplicación de agroquímicos

Anexo 5. Hojas de recolección de datos en el campo en los distintos bloques

Anexo 6. Cronograma de actividades a realizar

Anexo 7. Datos climáticos de la zona.

Anexo 8. Análisis de calidad industrial del experimento de arroz.

Anexo 9. Fotos del experimento

INDICE DE TABLAS

Tablas	páginas
Tabla 1. Nicaragua: área, producción y rendimiento e arroz 2000-2006 (en miles).....	9
Tabla 2. Composición nutritiva del arroz común	14
Tabla 3. Porcentaje de manchado de grano	21
Tabla 4. Escala de longitud y forma del grano	23
Tabla 5. Descripción de los tratamientos de evaluación de líneas avanzadas de arroz biofortificado. Valle de Sébaco, época de invierno del 2009	29
Tabla 6. Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz	31
Tabla 7. Aplicación de la escala CIAT para macollamiento	32
Tabla 8. Aplicación de la escala CIAT para fertilidad de espiguillas.....	33
Tabla 9. Aplicación de la escala CIAT para altura de la planta	34
Tabla 10. Aplicación de la escala CIAT para pyricularia	34
Tabla 11. Aplicación de la escala CIAT para manchado del grano.....	35
Tabla 12. Aplicación de la escala CIAT para acame de plantas.....	36
Tabla 13. Operacionalización de las variables	37-39
Tabla 14. Resultados de componente del rendimiento de 16 líneas de arroz	42
Tabla 15. Resultados de ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable “Altura de la planta en cm” de 16 materiales genéticos de arroz.....	45
Tabla 16. Resultados de análisis de correlación al componente del rendimiento	55
Tabla 17. Días a primordio, floración y madurez fisiológica de 16 materiales	56
Tabla 18. Reacción a enfermedades de 16 líneas de arroz.....	58
Tabla 19. Reacción a porcentaje de manchado de grano	59
Tabla 20. Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable % plantas acamadas.....	62
Tabla 21. Calidad industrial de los tratamientos	65

Tabla 22 .Grado de Calidad, con los parametros de premios y descuentos establecidos Por ANAR y PROARROZ.....	66
Tabla 23 . Ingreso económico por tratamientos.....	68

INDICE DE GRÁFICAS

Gráficas	páginas
1. Peso de campo (Rendimiento kg/ha).....	44
2. Altura de la planta.....	46
3. Promedios en macollamiento.....	48
4. Longitud promedio de la panícula	49
5. Promedio de granos de la panícula	51
6. Temperaturas medias por mes en año 2009 según INETER.....	52
7. Fertilidad de la panícula	53
8. Peso promedio de 1000 granos.....	54
9. Porcentaje de manchado de grano.....	61
10. Porcentaje de plantas acamadas	63

I.INTRODUCCIÓN

Según MAGFOR (2006), el arroz se clasifica en el género *Oryza* de la familia de las gramíneas. 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. Según Pachón (2007), del proyecto Agro Salud, 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, provocando anemia y 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 (Martínez, C. *et al.* 2007).

Por otra parte, 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 (Cuadra, S. 2009).

Por tales razones se realizó la evaluación de 15 líneas avanzadas de arroz biofortificadas con hierro, zinc y una variedad comercial que fue INTA DORADO. Dicho estudio de evaluación se estableció en la Cooperativa Augusto César Sandino, Comunidad Las Mangas, del municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa en el periodo de invierno del 2009, el experimento se estableció con un BCA (Diseño de Bloque Completamente al azar).

II. ANTECEDENTES

El cultivo de arroz es uno de los rubros más 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); Pero en la actualidad se cultiva en muchos países del mundo incluyendo Nicaragua.

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.

En Nicaragua se cultivan aproximadamente 90 mil hectáreas de arroz, con una producción anual que no sobrepasa las 200 mil toneladas en los departamentos de Matagalpa y Jinotega, la mayor área cultivada de arroz se concentra en los Valles de Sébaco y Pantasma del norte de Nicaragua (MAGFOR, 2004).

Según ANAR (2004), la importancia de este rubro consiste es que es un cultivo alimenticio básico en la dieta nacional, siendo además una fuente de generación de empleos temporales y permanentes, con cerca de 60 mil familias que dependen directamente de esta especie vegetal.

El arroz es un cultivo de gran consumo en la dieta humana por tener propiedades ricas en nutrientes vitales para el ser humano.

La Misión Técnica de Taiwán, ha venido colaborando con Nicaragua desde 1971, se han realizado 13 ensayos avanzados en semillas de arroz resistentes a enfermedades como *Pyricularia grisea* y 14 ensayos de biofortificación, lo que permitirá tener una semilla que le garantizará al productor mejor calidad de granos, mejor rendimiento y resistencia a las enfermedades (Wang, F 2008).

En el departamento de Rivas se realizaron estudios de evaluación de 10 variedades promisorias de arroz biofortificadas de secano, en el municipio de Belén, del pacifico sur de Nicaragua durante la época de primera 2008. Obteniendo resultados muy satisfactorios para estas variedades (Brenes, G 2008).

Según González, E (2007), la siembra de una nueva variedad de arroz, biofortificadas con hierro, zinc y vitaminas, pondrá en marcha el Patronato de Nutrición en conjunto con el Instituto de Investigación Agropecuaria (IDIAP), Panamá para el período 2007. Sayira Ruiz, directora del patronato en Coclé, Herrera y Los Santos, explicó que con esta iniciativa se busca mejorar la dieta de 2 mil 896 familias.

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (FAREM-Matagalpa) ha realizado investigaciones acerca de líneas de arroz biofortificadas con hierro y zinc obteniendo resultados muy satisfactorios en la resistencia a enfermedades, acame dando información importante para su uso y manejo (Huete y Pérez 2010).

Se realizó estudio a cerca de evaluación de 12 líneas avanzadas de arroz biofortificado con hierro, zinc y dos variedades comerciales que fueron INTA DORADO con el FE DE ARROZ 50. Dicha estudio de evaluación se estableció en la Cooperativa Augusto César Sandino, Comunidad Las Mangas, del municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa en el periodo de invierno del 2007, el experimento se estableció con un DBCA (Diseño de Bloque Completamente al azar) (Ramírez 2007).

Por lo antes mencionado se puede decir que las líneas de arroz biofortificadas serán sometidas a un análisis sobre sus características agronómicas, resistencia a enfermedades, al acame, rendimiento y calidad industrial de tal manera que se adapten a las condiciones climáticas de Nicaragua.

III. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de nuevos cultivares de arroz biofortificadas, se justifica por la necesidad del cambio tecnológico con cultivares de alto potencial productivo y calidad comercial, para contribuir a mejorar la dieta nutricional de las familias nicaragüenses. Por lo tanto es de imperiosa necesidad someter a evaluación nuevas líneas de arroz con alto contenido de hierro, zinc y que posean resistencia al manchado del grano para lograr mejores rendimientos y sobre todo calidad (Agro salud, 2006).

El arroz igual que fríjol y maíz son los alimentos más importantes de las dietas de todos los nicaragüenses debido a que posee propiedades ricas en nutrientes que son muy vitales para el ser humano (Martínez, C. et al. 2007).

Nicaragua principalmente en el Atlántico ha sido azotado por fenómenos naturales que han ocasionado pérdidas significativas en la producción agrícola dejando demandas de alimentos causando grandes deficiencias nutricionales en niños y adultos el cual les provoca principalmente anemia por la deficiencia de hierro, por lo tanto el desarrollo de nuevos cultivares de arroz biofortificadas, se justifica por la necesidad del cambio tecnológico con cultivares de alto potencial productivo y calidad comercial, para contribuir a mejorar la dieta nutricional de las familias nicaragüenses.

La evaluación de líneas avanzadas de arroz biofortificado y tolerantes al manchado del grano trae beneficio a los productores arroceros del país debido a que forman parte de la investigación ya que son los encargados de adoptar estos nuevos genotipos y que a la vez la producción sea comercializada como una fuente de gran valor nutricional para la población mundial.

Los resultados de la investigación servirán para brindar información a los productores arroceros, estudiantes de agronomía, ingeniería industrial, contabilidad, mercadotecnia, docentes e instituciones interesadas; al mismo tiempo para optar al título de ingeniero agrónomo.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Nicaragua es el mayor productor de arroz en América central, pero la producción ha sido afectada por el comportamiento agronómico de las variedades cultivadas, además presentan baja resistencia a enfermedades como el manchado grano y un bajo valor comercial del grano (Cuadra, 2009).

4.1. Problema General.

¿Cuál es el comportamiento agronómico de 15 líneas avanzadas de arroz (*Oriza sativa*) biofortificado que posean tolerancia al manchado del grano, resistencia al acame y que se adapten a las condiciones ambientales de la comunidad de Las Mangas, municipio de San Isidro – Matagalpa, en época de invierno 2009?

4.2. Problemas Específicos:

1. ¿Cuáles serán los genotipos con alto potencial de rendimiento y buen comportamiento agronómico?
2. ¿Cuáles de los genotipos evaluados presenta resistencia a reacción de Pyricularia, Manchado de grano y acame?
3. ¿Cuáles de los tratamientos evaluados presentan el mejor valor comercial e ingreso económico?

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico de 15 líneas avanzadas de arroz (*Oriza sativa*) biofortificado que posean tolerancia al manchado del grano, resistencia al acame y que se adapten a las condiciones ambientales de la comunidad Las Mangas, municipio de San Isidro – Matagalpa, en época de invierno 2009.

5.2. Objetivos Específicos:

- Identificar los genotipos con alto potencial de rendimiento y buen comportamiento agronómico.
- Determinar los genotipos con resistencia a reacción de Pyricularia, Manchado de grano y acame.
- Identificar los genotipos que presentan el mejor valor comercial e ingreso económico.

VI. HIPOTESIS

6.1. Hipótesis General

Ho. Las líneas de arroz evaluados no obtendrán superiores rendimientos, mejor comportamiento agronómico, resistencia a enfermedades, al acame y mayores ingresos económicos que la variedad testigo.

Ha: Las líneas de arroz evaluados obtendrán superiores rendimientos, mejor comportamiento agronómico, resistencia a enfermedades, al acame y mayores ingresos económicos que la variedad testigo.

6.2. Hipótesis específicas

Rendimiento-Comportamiento

Ho: Los genotipos no presentaran alto potencial de rendimiento y buen comportamiento agronómico.

Ha: Los genotipos presentaran alto potencial de rendimiento y buen comportamiento agronómico.

Resistencia a Pyricularia- Manchado de grano -acame.

Ho: Los genotipos no presentarán resistencia a reacción de Pyricularia, manchado del grano y acame.

Ha: Los genotipos presentaran ninguna resistencia a reacción de Pyricularia, manchado del grano y acame.

Valor comercial – ingreso económico.

Ho: Los genotipos no demostraran que presentan buen valor comercial e ingreso económico.

Ha: Los genotipos demostraran que presentan buen valor comercial e ingreso económico.

VII- MARCO TEÓRICO

7.1. Situación del arroz Mundial

Según FAO (2004), la producción mundial de arroz es de 545 millones de toneladas, se estima que para el 2025 la producción mundial de arroz debe ser de 700 millones de toneladas para suplir la demanda de una población con un crecimiento de 650 millones de habitantes por año, esto es el 2.5% de la población actual del mundo. Durante el año 2003 los países en desarrollo importaron 23.7 millones de toneladas de arroz en cambio la importación de los países desarrollados fue de tan sólo 4.3 millones de toneladas. Los principales países importadores son Indonesia (3.0), Nigeria (1.5) y Bangladesh (1.4) millones de toneladas de arroz respectivamente.

En Latinoamérica el principal país consumidor per cápita es Costa Rica con 62 kg, seguido por Perú y Ecuador con 50 y 49 kg respectivamente. En Nicaragua el consumo per cápita es de 45 kilogramos al año. Los países con el mayor consumo per cápita mundial son: Myanmar, Vietnam con 203 a 167 Kg. de arroz. (MAGFOR, 2006). Sin embargo, en regiones con un uso masivo de arroz se presentan problemas nutricionales relacionados con deficiencias en minerales (Fe y Zn), como consecuencias se tienen enfermedades como anemia y 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 (Agro salud. 2006).

En Nicaragua se cultivan aproximadamente 90 mil hectáreas de arroz, con una producción anual que no sobrepasa las 200 mil toneladas (MAGFOR-2004).

En los departamentos de Matagalpa y Jinotega, la mayor área cultivada de arroz se concentra en los valles de Sébaco y Pantasma.

7.2. Rendimiento productivo

El potencial del rendimiento productivo es el resultado de la suma de una serie de características que hacen que una variedad sea rendidora. En el FLAR, (Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego) se busca elevada capacidad de macollamiento, tolerancia al acame, hojas erectas de color verde oscuro, ciclo intermedio, senescencia tardía, panículas de tamaño adecuado, grano pesado y poca esterilidad, (FLAR, 2007). Esto quiere decir que para que una variedad obtenga un buen rendimiento en la producción debe reunir características importantes que le permitan alcanzar una madurez fisiológica con vigor para que pueda resistir a los cambios drásticos de condiciones climáticas plagas y enfermedades por ejemplo una planta de tallos vigorosos es más fuerte al acame que una de tallos delgados.

El rendimiento productivo en nuestro país anualmente varía siendo afectado por diferentes factores como: climáticos (principalmente fenómenos como huracanes). Los problemas de plagas y enfermedades y en otros casos puede influir la comercialización.

En la siguiente tabla se estima lo siguiente:

- 1) El área dada en manzanas.
- 2) La producción en quintales.
- 3) El rendimiento en qq/mz. (Rivas, 2005)

Tabla 1. Área, producción y rendimiento de arroz en Nicaragua 2000-2006 (en miles)

Arroz oro total		2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06
	Área	133,12	120,59	132,13	133,34	105,62	124,9
Producción	3877,44	3520,67	4196,43	3826,81	3326,53	4007,9	
Rendimiento	29,13	29,12	31,76	28,7	31,49	32,09	
Subdividido en : Arroz seco	Área	97,31	78,49	84,28	85,04	61,9	82,9
	Producción	2315,84	1587,06	1918,84	1782,72	1218,04	2055,9
	Rendimiento	23,8	20,22	22,77	20,96	19,68	24,8
Arroz de riego	Área	35,81	42,1	47,85	48,3	43,72	42
	Producción	1561,6	1963,61	2277,59	2044,08	208,49	1952
	Rendimiento	43,61	45,93	47,6	42,32	48,23	46,48

Fuente: (FAO 2004).

7.3. Importancia alimenticia del arroz

El arroz es un alimento básico en la región tropical, especialmente en áreas con problemas nutricionales, como en Latinoamérica y el Caribe; aproximadamente el consumo pasó de 10 a 30 kg a partir de los años de 1930 a 1990); El arroz suministra más calorías a la dieta que el trigo, el maíz, la yuca y papa. 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 de hierro (Fe) en el mundo, incluyendo 94 millones en Latinoamérica y el Caribe.

El hierro adicional aportado por el arroz biofortificado contribuiría a un incremento del 26% en la ingesta diaria en dietas pobres en hierro (55% de RDA). Sin embargo, el FE 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 (FAO. 2004)

7.4. Generación de variedades de arroz

El arroz es un cultivo versátil y cuenta con variedades adaptadas a una amplia gama de climas, suelos, y condiciones de humedad. En América Latina, cerca del 55% del cultivo está concentrado en zonas húmedas, de las cuales cerca de dos tercios se producen bajo condiciones de riego. El otro 45% por ciento, que se denomina arroz de secano, se cultiva con el agua de lluvia (condiciones temporales) (CIAT, 2006).

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 arrocería. 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 de los productores para los consumidores.

Según Cuadra (2009), 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 mejor calidad industrial (80/20), con el inconveniente que esta presenta susceptibilidad a la Pyricularia y al manchado del grano. Por el contrario INTA Dorado, es tolerante a Pyricularia, presenta buen rendimiento, pero tiene mala calidad industrial de granza. ANAR 97, es una variedad intermedia, regular rendimiento y calidad industrial.

Esto quiere decir, que en Nicaragua se requiere de mejorar las variedades de mayor potencial productivo, calidad industrial y resistencias a las enfermedades con lo cual se pueda superar los niveles de producción de acuerdo a la calidad industrial de las variedades que se están cultivando actualmente en nuestras zonas arroceras.

7.4.1- Característica de la variedad INTA DORADO:

Según Informe Técnico Anual de Arroz 2003.

Vigor comercial: Bueno

Días a floración: 80-90

Altura de planta: 92 cms

Excerción de espiga: 5-7 cm. (buena)

Densidad de espiga: Intermedia

Color de la testa: Amarillo

Longitud de espiga (cm.): 23.6

Capacidad de macollamiento: Buena de 15 a 19 hijos

Reacción al acame: Tallos moderadamente fuertes. La mayoría de las plantas sin acame (85 al 99%).

Reacción a Pyricularia: Resistente

Peso de 1000 granos (g): 25

Número de granos/espiga: 135

Días a cosecha: 120-125

Potencial genético: 140 (9 tn/ha) (Riego), 110 (7 tn/ha) (Secano)

Recomendado para: Riego y secano favorecido

Origen: CIAT Programa. Centroamericano

7.4.2 Adaptabilidad

INTA DORADO se puede sembrar hasta los 800 msnm, se adapta a suelos franco arcillosos. Con pH de 5.6-7.3, temperaturas de 20 a 31 °C y precipitaciones de 1,200 - 1,600 mm.

7.4.3. Zonas recomendadas para esta variedad

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 secano: Chinandega, Jalapa, Pantasma, Río San Juan, Cárdenas y Rivas (INTA, 1999)

7.5. Mejoramiento genético del arroz biofortificadas

El mejoramiento genético ofrece oportunidades para enfrentar limitantes nutricionales para 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, 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 (Pachón *et al.* 2007).

Según Reyes (2007), las variedades biofortificadas con hierro y zinc provienen de la colecta efectuada en los países de Latinoamérica (Nicaragua, República Dominicana, Cuba, Colombia, Bolivia y 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. Afortunadamente, en la naturaleza aún tenemos suficiente variabilidad genética para esta característica. 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 micros nutrientes, mediante la utilización de métodos convencionales de mejoramiento genético.

El arroz desde el punto de vista alimenticio y nutricional tiene una gran importancia, según consumer.es EROSKI, (2001). El almidón es el componente principal del arroz, se encuentra en un 70-80%. El almidón es un hidrato carbono presente en los cereales, hortalizas radicales como las zanahorias y tubérculos. Se compone de amilosa y amilopectina, siendo la proporción de cada una la que determina las características culinarias del producto. A mayor proporción de amilopectina, más viscosa y pegajosa estarán los granos entre sí. El contenido de proteínas del arroz es del 7%, y contiene naturalmente apreciables cantidades de tiamina o vitamina B1, riboflavina o vitamina B2 y niacina o vitamina B3, así como fósforo y potasio.

Estas propiedades nos indican que se debe apreciar el valor nutricional del arroz, para suplir las demandas de deficiencia de hierro (Fe) y zinc (Zn), es necesario el mejoramiento genético que ofrece oportunidades para enfrentar limitantes nutricionales para 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 junto con el 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 el consumo de arroz ya que es parte de la dieta cotidiana de los nicaragüenses.

Por lo antes mencionado una vez que estas líneas biofortificadas con hierro y zinc sean evaluadas y analizadas en condiciones climáticas de nuestro país, los productores tendrán la oportunidad de adoptarlas tomando en cuenta los beneficios en que diferencian a las demás Líneas o variedades ya conocidas, el cual también tendrá un efecto nutritivo para los consumidores.

Consumer.es EROSKI (2001), en la siguiente tabla de composición nutritiva (por 100 gramos de porción comestible, en crudo), expresa la diferencia nutritiva entre el arroz blanco (A. O) y el arroz integral (A. I).

Tabla 2. Composición nutritiva del arroz común.

	Energía (Kcal)	Hidratos de carbono (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Fibra (g)	P (mg)	K (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Vit. B1 (mg)	Vit. B2 (mg)	Vit. B3 (mg)
Arroz Oro	354,0	77,0	7,60	1,7	0,3	180	120	0.5	0.42	0,06	0,03	3,80
Arroz integral	350	77,0	8,0	1,1	1,2	300	275	1.6	0.63	0,3	0,06	4,60

Fuente: (FAO, 2006).

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, la salud, vigor, inteligencia, capacidad productiva de niños con los habitantes del campo de escasos recursos. Estudios realizados por diferentes investigadores han mostrado que el arroz sin pulir puede variar en contenido de hierro (base seca) de 7-24 mg Fe /kg, en contenido de zinc de 16-58 mg/kg. El contenido de Fe y Zn del arroz pulido común es de 1.8 a 18 ppm. Las líneas mejoradas de arroz biofortificadas contienen entre 4 - 6 ppm de hierro (Fe) entre 18 - 22 ppm de Zn (Pachón, H. *et al*, 2007).

Por lo tanto se puede decir en cuanto a la composición nutritiva que por cada 100 gramo comestible en crudo reflejado en el cuadro anterior el arroz integral supera al arroz blanco en cuanto a proteínas, fibra, fósforo, potasio y vitaminas B1, B2, B3 siendo más bajo en energía y grasas.

7.6. Problema de enfermedades del arroz.

“El cultivo de arroz (*Oryza sativus* L.), es afectado por numerosos y diferentes enemigos naturales, encontrándose entre éstos un extenso grupo de agentes infecciosos que causan distintas enfermedades, las cuales en determinadas condiciones ambientales constituyen unos de los factores limitantes de mayor importancia en la explotación de este cereal. La actividad desarrollada por estos patógenos (hongos) en los órganos invadidos (hojas, tallos, inflorescencia, 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 tiempo de manejo agronómico que ellas reciben” (Rodríguez y col. 2006).

Lo anterior nos indica que la mayoría de las enfermedades que atacan al cultivo del arroz, son ocasionadas por hongos, esto se debe a la gran necesidad hídrica que demanda el cultivo para lograr su desarrollo y funciones fisiológicas, entonces se crean condiciones óptimas para el desarrollo de los agentes infecciosos (hongos). Por tales razones mencionadas estos hongos generan grandes pérdidas en la producción del arroz por lo tanto es preciso crear nuevas variedades que tengan resistencia o que sean menos susceptibles a las enfermedades.

Las enfermedades que constituyen el principal objetivo son pyricularia (*Magnaphorte grisea*) y manchado del grano (*Helminthosporium oryzae*). En donde nos enfocaremos mas para saber la incidencia que tienen en el país ya que baja la calidad del cultivo. Otras enfermedades como Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*), encalado de la hoja (*Monograpella albescens*) juegan un importante papel ya que ocasiona pérdidas considerables (FLAR, 2007).

Existen diferentes centros de investigaciones a nivel mundial que han dado origen a diferentes variedades resistentes a la Pyricularia o añublo del arroz, manchado de grano etc. debido a que esta es una limitante que interviene en la calidad del arroz que ocasiona bajas en los rendimiento y problemas a la hora de la comercialización. Sin embargo se

siguen haciendo estudios y evaluaciones de nuevas variedades o líneas que sean resistentes a estas enfermedades. Es muy importante considerar que la resistencia de una variedad es temporal por tales razones es necesario hacer rotaciones de variedades en los campos arroceros. La selección de “sitios calientes” bajo alta presión de enfermedad y diversidad de agentes patógenos ha sido el principal método para desarrollar líneas y variedades mejoradas de arroz con resistencia a enfermedades que son las causantes de pérdidas muy considerables obviamente,

Según (CIAT 2001), se está analizando minuciosamente el genoma Oryzica Llanos 5 para identificar su combinación de genes de resistencia. Esto forma parte de un esfuerzo más grande para catalogar tanto los genes de resistencia en la planta como los genes de virulencia en el hongo. Se han logrado avances mediante el uso de líneas casi isogénicas que portan genes individuales de resistencia y de ensayos biológicos con linajes conocidos del añublo del arroz, manchado de grano entre otros.

Se necesita algo más Oryzica Llanos 5 es una variedad que se desarrolló mediante mejoramiento de “sitios calientes” y es excepcional porque ha permanecido resistente principalmente a *pyricularia* durante más de una década.

7.7. Enfermedad: Piriculariosis, bruzone, quemado, añublo del arroz

Agente causal: *Pyricularia grises* (Humberto *et al*, 1991).

7.7.1- Distribución e importancia económica

Tiene amplia distribución en el país, pero la existencia de variedades tolerantes 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 en el de riego (CIAT, 2006).

7.7.2- Biología de la Pyricularia

Se presenta durante el período comprendido entre el mes de julio y noviembre 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. (Cuadra, S 2009).

7.7.3. Síntomas y Daños de la Pyricularia

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

Cuando las condiciones son favorables para el incremento de la severidad de la enfermedad, se pueden producir pérdidas superiores al 70 % del rendimiento de campo puede ser que muchos granos cosechados pierden calidad molinera. (CIAT, 2006).

7.7.4. Metodología para determinar la incidencia de Pyricularia

7.7.4.1. Evaluación en la fase vegetativa

Se parte de tres conceptos básicos:

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

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

A: Número de plantas afectadas

B: Número de plantas observadas

Intensidad (INT): Área del tejido de una planta dañada.

(INT): % de área foliar afectada (AFA) en una planta

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

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

Para determinar la intensidad se utilizó la escala del IRRI (Internacional Rice Research Institute) editada en 1981 que permite estimar el porcentaje de área foliar afectada (AFA).

Muestreo: se muestreo los campos por sus diagonales. Se toman 100 plantas al azar evaluando en cada una de ellas la hoja más dañada cuantificándole el % de AFA. Por la variabilidad y agresividad del hongo los muestreos se realizaron semanalmente (CIAT, 2006).

Hacer una aplicación de fungicida cuando la severidad alcance valores entre 2 y 3 %. La comprobación de eficiencia técnica se hará entre los 7 a 10 días posteriores a la aplicación.

7.7.4.2- Evaluación en fase panículas

Se basa en la utilización de un marco de 0,25 m² del cual se analizó 5 muestras por campo, distribuidos al azar. Para que la evaluación tenga validez el número de panículas evaluadas estuvo en el rango de 450-500 por campo. El momento de realizar la evaluación será entre los 25-30 días posteriores al inicio de la paniculación. Se cuantifico el porcentaje de panículas afectadas por cada una de las enfermedades mencionadas, teniendo en cuenta el total de tallos (CIAT, 2006).

7.8. Decoloración de las glumas o complejo del manchado del grano (GID)

Esta asociado a un complejo de hongos y bacterias *Helminthosporium (Bipolaris) oryzae*, es el más frecuentemente asociado con el Manchado de grano. La enfermedad es más común en suelos infértiles, típicos de las zonas tropicales.

En Colombia, los patógenos más comunes asociados con la enfermedad en arroz de secano son *Helminthosporium (Bipolaris) oryzae*, *Gerlachia oryzae* y *Phyllosticta* sp. (Castaño-Zapata, 1983). Zeigler y Alvarez (1990), reportaron cuatro especies de *Pseudomonas* provocando tanto el Manchado de grano y Pudrición de la vaina del arroz.

En Nigeria, el hongo más comúnmente aislado de granos manchados fue *Sarocladium attenuatum* (Narváez *et al*, 1998).

En India, *Trichoconis (Alternaría) padwickii*, *Helminthosporium (Bipolaris) oryzae*, *Nigrospora oryzae*, *Sarocladium oryzae* y *Curvularia* sp., se atribuyen como los responsables del Manchado de grano (CIAT, 1983).

En Tailandia, *Helminthosporium (Bipolaris) oryzae*, *Trichoconis (Alternaría) padwickii*, *Fusarium semitectum*, *Cercospora oryzae*, *Sarocladium oryzae* y *Curvularia oryzae*, se reportan como causales de manchado severo de grano severo y, en las Filipinas, el patógeno más asociado con esta enfermedad fue *Trichoconis (Alternaría) padwickii* (Somarriba, 1998).

Ocupa un lugar muy significativo esta enfermedad en la problemática fitopatológicas de este rubro, debido a que la actividad de tales microorganismos reduce la viabilidad y rendimiento de la semilla certificada, particularmente.

Agente causal: Los patógenos más comunes (manchado del grano) y sus rangos de frecuencia son:

Helminthosporium oryzae (17-83%)

Phyllacticta spp. (1-16%)

Rhynchosporium oryzae (1-8%)

Alternaría padwicki (1-3%)

Curvularia spp. (1-3%)

Otros patógenos involucrados son: *Pyricularia*, *Cercospora*, *Dreschlera*, *Sarocladium* y las bacterias *Pseudomonas sp* y *Erwinia sp.* (FLAR, 2007).

Síntomas: El principal patógeno del complejo del manchado del grano es el hongo *Helminthosporium oryzae*. Debido a que se encuentra con mayor frecuencia, observándose grandes lesiones cubiertas por estructuras del hongo. Esta enfermedad es más común en los sistemas de secano que en los de riego. Es más severa en suelos ácidos ($\text{pH} < 7$). Los granos se pueden infectar antes o después de la cosecha y esta varía desde manchas pequeñas color café hasta pardeado en otros, se observan pequeños puntos. En nuestras condiciones, el *Helminthosporium oryzae* se encuentra con mayor frecuencia, observándose grandes lesiones cubiertas por estructuras del hongo varían dependiendo de la clase de microorganismos asociados y el avance de la infección. Esto disminuye el rendimiento y la calidad molinera (FONIAP, 1991)

También se puede extender hasta el endospermo y afectar el embrión. Durante la floración ocasiona mayor pérdida en el peso de la semilla (Atkins *et al*, 2003)

Epidemiología: Tiempos húmedos ($> 80\%$ de Humedad Relativa) 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 ($\text{pH} < 7$) y condiciones ambientales húmedas favorecen a estos hongos. Lo mismo suelos deficientes en potasio son un

ambiente muy propicio para que las plantas sean altamente susceptibles a esta enfermedad (Rodríguez y Col, 2006).

7.8.1. Evaluación en la fase de madurez fisiológica

Incidencia (I): Número de granos manchados dentro de una población expresada en porcentaje.

$I = A/B \times 100$ A: Número de granos manchados

B: Número de granos observados

Según Rodríguez y Col (2006), el porcentaje de granos manchados se calcula contando el número total de granos y granos manchados en 10 panículas/tratamiento, seleccionados al azar antes de la cosecha; a su vez, se categorizarán de acuerdo al sistema de evaluación Standard para arroz, que a continuación se presenta.

Tabla 3. Porcentaje de manchado de grano

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

Fuente: (Rodríguez y Col 2006).

7.9. Calidad industrial del grano.

7.9.1. Procesamiento industrial del arroz (trillado del grano).

La primera operación que se lleva a cabo en la industria que consiste en la limpieza y posteriormente el descascarillado. Con este proceso se elimina la cascarilla dura que protege al grano cuando esta en la espiga. Así se obtiene el arroz moreno o integral, rico en vitaminas del grupo B, minerales y fibra. Después se somete a un proceso denominado (mondado) con el cual se logra eliminar total o parcialmente la cutícula o salvado que recubre al grano y el germen, pero lamentablemente se elimina gran parte de las vitaminas, minerales y fibra. El germen desaparece con el último proceso, el pulido, con lo que se logra evitar que el arroz se enrancie, mientras esté almacenado, pero se reduce notablemente su calidad nutritiva (Consumer.es EROSKI, 2001).

Cabe mencionar que el contenido de vitaminas y minerales del arroz gran parte puede perderse en el proceso de trillado o descascarillado dejando solo carbohidratos, por lo tanto la calidad molinera es muy importante al momento de seleccionar una nueva variedad.

7.9.2- Calidad molinera del grano de arroz.

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 arrocera, 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 blanco total superiores al 70% y del grano entero mayores del 50% (FLAR, 2007)

El procedimiento usado comúnmente consiste en secar muestras de 250 gramos de grano hasta alcanzar menos de 14% de humedad. Las muestras se descascararán 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. 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 (Jennings, et al 1981)

Las mediciones directas de la calidad molinera debe incluir testigos bien conocidos, sometidas a las pruebas de rendimiento, como testigos para estos fines se utilizó la variedad INTA Dorado.

7.9.2.1. 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 Jenning et al (1981).

Tabla 4. Escala de 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		-	

Fuente: (Escala CIAT 2006).

7.10. Problemas de acame o volcamiento del cultivo de arroz.

Según Contín (1990), citado por Cuadra (2005). Menciona que en el cultivo del arroz la resistencia al acame disminuye al aumentar la altura de las plantas, por lo tanto la fuerza de los tallos disminuye. Cuando los tallos son cortos y robustos poseen resistencia a doblarse. De acuerdo con lo mencionado por Contín (1990), citado por Cuadra 2006, existe una característica común en las variedades resistentes al acame el cual tiene que ver con el grosor del tallo y la altura, sin embargo, la resistencia a la velocidad del viento depende de la época de siembra ya que en los meses de noviembre y diciembre la velocidad del viento aumenta significativamente convirtiéndose en un factor muy importante ya que no sólo ocasiona el acame si que también provoca quemaduras en las hojas de la planta.

Según Tinarelli (1989), los tallos fuertes y cortos más que ningún otro carácter, determinan la resistencia al volcamiento, una proporción favorable de paja por grano, una mayor respuesta al nitrógeno y alta capacidad de rendimiento.

7.11. Características agronómicas del cultivo de arroz.

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 los productores.

Según Rivera y Meza (2007), 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 características genéticas, pero puede depender al mismo tiempo de las condiciones que el cultivo se desarrolle, por ejemplo: densidades de siembra, fertilidad del suelo y temperaturas bajas que no permiten la formación del macollaje.

Se puede decir que el macollamiento es una de las principales características sometidas a evaluación como una habilidad genética que permite mejorar la capacidad de producción de la planta.

Según el CIAT (1983), la senescencia está referida a la madurez de las hojas de la planta de arroz. La rápida senescencia de las hojas superiores puede ir en detrimento de los granos que no se encuentra completamente llenos.

La senescencia de una variedad o línea juega un papel muy importante ya que de ello depende la formación y maduración fisiológica de los granos con tiempo determinado. Además esto le permite al productor conocer el tiempo a cosechar según la variedad. Otras características de importancia que intervienen como componentes de rendimiento según autores se refieren a longitud de panícula, fertilidad de panícula y el peso del grano.

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. La longitud de panícula fue influenciada por el componente genético y las condiciones climáticas coincidiendo con Angladette (1975), que afirma que los caracteres cuantitativos (macollamiento y longitud de panícula) varían debido a un componente genético y por condiciones ambientales.

Este carácter expresa el potencial en rendimiento de una variedad, el cual está influenciado por algunos factores ya sean genéticos o ambientales, sin embargo, existen promedios de longitud de panícula aceptables, pero es necesario combinar este carácter con los demás al momento de seleccionar una variedad.

La fertilidad de la espiguilla es un prerequisite obvio para obtener altos rendimientos, los porcentajes de una esterilidad normal de las espiguillas son de 10 a 15% un porcentaje más alto es preocupante. La esterilidad es común en materiales generales de arroz y esta tiene tres causas principales: temperatura externa, volcamiento, esterilidad híbrida y/o compatibilidad genética (Jenning *et al*, 1981).

Según el autor las variedades que responden con buena fertilidad son las que sobresalen en altos rendimientos, por lo tanto entre más fértil sea la panícula se obtiene mejor rendimiento productivo.

CIAT (1983), 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. Esto quiere decir que para lograr este objetivo se requiere de buscar la época adecuada, sin embargo, a veces es un factor no controlable ya que el clima varía repentinamente.

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 extralargos son los que obtienen mayor peso (López, 1991).

En lo que se refiere el peso de mil granos es una manera de valorar la correlación que existe en conjunto con los demás componentes de rendimiento y la mayor influencia en el incremento del rendimiento productivo.

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 y el 20 y 30% restante se forma por traslocación de elementos sintetizados antes del espigamiento (Zavala, y Ojeda, 1988). Esto da entender que si las condiciones climáticas son favorables (principalmente la radiación solar) en la etapa de llenado del grano y esto se acompaña de una buena fertilización edáfica que permita preparar reserva nutritiva a la planta para lograr una formación de granos excelentes.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. Descripción de la zona de estudio del experimento

El presente estudio experimental se estableció durante la época de invierno del 2009, en la Cooperativa Augusto César Sandino en colaboración con el INTA, Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT). Esta cooperativa está ubicada en la comunidad Las Mangas, San Isidro, Matagalpa.

8.2. Zona de estudio

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

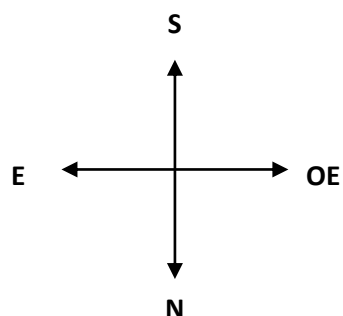
8.3. Descripción del lugar

El sitio presenta una temperatura promedio anual de 26⁰ C, las precipitaciones oscilan entre los 730 a 850 mm/año; la altura es de 465 msnm con pendientes menores del 4%, presenta suelos pardos oscuros, franco arcillosos profundos (60 cm) y con un buen drenaje. Los suelos pertenecen al orden de los molisoles, de la serie San Isidro Clase II y su pH es ligeramente ácido 5.5) (Anexo 7).

8.4. Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (D: B.C.A.), que consistió de 16 tratamientos (genotipos) y cuatro repeticiones. Cada parcela experimental, consistió de 5 surcos de 5 metros de largo cada uno. La separación entre surco fue de 0.25 m. el área de cada bloque fue de 6,25 m². La parcela útil consistió en los 3 surcos centrales de la parcela experimental, para un área de 3.75 m² (Anexo 2).

Plano de campo



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

8.5. Descripción de los tratamientos

Se evaluaron 15 genotipos de líneas avanzadas con alto contenido de hierro (Fe) y zinc (zinc) con tolerancia al complejo del manchado de los granos, acame y Pyricularia. Además se incluye la variedad testigo, INTA Dorado para evaluar el comportamiento de esta con respecto a las 15 líneas debido a que esta es una línea ya evaluada en diferentes lugares de

Nicaragua por presentar buenos rendimientos, adaptación a la zona y buena calidad.

En la tabla 5 se describen los tratamientos involucrados en el experimento de líneas promisorias de arroz. Los materiales son de grano largo, y se caracterizan por ser de ciclo intermedio y largo. El testigo comparativo fue la variedad comercial INTA DORADO.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos de evaluación de líneas avanzadas de arroz biofortificado. Las Mangas san Isidro, época de invierno del 2009.

Tratamiento	Identificación del Genotipo	Tratamiento	Identificación del Genotipo
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	10	CT 18148-10-4-2-3-3-M
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	11	CT 18154-5-5-1-5-2-M
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	12	CT 17330-M-2-1-5-2-M
5	CT 15679-19-1-4-2-6SR-5	13	CT 17380-35-1-1-1-3-3-M
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	16	INTA DORADO

Fuente: Resultados de investigación

8.6. Manejo Agronómico del Experimento

La preparación del suelo fue mecanizada y consistió en chapoda, un pase con rotadisco, dos pases de grada y 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 de semilla (2.2 qq/mz).

El control de malezas de hojas anchas, gramíneas y ciperáceas, fue manejado desde antes del establecimiento del cultivo hasta los primeros 40 días de establecido. Para ello se aplicó

medidas de control, mecánico, manual y químico (Glifosato, Pendimetalin, etc.). Además, se realizó limpiezas manuales para la eliminación de plantas atípicas que a su vez facilitó la labor de la cosecha, a los 30-60 y 90 días después de la siembra.

El control de plagas insectiles se efectuó mediante recuentos periódicos, utilizando como base los umbrales de daño económico establecidos. Para control del chinche de la espiga (*Oebalus insularis*), los umbrales de daño estarán en dependencia del estado fenológico del cultivo: pre y floración=2.2 chinches/m², grano lechoso = 0.67 chinches/m², grano ceroso = 4.34 chinches/jamaso. Para gusanos del complejo *Spodoptera* el umbral fue del 30% de afectación en la fase vegetativa del cultivo. No se realizó aplicaciones preventivas de fungicidas con la finalidad de evaluar la reacción de las líneas al complejo del manchado del grano.

La fertilización se hizo de la siguiente forma:

1. Fertilización base: Fórmula 12-30-10, 129 kg/ha (2 qq/mz) al momento de la siembra aplicada al voleo.
2. Complementación de fertilización nitrogenada: Fórmula urea 46%, 259 kg/ha (3.5 qq/mz), en forma fraccionada de la siguiente forma:
Primer fraccionamiento (20 dde) Segundo fraccionamiento (40 dde); 64.7 kg/ha (1 qq/mz) y tercer fraccionamiento (60 dde); 97 kg/ha (1.5 qq/mz) cada uno.
3. Complementación de fertilización potásica: Fórmula MOP (0-0-60), 64.7 kg/ha (1 qq/mz), en forma fraccionada de la siguiente forma:
Primer fraccionamiento (40 dde) y segundo fraccionamiento (60 dde); 32.3 kg/ha (0.5 qq/mz) cada uno.

En cuanto a las láminas de riego estas se complementarán con el invierno y se mantendrán en dependencia del crecimiento del cultivo. Iniciando con láminas de 5 a 10 cm en las fases iniciales (vegetativa), hasta los 20 cm durante la etapa reproductiva.

8.7. Toma de datos para la medición de las variables

El resultado de la evaluación de cada variable se realizó aplicando la escala de evaluación estándar para arroz (CIAT, 1983). El tamaño de muestra para caracteres cuantitativos de crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento fue de 10 muestras elegidas de forma aleatoria en los surcos centrales de cada parcela.

Cada variable se registró considerando el estado fenológico de la planta, el cual se indica al final de cada variable con un código entre paréntesis, de acuerdo al estado de crecimiento tal como se describe a continuación:

Tabla 6. Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.

Calificación	Categorías
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: (Escala CIAT 1983).

8.7.1 Procedimiento para medir las variables.

8.7.1.1 Características agronómicas de los cultivares.

- Rendimiento de grano en kg/ha al 14% de humedad

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. Tiempo de evaluación, estado de crecimiento 09.

- **Habilidad de Macollamiento**

Se realizó recuento de tallos, en 10 plantas tomadas al azar en el área de la parcela útil de cada tratamiento. Luego se procedió a contar el número total de tallos y dividirlo entre el número de plantas (10), para así obtener el promedio por observación. Tiempo de evaluación, estado de crecimiento 07.

Tabla 7. 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: (Escala CIAT 1983).

- **Longitud de la Panícula**

Se registró la longitud de la panícula en cm, de la base o nudo ciliar al ápice de la panícula. Tiempo de evaluación estado de crecimiento 09.

- **Fertilidad de las espiguillas**

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. Evaluada en el estado de crecimiento 09.

Tabla 8. Aplicación de la escala CIAT para fertilidad de espiguillas.

Clasificación	Categorías
1	Altamente fértiles (mas del 90%)
3	Fértiles (75-89%)
5	Parcialmente fértiles (50-74%)
7	Estériles (10-49%)
9	Altamente estériles (menos del 10%)

Fuente: (Escala CIAT 1983).

- **Peso de 1000 granos**

Se pesaron 1000 granos por cada línea con su respectivo grado de humedad. Posteriormente, se calculó el respectivo peso en gramos al 14% de humedad. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 09.

- **Altura de la planta**

Se registró la longitud de la planta en cm, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta. Tiempo de evaluación estado de crecimiento 09.

Tabla 9. Aplicación de la escala CIAT para altura de planta.

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

Fuente: (Escala CIAT 1983).

- **Iniciación de primordio floral, floración y maduración.**

Se registró el número de días, desde la emergencia hasta cuando el 50% de las plantas estaban iniciando panzones, florecidas y/o en estado de madurez fisiológica del cultivo. Tiempo de evaluación, estado de crecimiento 04, 06 y 09.

8.7.1.2. Reacción a enfermedades y al acame

- **Medición de daños por *Pyricularia oryzae* en la hoja, cuello y en los nudos de la planta**

Tiempo de evaluación, en el estado de crecimiento 03, 07 y 08 (crecimiento del tallo, estado lechoso y pastoso del grano). Según el porcentaje del área total foliar afectada.

Tabla 10. Aplicación de escala CIAT para *Pyricularia*.

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

Fuente: (Escala CIAT 1983).

- **Medición de Incidencia por Manchado del Grano**

Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 09. El porcentaje de granos manchados se calcula contando el número total de granos y granos manchados en 10 panículas/tratamientos, seleccionadas al azar antes de la cosecha.

Tabla 11. Aplicación de escala CIAT para Manchado del Grano.

Clasificación	Categorías
0	Ninguna incidencia
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: (Escala CIAT 1983).

- **Acame o volcamiento de planta**

Se realizó una estimación visual del porcentaje de plantas acamadas. Tiempo de evaluación en el estado de crecimiento 09 de cada parcela.

Tabla 12. Aplicación de la escala CIAT para acame de planta.

Clasificación	Categorías
1	Tallos fuertes 0% de acame).
3	Tallos moderadamente fuertes (1 al 15% de acame).
5	Tallos moderadamente débiles o intermedios (16 al 50% de acame).
7	Tallos débiles (51 al 99% de acame).
9	Tallos muy débiles (100% de acame).

Fuente: (Escala CIAT 1983).

8.7.1.3. Valor comercial del grano.

- **Calidad industrial.**

Se pesaron 200 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 calidad industrial de grano.

8.8. Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 13. Operacionalización de variables

Objetivos específicos	Variables	Sub variables, dimensiones ,categorías	Indicadores	Medios de verificación
Identificar genotipos con alto potencial de rendimiento y buen comportamiento agronómico	Características agronómicas de los cultivares	Peso de campo (rendimiento)	Peso en kg/ha. / Área de P.U. Por tratamiento: 3x0.25x5=3.75 m ²	Pesa en Kg. Hoja de cálculo.
		Altura de la planta	Medida en cm, en 10 plantas/cultivar/obs Clasificación Escala CIAT. Escala Categoría 1 =Menos de 100 cm (planta semienana) 3 =101-130 cm (planta intermedia) 7 =mas de 130 cm (planta Alta)	Cinta métrica y escala de CIAT
		Macollas/ planta	Promedio de 10 plantas/cultivar/obs Clasificación Escala CIAT. Escala Categoría 1 =muy prolifera más de 20 hijos 3 =Buena de 15-19 hijos 5 =Mediana de 11-14 hijos 7 =Pobre de 7 a 10 hijos 9 =Muy pobre menos de 7 Hijos	Hoja de datos y escala de CIAT
		Longitud de panículas	Se expreso en cm.	Cinta métrica.
		Granos/panículas	Promedio de granos /panículas en 10paniculas al azar.	Hoja de datos

		Fertilidad panícula	<p>Clasificación Escala</p> <p>1 3 5 7 9</p>	<p>Escala CIAT. Categoría</p> <p>=Altamente fértiles (más del 90%) =Fértiles (75-89%) =Parcialmente fértiles (50-74%) =Estériles (10-49%) =Altamente estériles (< 10%)</p>	Hoja de dato y escala CIAT.	
		Peso de 1000 granos	Peso promedio en gramos.		Pesa en gramo.	
		Días a primordio, floración y madurez fisiológica.	<p>Se registró el número de días, desde la emergencia hasta cuando el 50% de las plantas estén iniciando panzones, florecidas o en madurez fisiológica. Aplicando una escala descriptiva según CIAT.</p> <p>Escala descriptiva según CIAT Clasificación Categoría</p> <p>1= Precoz de menos de 105 días. 2= Intermedia menos 125 días. 3= Tardía más de 125 días.</p>		Hoja de datos y escala CIAT.	
Determinar los genotipos con resistencia a reacción de Pyricularia manchado de grano y acame.	Reacción a enfermedades y al acame	Evaluación de reacción a manchado del grano	<p>Medición de daños por manchado de grano: según proporción de espiguillas con glumas decoloradas en 10 panículas.</p> <p>Clasificación Escala</p> <p>0 1 3 5 7 9</p>		<p>Escala CIAT. Categoría</p> <p>=Ninguna incidencia =Menos del 15 de incidencia =1-5% de incidencia =6-25% de incidencia =26-50% de incidencia =51-100% de incidencia</p>	Hoja de datos

		Evaluación de reacción a Pyricularia	Clasificación Escala CIAT. Escala Categoría 0 = sin infección 1 = menos del 1% (Pocas ramificaciones secundarias afectadas). 3=1-5% (Varias ramificaciones secundarias afectadas o ramificación principal afectada) 5=6-25% (Eje o base de la panícula parcialmente afectada). 7=26-50% (Eje o base de la panícula totalmente afectada con más del 30% de grano lleno) 9=51-100% (Base de la panícula o entrenudo superior afectado totalmente con menos del 30% de grano lleno).	Hoja de datos y escala CIAT.
		Evaluación de reacción al acame	Clasificación Escala CIAT. Escala Categoría 1 = Tallos fuertes. 100% de plantas sin acame. 3 = Tallos moderadamente fuertes. La mayoría de Las plantas sin acame (85 al 99%). 5 = Tallos moderadamente débiles o intermedios. Entre el 50 y 84% de plantas acamadas. 7 = Tallos débiles. La mayoría de las plantas casi Caídas (< del 50%). 9 = Tallos muy débiles. 100% las plantas caídas	Hoja de dato y escala CIAT.
Caracterizar genotipos que presenten valor comercial e ingreso económico.	Valor comercial del grano	Calidad industrial	Se pesó 200 gramos de arroz pilado, 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.	Hoja de datos, probador de humedad, pilón
	Análisis económico	Ingreso económico	El cálculo del valor de del ingreso económico se realizó mediante las normas establecidas por ANAR, BAGSA y PROARROZ. Después el precio del kg de granza que obtuvo cada genotipo se convertirá en los beneficios brutos y beneficio neto en cada uno de los tratamientos por hectárea y Relación beneficio costo.	Análisis de calidad industrial y análisis de presupuesto parcial.

8.9. Análisis estadístico de los datos

Se realizó análisis de correlación de Pearson, para determinar el nivel de asociación entre las variables del componente del rendimiento usando el paquete estadístico SAS, También 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. Sin estas pruebas, cualquier inferencia que se realice sobre los resultados carecería de validez.

Se utilizó el Análisis de Varianza para comprobar diferencia estadísticas Las medias de los tratamientos fueron separadas utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de significancia ($\alpha=0.05$) para que sean comparadas. Las variables no paramétricas como escala de enfermedades, valor comercial del grano y las variables que no cumplan los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza fueron analizadas utilizando la prueba de Freedman y/o mediante análisis de contingencia.

El programa que se utilizó fué:

- El paquete estadístico SAS para el análisis estadístico como: Medias, ANDEVA, correlación de Pearson, la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% y comprobar supuesto de normalidad y homogeneidad de los datos.

8.10. Análisis económico

El análisis económico se basó en los beneficios totales donde únicamente se consideraron el rendimiento del genotipo y el valor económico de la granza con respecto a la calidad industrial establecido por ANAR, BAGSA y PROARROZ para obtener beneficios brutos en cada uno de los tratamientos por hectárea.

Para evaluar las líneas de arroz validadas en el Centro Norte de Nicaragua, no sólo bastó realizar el análisis técnico y estadístico sino también fue preciso realizar el análisis económico, el cual se hizo a través de la metodología del presupuesto parcial propuesto por el CIMMYT (tabla 23).

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. Características Agronómicas de los cultivares.

Esta constituida por las Sub variables peso de Campo, Altura de la planta, macollamiento, longitud de panícula, granos por panícula, fertilidad de la panícula el peso de mil granos, días a primordio, floración y madurez fisiológica.

El Análisis de Varianza (ANDEVA) demuestra con un 99% de confianza que existe efecto real entre al menos un par de tratamientos (genotipos) en la variable fertilidad de panícula. En cambio, para las variables rendimiento, longitud de panícula, macollas por planta, granos por panícula y peso de mil granos no se determinó efecto significativo. Los datos merecen confianza, ya que los coeficientes son considerados aceptables (tabla 14).

Tabla 14. Resultados de componentes del rendimiento de 16 Líneas de Arroz Biofortificado.

Trat.	Genotipo	Componentes del Rendimiento											
		Producción		Macolla/Pta.		Long. /Panic.		Gran/Panic.		Fertil./Panic.		Peso mil granos	
		kg/ha	Tuk.	Und.	Tk. CIAT	cm.	Tuk.	Und.	Tuk.	%	^{1/} Tk. CIAT	g	Tuk.
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	9662	A*	10.1	A* (7)	21.4	A*	136.5	A*	79.0	ABC* (3)	26.0	A*
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	8168	A	11.1	A (5)	21.2	A	130.0	A	70.0	BC (4)	29.8	A
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	8226	A	9.1	A (7)	22.6	A	130.3	A	67.2	BC (4)	27.8	A
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	9036	A	9.4	A (7)	22.3	A	144.5	A	74.8	ABC (3)	27.8	A
5	CT 15679-17-1-4-2-6SR-5	9787	A	9.4	A (7)	21.8	A	134.0	A	74.2	ABC (3)	30.0	A
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	9083	A	9.8	A (7)	21.5	A	138.0	A	74.6	ABC (3)	29.5	A
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	10146	A	10.3	A (7)	22.0	A	134.8	A	79.7	AB (2)	26.5	A
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	8703	A	9.9	A (7)	21.6	A	143.8	A	72.2	ABC (3)	28.0	A
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	9099	A	9.1	A (7)	23.7	A	163.3	A	66.2	C (5)	25.3	A
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	9630	A	10.3	A (7)	22.4	A	160.8	A	78.0	ABC (3)	30.8	A
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	9261	A	9.9	A (7)	21.3	A	116.3	A	73.2	ABC (3)	27.3	A
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	9178	A	9.1	A (7)	21.3	A	150.0	A	85.1	A (1)	27.5	A
13	CT 17380-35-1-1-1-3-3-M	10107	A	10.9	A (5)	21.3	A	124.0	A	74.0	ABC (3)	26.5	A
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	9180	A	10.2	A (7)	20.8	A	115.8	A	77.7	ABC (3)	25.3	A
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	9701	A	10.2	A (7)	23.2	A	141.5	A	74.2	ABC (3)	28.8	A
16	INTA DORADO	8655	A	10.6	A (5)	23.0	A	164.3	A	74.0	ABC (3)	29.0	A
Shapiro-Wilk Tests para Normalidad		0.4815NS		0.0498*		0.0002*		0.3037NS		0.1277NS		<.0001*	
Levene's Test para Homogeneidad		0.1677NS		0.699NS		0.1153NS		0.1192NS		0.1583NS		0.1828NS	
Pr > F Para Genotipo		0.0352*		0.4213NS		0.2616NS		0.4523NS		0.0009*		0.4953NS	
Pr > F Para Bloque		0.3562NS		<.0001*		0.4834NS		0.1098NS		0.0002*		0.9858NS	
Media		9226		9.929		21.94		139.21		74.61		27.8	
DMS		2147		3.1379		3.7874		76.038		0.089		8.75	
CV		9.078		12.3270		6.732		21.305		1.219		12.2592	

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

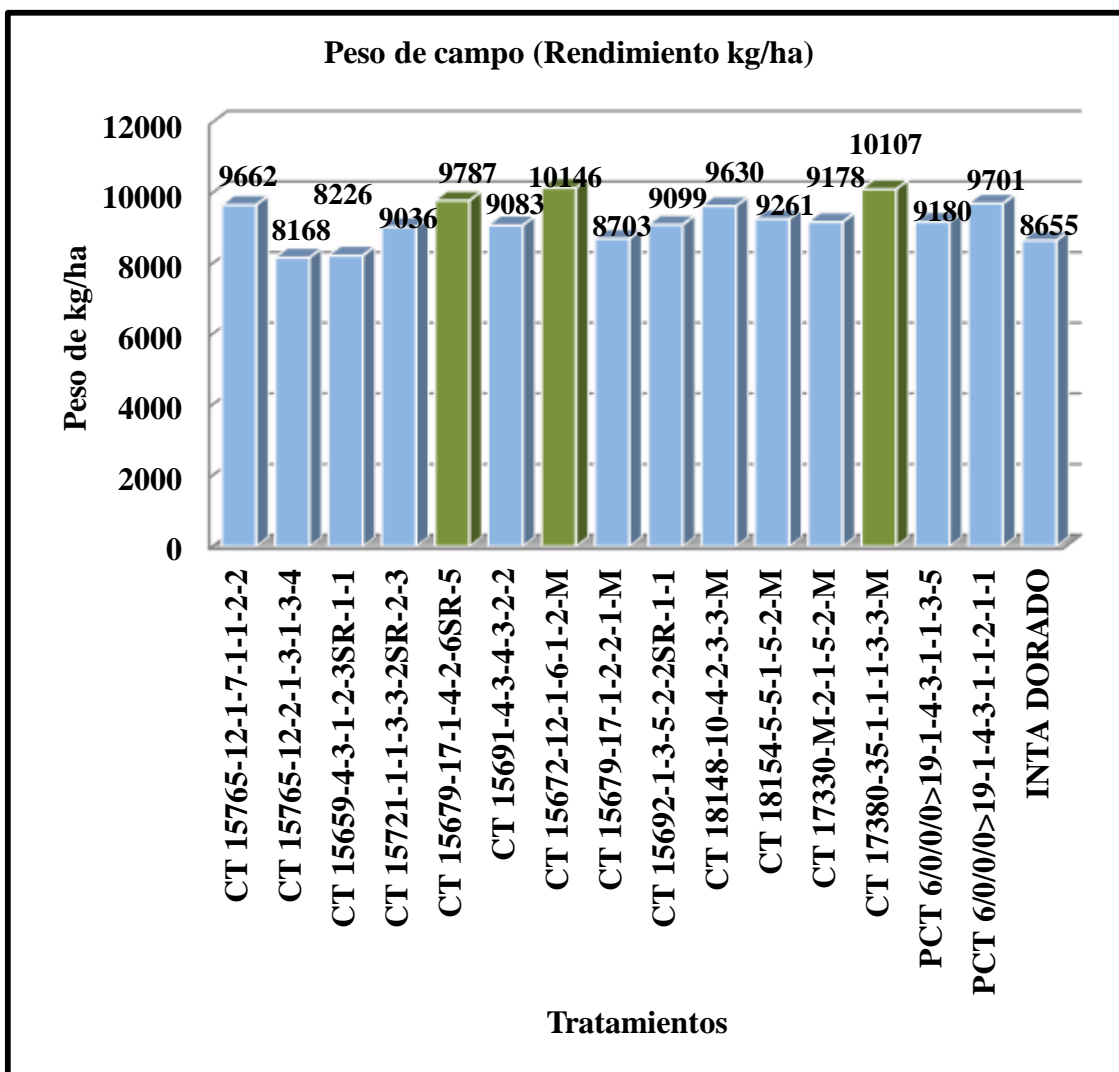
^{1/}Prueba de TUKEY realizada para datos transformados con $\text{ArcSen}\sqrt{Y}$

9.1.1. Peso de campo (Rendimiento)

Según ANDEVA determinó diferencias estadísticas significativas entre las medias de los genotipos. Las medias variaron 8.168 hasta 10.146 kg/ha. Los tratamientos 7 y 13 (CT 15672-12-1-6-1-2-M y CT 17380-35-1-1-1-3-3-M), alcanzaron los mayores rendimientos con 10.15 y 10.114 kg/ha respectivamente. El tercer mejor rendimiento lo alcanzó el tratamiento 5 (CT 15679-17-1-4-2-6SR-5), con 9.79 kg/ha. El testigo INTA DORADO (T 16), ocupó la penúltima posición con 8.65 kg/ha.

El incremento productivo entre los tratamientos que alcanzaron mayor rendimiento: 7 y 13 (CT 15672-12-1-6-1-2-M y CT 17380-35-1-1-1-3-3-M) con respecto al testigo, es del 17.3 y 16.9% respectivamente. (Tabla 14 y gráfica 1).

Los 16 genotipos evaluados son altamente productivos con rendimientos potenciales que oscilan desde 8.168 hasta 10.146 kg/ha. El rendimiento promedio de las 16 líneas de arroz evaluadas en este experimento fue de 9226 kg/ha. El rendimiento promedio nacional es 3.3 ton/ha, por lo tanto el incremento del rendimiento entre el cultivar de mayor comportamiento productivo y la media nacional es del 307.45%.



Gráfica 1. Peso de campo (Rendimiento kg/Ha).

9.1.2. Altura de la planta

La altura de 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 de ésta al acame. Así mismo, la cosecha mecánica y manual es otro factor de importancia al considerar la altura en el proceso de selección.

Tabla 15. Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable “Altura del a planta en cm” de 16 materiales genéticos de arroz.

Nº	Tratamientos	Altura de planta cm	Tk./CIAT
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	83.7	AB* (1)
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	84.9	AB (1)
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	88.0	AB (1)
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	83.8	AB (1)
5	CT 15679-17-1-4-2-6SR-5	87.2	AB (1)
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	84.0	AB (1)
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	84.5	AB (1)
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	93.7	A (1)
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	83.7	AB (1)
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	85.7	AB (1)
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	82.1	B (1)
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	86.2	AB (1)
13	CT 17380-35-1-1-1-3-3-M	85.1	AB (1)
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	82.3	B (1)
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	86.5	AB (1)
16	INTA Dorado	83.9	AB (1)
Shapiro-Wilk Tests para Normalidad		0.5208NS	
Levene's Test para Homogeneidad		0.1788NS	
Pr > F Para genotipos		0.0146*	
Pr > F Para Bloque		0.1697NS	
Media		85.8	
DMS		10.78	
C.V		4.898	

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

Prueba de TUKEY realizada para datos transformados con $\text{ArcSen}\sqrt{Y}$.

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

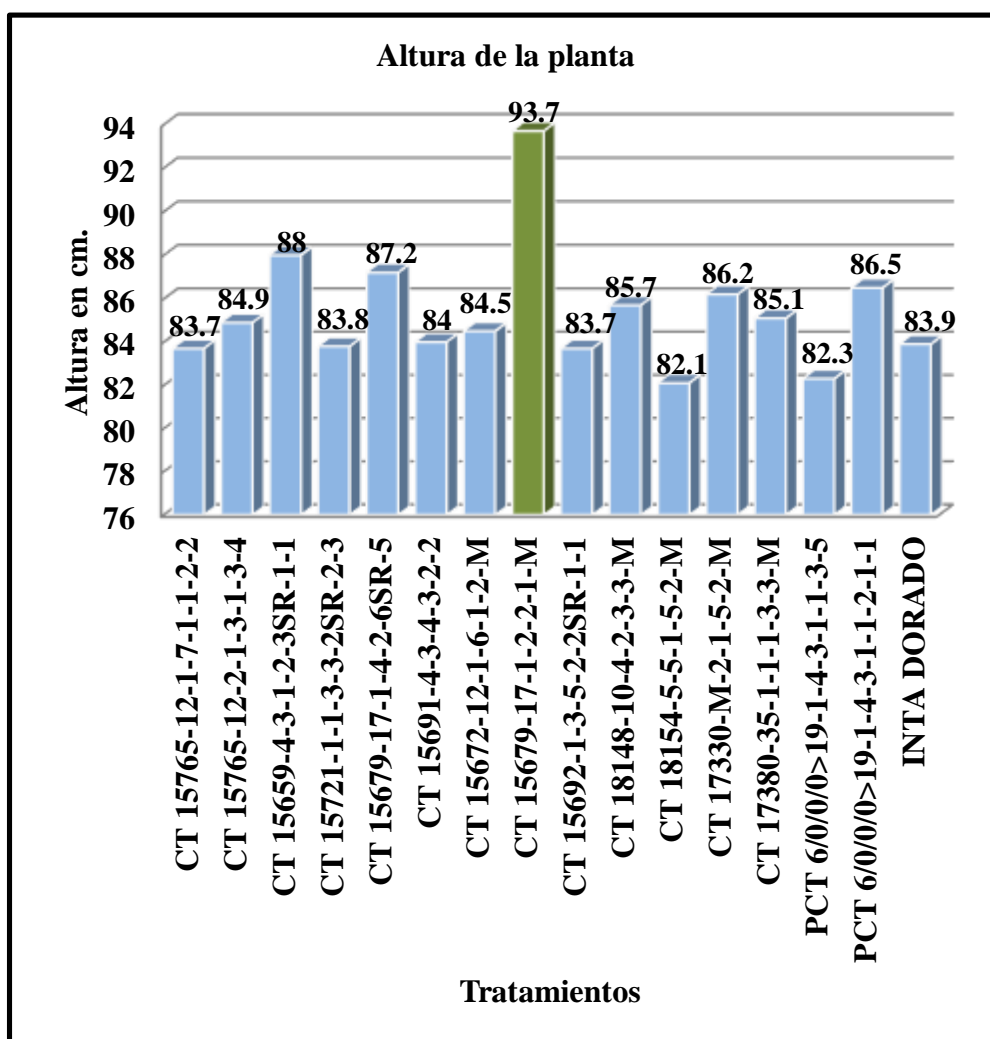
Existen variedades o líneas de porte bajo y porte alto donde las variedades comerciales su altura oscilan entre 1-1.5 m. El rendimiento y la repuesta al nitrógeno de las variedades de arroz están fuertemente relacionadas con la altura de la planta (CIAT, 1983).

En el presente estudio, los rangos de altura de planta que presentaron estos materiales fueron significativamente diferentes. El tratamiento 8 (CT 15679-17-1-2-2-1-M), alcanzó la mayor altura con 93.7 cm siendo estadísticamente superior a las alcanzadas por los tratamientos 11 y 14 cuyas alturas correspondieron a 82.1 y 82.3 cm. Todas las

líneas evaluadas, se clasificaron en la categoría 1 del CIAT (plantas semi enanas con alturas menores de 100 cm)(Tabla 15 y gráfica 2).

Se comprobó que los datos son normales según la prueba de Shapiro-Wilk y homogéneos según la prueba de Levene en subvariable altura de la planta cm.

Fernández et al, (1985), afirma que la estatura baja y la dureza del tallo son cualidades esenciales en variedades de altos rendimientos, ya que minimizan el volcamiento y poseen una mayor relación grano/paja; por otro lado, las variedades altas son más competitivas con las malezas y más adaptadas a áreas de secano.



Gráfica 2. Altura de la planta.

9.1.3. Macollamiento

El macollamiento, según Ortega (1973), 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 características genéticas, va a depender al mismo tiempo de las condiciones en el que el cultivo se desarrolle, por ejemplo: densidades de siembra, fertilidad del suelo y temperaturas bajas que no permiten la formación del macollaje.

En la subvariable número de macollas productivas por planta no se determinó diferencias estadísticas, las medias variaron entre 9.1 y 11.1 macollas productivas por planta. Los tratamientos 2 y 13 (CT 15765-12-2-1-3-1-3-4 y CT 17380-35-1-1-1-3-3-M), presentaron las mayores producciones de macollas por planta con 11.1 y 10.9 macollas siendo sin embargo estadísticamente igual al número de macollas obtenidas por los demás tratamientos (Tabla 14 y gráfica 3).

Al realizar los análisis de los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, se comprobó que los datos son normales según la prueba de Shapiro-Wilk y son homogéneos según la prueba de Levene, al realizar la prueba de Friedman para macollamiento se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Prueba de Friedman para macollamiento.

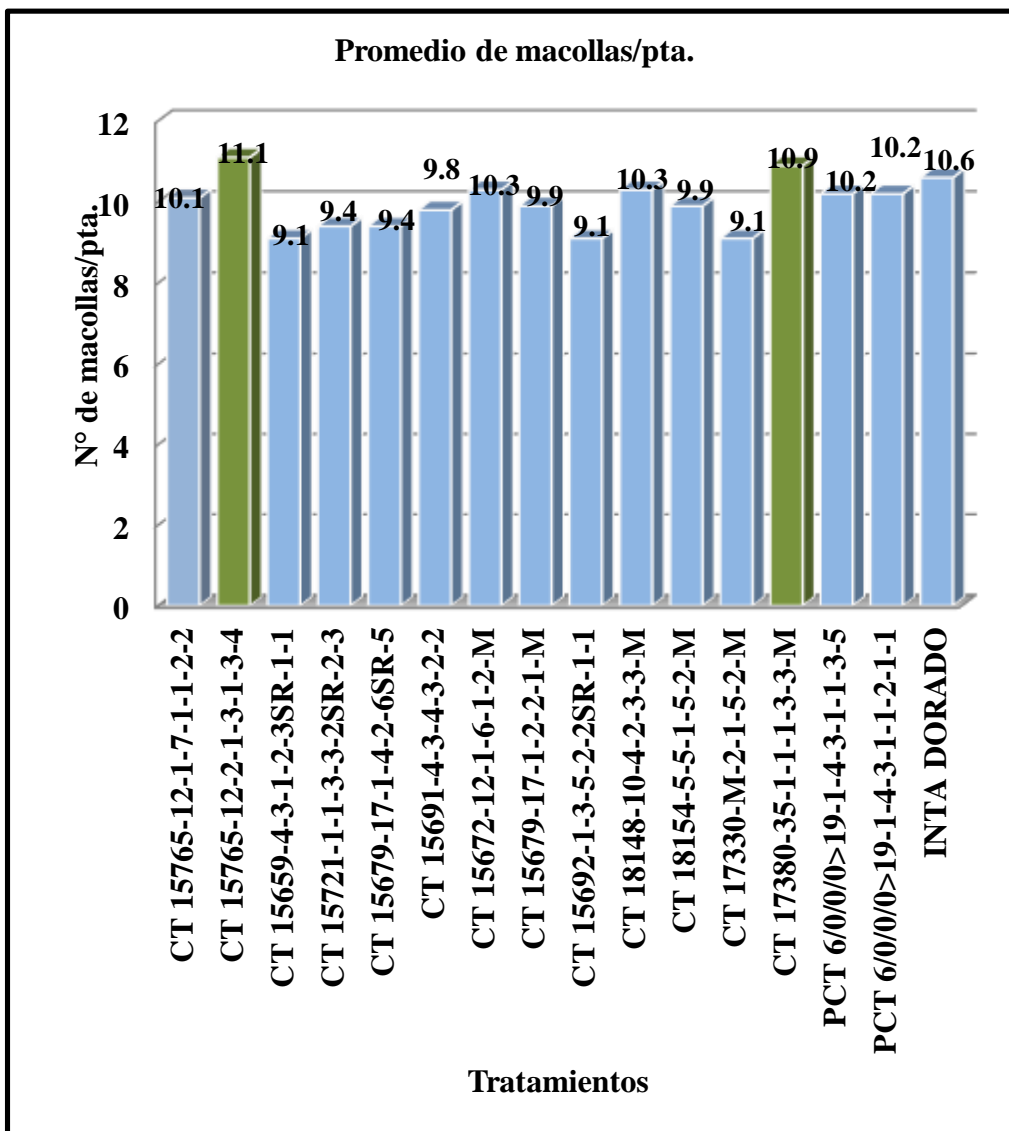
Estadísticos de contraste(a)

N	64
Chi-cuadrado	64.000
gl	1
Sig. asintót.	.000**

A Prueba de Friedman

Al aplicar la escala CIAT para macollamiento, el 18.75% de las líneas (3 tratamientos) se clasifican en la categoría 5 lo que significa que son líneas con mediana capacidad de macollamiento (11 a 14 hijos). El restante 81.25% (13 tratamientos) de las líneas

evaluadas, presentaron una capacidad pobre de macollamiento (7 a 10 hijos), clasificándose en la categoría 7. El número de macollas en las plantas tiene gran importancia ya que a mayor cantidad de macollas se obtiene mayor producción lo cual beneficia al productor debido a que sus ingresos aumentan. Lamentablemente de las 16 líneas evaluadas solo 3 de ellas tuvieron resultados aceptables por lo tanto son genotipos que el productor puede establecer en sus parcelas pero debe de dársele el manejo adecuado en cuanto a las demandas de este.



Grafica 3. Promedios en macollamiento.

9.1.4. Longitud de la panícula

Con respecto a la subvariable longitud de panícula, destacan los tratamientos 9 y 15 (CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1 y PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1) con 23.7 y 23.2 cm, respectivamente. Sin embargo, estos resultados son estadísticamente similares a las obtenidas por otros 14 tratamiento cuyas longitudes oscilaron entre 20.8 y 23.0 cm (Tabla 14 y gráfica 4).

Al realizar los 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 se demostró que los datos registrados son normales y homogéneos según la prueba de Levene, al realizar la prueba de Friedman en subvariable longitud de panícula en cm se demostró que hay diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

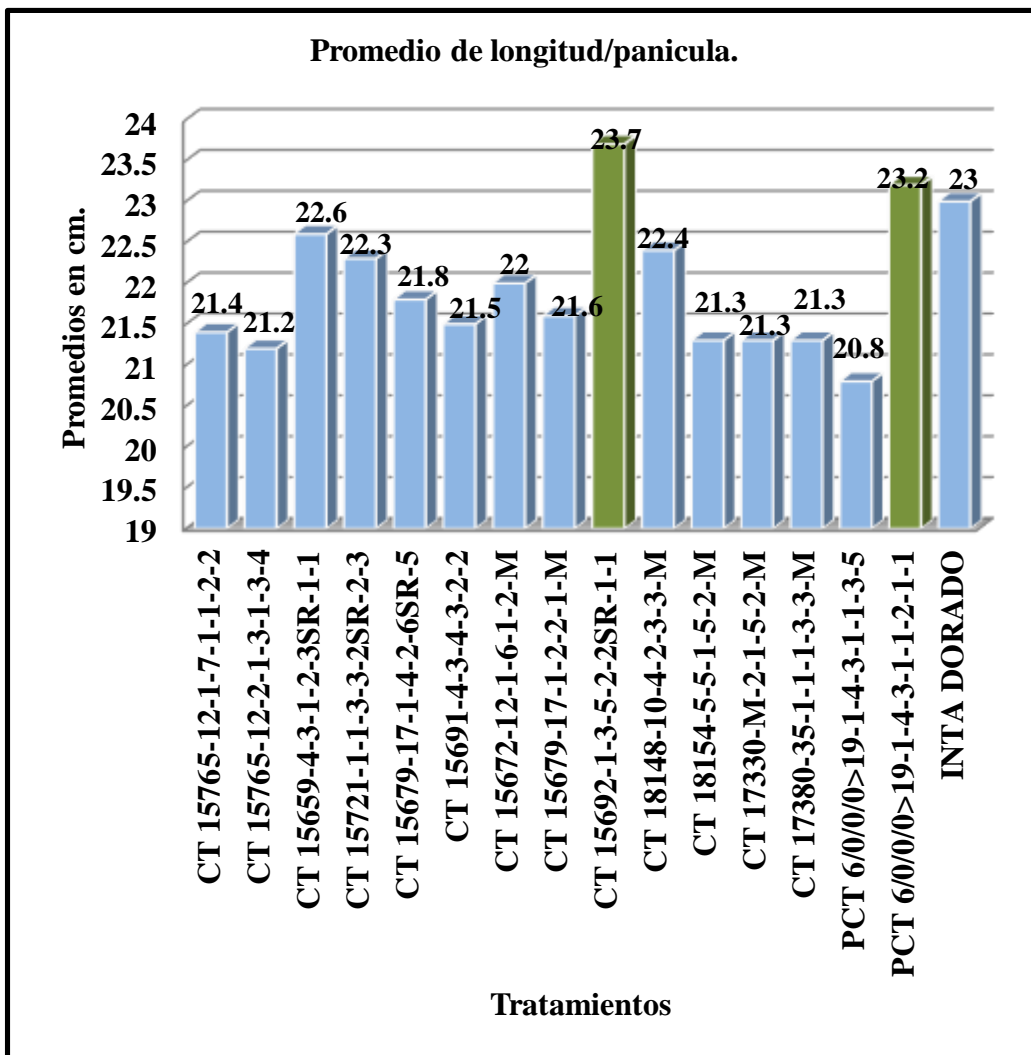
Prueba de Friedman para longitud de la panícula

Estadísticos de contraste(a)

N	64
Chi-cuadrado	64.000
gl	1
Sig. Asintót.	.000 **

A Prueba de Friedman

La longitud de la panícula es una subvariable de gran importancia debido a que esta tiene un efecto positivo en la producción ya que a panículas de mayor longitud, se obtendrá más cantidad de granos lo cual juega un papel en los rendimientos productivos beneficiando al productor.



Gráfica 4. Longitud promedio de la panícula.

9.1.5. Granos de la panícula

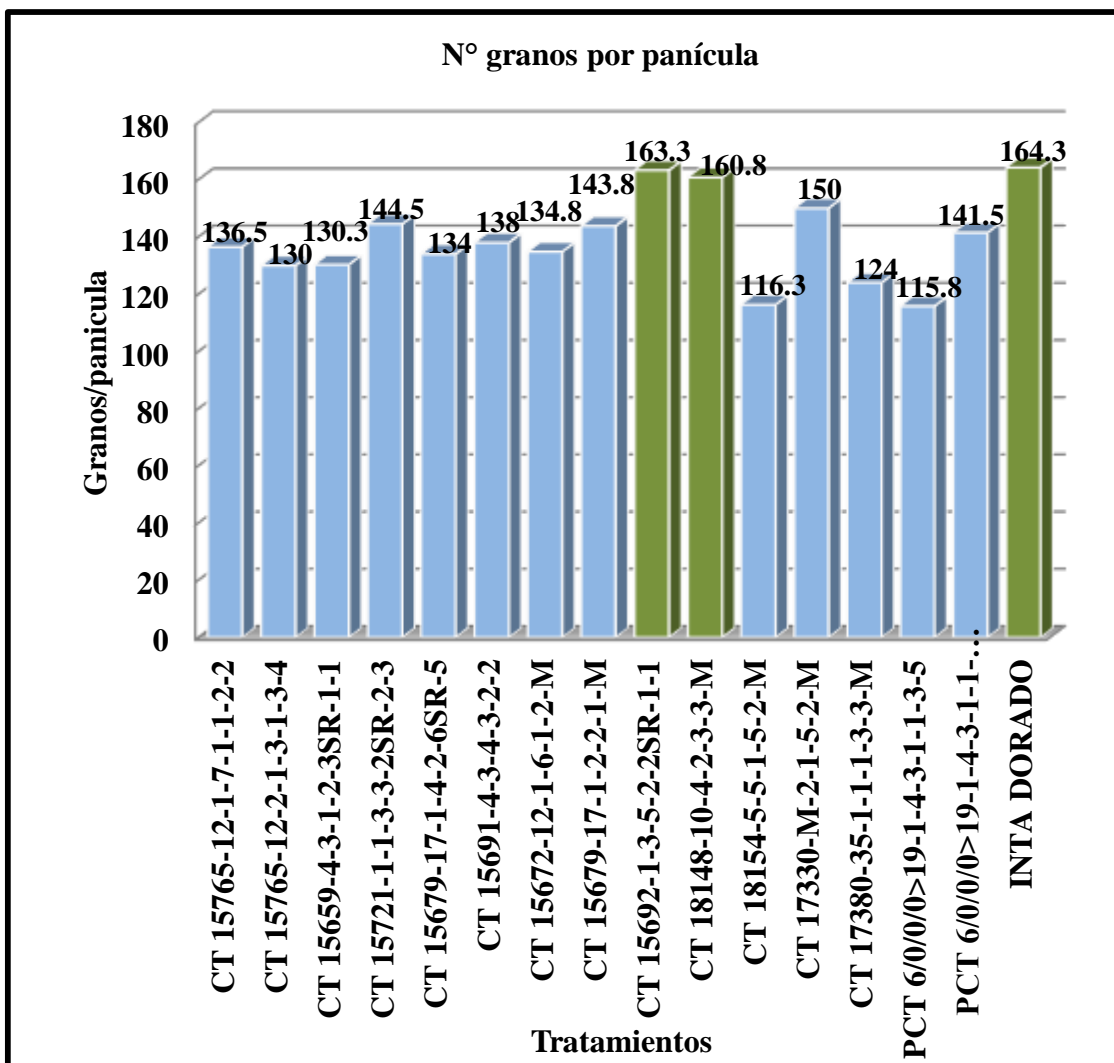
El número de espiguillas o granos por panícula es el segundo factor de importancia entre los componentes de rendimiento. El número de espiguillas disminuye si las ramas secundarias no se forman, o si se forman y luego se degeneran (CIAT, 1983). El número de granos por panícula constituye un carácter varietal; de 50-200, la cantidad menor corresponde frecuentemente a la panícula más larga y menos densa (Angladette, 1975).

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). De Datta (1986) señala que las condiciones climáticas pueden ser la causa de que se formen un mayor número de espiguillas o granos, sobre todo la radiación solar que favorece la actividad fotosintética, produciendo así un incremento en los carbohidratos.

No se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA, los genotipos que sobresalen con el mayor número de granos por panícula son los tratamientos 16, 9 y 10 (INTA DORADO, CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1 y CT 18148-10-4-2-3-3-M) con 169, 163 y 161 granos por panícula respectivamente. Aunque siendo estos resultados similares estadísticamente al obtenido por las demás líneas evaluadas, que fluctuaron entre 116 y 150 granos por panícula (Tabla 14 y gráfica 5).

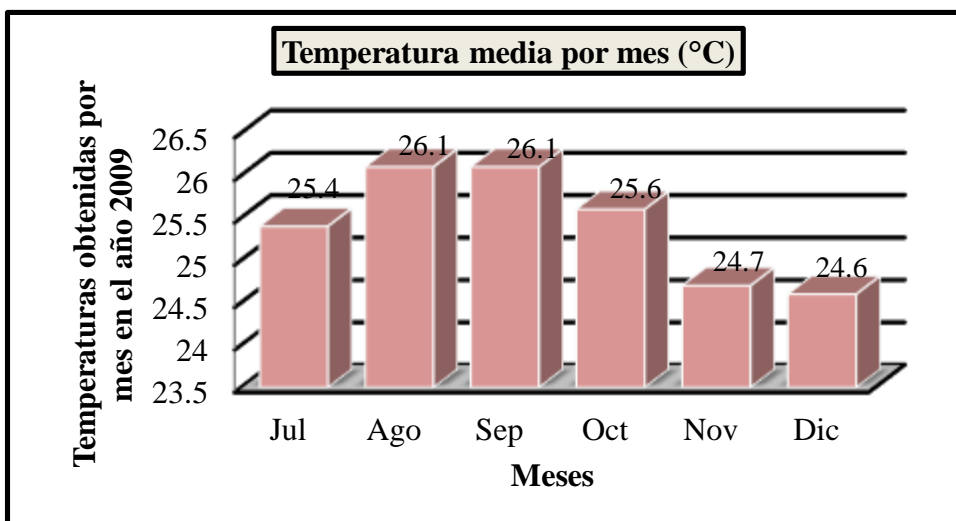
Al realizar los análisis de los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, se comprobó que los datos son normales según la prueba de Shapiro-Wilk y se demostró que los datos registrados son homogéneos según la prueba de Levene en la subvariable granos por panícula.



Gráfica 5. Promedios de granos por panícula.

9.1.6. Fertilidad de la panícula

Según Somarriba (1998), la temperatura crítica para la inducción de esterilidad se sitúa, durante la floración con temperatura inferior de 22 °C provocando la falta de apertura de las glumas (lema y palea), si la temperatura es inferior a 15 °C no se produce fecundación, mayores de 35 °C son críticas para la antesis y habrá mayor número de granos vanos, disminuye el número de espiguillas y puede llegar a causar esterilidad. En este experimento, la temperatura promedio durante la floración fue de 26.8 °C

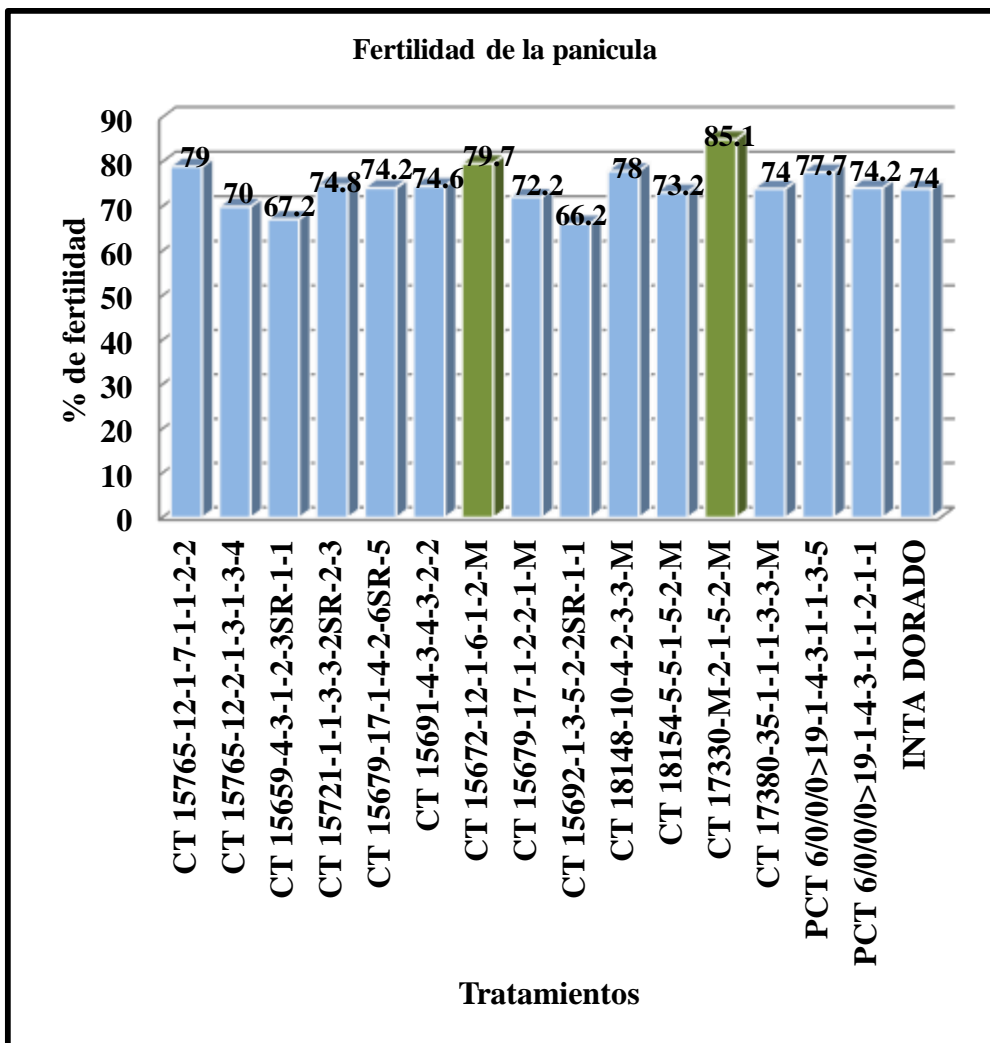


Gráfica 6. Temperaturas medias por mes en año 2009 según INETER.

La fertilidad de las espiguillas está influenciada más por las condiciones térmicas que por las condiciones vegetativas por la elevada tasa de esterilidad que produce las bajas temperaturas (Tinarellí, 1989).

El tratamiento 12 (CT 17330-M-2-1-5-2-M), fue el que presentó el mayor porcentaje de fertilidad con 85.1 siendo estadísticamente el mejor tratamiento, sin embargo, el tratamiento 7 (CT 15672-12-1-6-1-2-M) obtuvo un 79.7% respectivamente, fueron estadísticamente superiores al obtenido por el tratamiento 9 (66.2%). Según la escala de fertilidad del CIAT, 11 de los tratamientos (68.75%) se clasifican en la escala 3 o sea plantas fértiles (75 al 89%). 3 de los tratamientos (18.75%) se clasifican en la categoría 5, o sea panículas parcialmente fértiles (50 al 74%). 2 tratamiento (12.50%) se clasifica en la escala 1 o sea plantas altamente fértiles (mas del 90%). Los tratamientos tuvieron distribuidos en 3 categorías estadísticas distribuyendo 11 de los 16 tratamientos en la categoría 3 como plantas fértiles, 3 tratamientos se ubicaron en la categoría 5 como plantas parcialmente fértiles, los 2 tratamientos restantes se ubicaron en la categoría 1. (Tabla 14 y gráfica 7).

Al realizar los análisis de los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, se comprobó que los datos son normales según la prueba de Shapiro-Wilk por otra parte se demostró que los datos registrados son homogéneos según la prueba de Levene en subvariable fertilidad de la panícula.



Gráfica 7. Fertilidad de la panícula.

9.1.7. Peso mil granos

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, a la temperatura constante de 16 °C, el porcentaje de grano completamente maduro es virtualmente cero.

El peso de mil granos es un carácter muy estable en buenas condiciones del cultivo y depende fundamentalmente de la variedad, sin embargo, un incremento en el rendimiento se pueden lograr materiales de mayor peso en el grano, los granos largos a

extra-largos son los que obtienen mayor peso los cuales fluctúan entre 25-35 g (López, 1991). Los tratamientos 10, 5 y 2 (CT 18148-10-4-2-3-3-M, CT 15679-17-1-4-2-6SR-5 y CT 15765-12-2-1-3-1-3-4), alcanzaron el mayor peso por mil granos con 30.8, 30.0 y 29.8 gramos, siendo estadísticamente iguales a los pesos obtenidos por los demás tratamientos.

Los tratamientos 2, 5 y 10 (CT 15765-12-2-1-3-1-3-4, CT 15679-17-1-4-2-6SR-5 y CT 18148-10-4-2-3-3-M), alcanzaron los mayores comportamientos productivos con respecto a los demás tratamientos. Estos genotipos, tienen los 6 parámetros del componente de rendimiento. Todos los tratamientos están en la misma categoría estadística según Tukey debido a que estadísticamente son iguales compartiendo la mejor categoría estadística (Tabla 14 y gráfica 8).

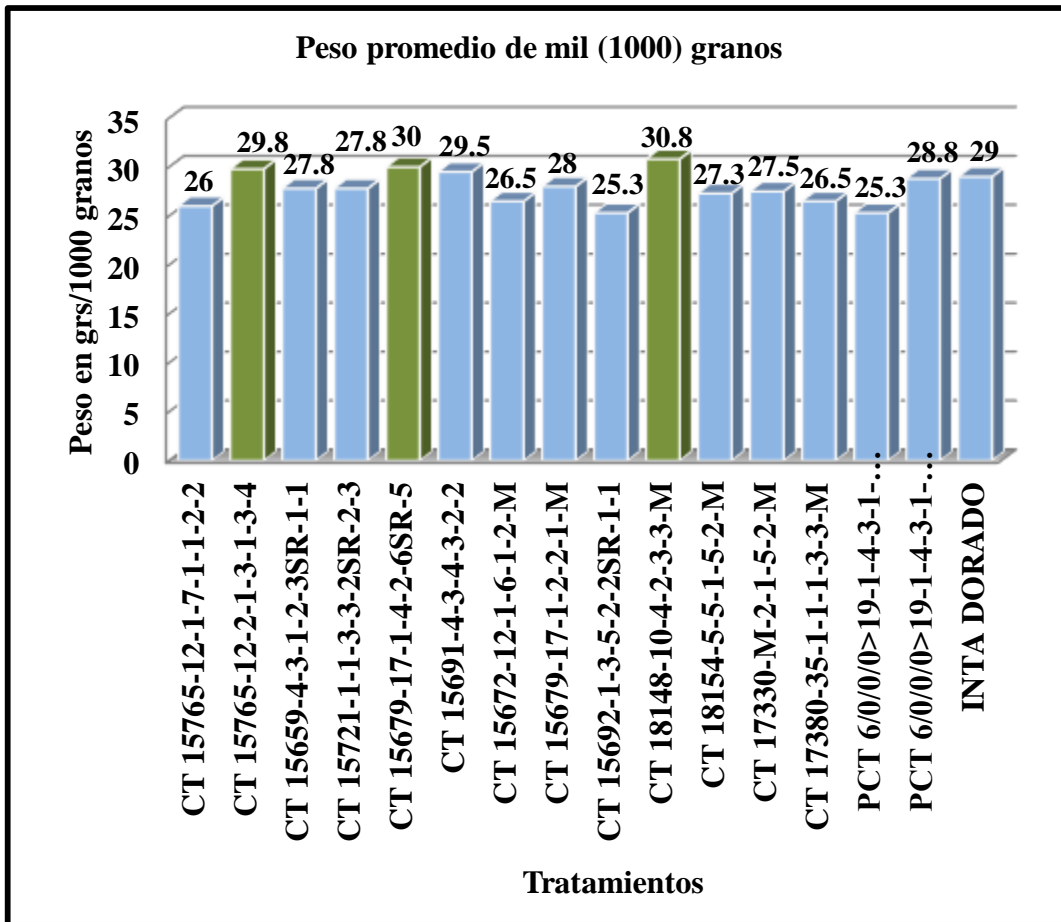
Al realizar los análisis de los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, se comprobó que los datos no son normales según la prueba de Shapiro-Wilk y se demostró que los datos registrados son homogéneos según la prueba de Levene, al realizar la prueba de Friedman para peso de mil granos se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Prueba de Friedman para macollamiento.

Estadísticos de contraste(a)

N	64
Chi-cuadrado	64.000
gl	1
Sig. asintót.	.000**

A Prueba de Friedman



Gráfica 8. Peso promedio de 1000 grano.

9.1.8. Días a primordio, floración y madurez fisiológica.

Tabla 16. Días a primordio, floración y madurez fisiológica de 16 materiales genéticos.

Nº	TRATAMIENTOS	Días Prim	Días Flor	Días Mad	Escala CIAT
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	53	79	117	2= intermedia < 120-125 días
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	55	81	121	2= intermedia < 120-125 días
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	54	81	120	2= intermedia < 120-125 días
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	53	81	118	2= intermedia < 120-125 días
5	CT 15679-17-1-4-2-6SR-5	56	82	122	2= intermedia < 120-125 días
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	56	82	122	2= intermedia < 120-125 días
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	54	81	121	2= intermedia < 120-125 días
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	58	84	125	2= intermedia < 120-125 días
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	58	83	124	2= intermedia < 120-125 días
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	57	82	123	2= intermedia < 120-125 días
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	58	83	123	2= intermedia < 120-125 días
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	55	82	120	2= intermedia < 120-125 días
13	CT 17380-35-1-1-1-3-3-M	52	77	115	2= intermedia < 120-125 días
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	60	86	126	2= intermedia < 120-125 días
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	59	84	125	2= intermedia < 120-125 días
16	INTA DORADO	50	75	113	2= intermedia < 120-125 días

Fuente: Resultados de investigación.

Al aplicar la escala CIAT para días a maduración todas las líneas se clasificaron en la categoría 2 esto significa que son líneas con capacidad intermedia para la cosecha (120-125 días) por lo tanto no hay diferencia entre genotipos según la escala CIAT.

En una variedad de vida corta (105 días a partir de la siembra hasta la madurez), el primordio de la panícula comienza a diferenciarse casi 40 días después de la siembra y puede observarse 11 días después (inicio visual de la panícula) como un cono blanco emplumado de 1-1.5 mm de longitud (De Datta, 1986).

El tratamiento 16 (INTA DORADO), fue la línea que presentó el menor número de días a primordio con 50 dde. Esta línea a los 50 días después de la emergencia alcanzó la

diferenciación visual de la panícula en el ámbito de campo. En cambio el tratamiento 14 (PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5) fue la línea que presentó el mayor número de días a la diferenciación visual con un promedio de 60 días (Tabla 16).

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

En los genotipos estudiados, los rangos de floración fluctuaron entre 75 y 86 días después de la emergencia. También el tratamiento 16 (INTA DORADO), alcanzó la floración más tempranamente (75 dde) y el tratamiento 14 (PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5) fue el identificado como el más tardío, floreciendo a los 86 dde.

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 muestran un color amarillo pálido, la panícula se inclina a 180° y se apoya hacia delante en el nudo del cuello. Las ramas del raquis en la mitad de la panícula tiende a separarse y la de la punta cuelgan, debido al peso de los granos.

El momento óptimo de recolección es cuando la panícula alcanza su madurez fisiológica con una humedad de grano de campo del 20 a 27% (Somarriba, 1998). El periodo de maduración del grano de los genotipos evaluados varió de 113 a 126 días a madurez después de emergencia.

La línea 16 (INTA DORADO), se caracterizó por ser la más precoz (113 dde) y el tratamiento 14 (PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5) como el más tardío con 126 días a cosecha después de la emergencia.

9.2. Reacción a enfermedades y al acame.

9.2.1. Resistencia a Pyricularia

Tabla 17. Reacción a enfermedades de 16 líneas de arroz biofortificado. Valle de Sébaco, invierno del 2009.

Pyricularia (Escala CIAT)				
Nº	TRATAMIENTOS	Hoja	Cuello	Nudo
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	1	1	1
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	1	1	1
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	1	1	1
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	1	1	1
5	CT 15679-17-1-4-2-6SR-5	1	1	1
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	1	1	1
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	1	1	1
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	1	1	1
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	1	1	1
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	1	1	1
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	1	1	1
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	1	1	1
13	CT 17380-35-1-1-1-3-3-M	1	1	1
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	1	1	1
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	1	1	1
16	INTA DORADO	1	1	1

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

La Pyricularia o quema del arroz es causada por *Pyricularia grisea*. 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 en el de riego. En regímenes de bajas temperaturas nocturnas (20 a 24°C) y de gran humedad relativa (80%), la agudeza de la infección es grande en variedades susceptibles (Carbonel *et al.*, 2001).

Según las observaciones de campo, todos los genotipos evaluados se clasifican en la Escala 1 del CIAT al presentar menos del 1% de lesión visible de la enfermedad tanto al nivel de la hoja, cuello y nudo de la planta (Tabla 17).

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

humedad relativa promedio durante el periodo de campo fue de 25.2°C (con un mínimo de 24.2 °C y un máximo de 26.8°C) y 65.2% de humedad relativa (con un mínimo de 60% y un máximo de 73%).

Según Carbonel *et al*, (2001) menciona que las temperaturas óptimas para que se desarrolle dicha enfermedad (germinación de las conidiosporas del hongo) son 28 °C y con una humedad relativa de 85-93%.

9.2.2. Porcentaje de Manchado del Grano.

Tabla 18. Reacción a porcentaje de manchado de grano de 16 materiales genéticos. Valle de Sébaco, invierno del 2009.

Nº	Tratamientos	Manchado de grano	
		%	Tk./CIAT
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	11.0	AB (2)
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	9.4	AB (2)
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	10.1	AB (2)
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	5.9	B (3)
5	CT 15679-17-1-4-2-6SR-5	6.9	AB (2)
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	6.5	B (3)
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	5.9	B (3)
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	8.1	AB (2)
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	8.5	AB (2)
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	11.3	AB (2)
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	10.7	AB (2)
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	13.1	A (1)
13	CT 17380-35-1-1-1-3-3-M	10.8	AB (2)
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	11.5	AB (2)
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	8.4	AB (2)
16	INTA DORADO	7.4	AB (2)
Shapiro-Wilk Tests para Normalidad		0.0003***	
Levene's Test para Homogeneidad		.0116NS	
Pr > F Para Genotipo		<.0001***	
Pr > F Para Bloque		0.1786NS	
Media		19.625	
C. V.		16.53	

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

^{1/}Prueba de TUKEY realizada para datos transformados con $\text{ArcSen}\sqrt{Y}$

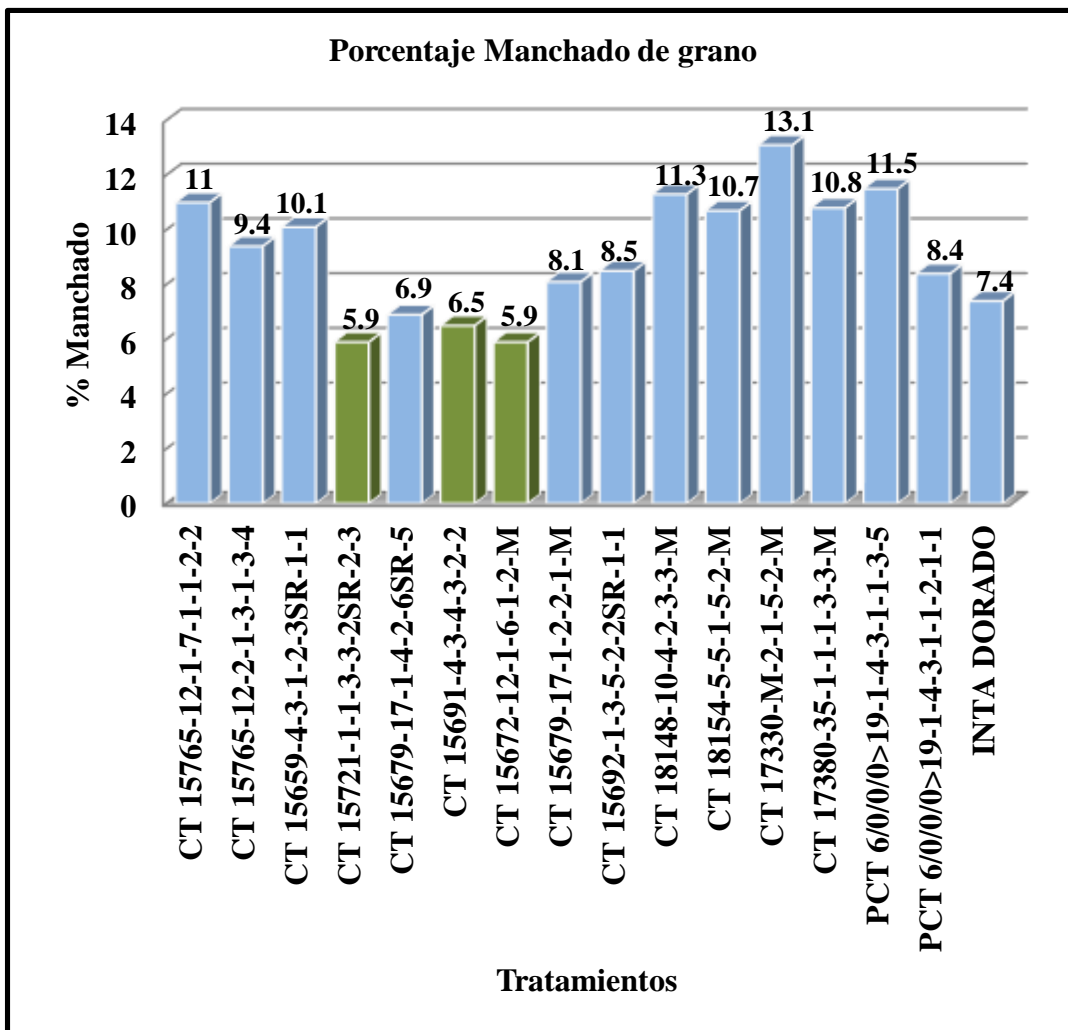
*** Altamente significativo, * Significativo, NS No significativo y C.V coeficiente de variación.

Según los resultados del análisis de varianza ANDEVA, se encontraron diferencia altamente significativa, también mediante el sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT, clasifico a los tratamientos en 3 categorías. Entre los genotipos más resistentes al manchado del grano se destacan los tratamientos 4, 6 y 7 (CT 15721-1-3-3-2SR-2-3, CT 15691-4-3-4-3-2-2 y CT 15672-12-1-6-1-2-M) como planta moderadamente resistentes a la enfermedad (Tabla 18 y gráfica 9).

Según Cuadra (2009), 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.

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.

Según las observaciones de campo, los tratamientos 7, 4 y 6 (CT 15672-12-1-6-1-2-M, CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3 y CT 15691-4-3-4-3-2-2) fueron los que presentaron menores incidencias de grano manchado siendo estadísticamente menor la incidencia en relación al tratamiento 12 (CT 17330-M-2-1-5-2-M). El 75% de los tratamientos (12) se clasifican en la escala 2 del CIAT (1-5% de incidencia), el 18.75% de los tratamientos (3) se clasifican en escala 3 del CIAT (6-10% de incidencia) el restante 1 tratamiento equivalente al 6.25% se clasifican en la escala 1 (-1% de incidencia). La incidencia de esta enfermedad esta influenciada por las condiciones climáticas que prevalecieron en las etapas de prefloración, floración, etapas lechosa y pastosa del grano. La humedad relativa promedio durante el periodo de campo fue de 71.8%, con un mínimo de 61% y un máximo de 77%.



Gráfica 9. Porcentaje de Manchado de grano.

9.2.3 Porcentaje de plantas acamadas.

Tabla 19. Resultados del ANDEVA, prueba de la homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable “% de plantas acamadas” de 16 materiales genéticos

Nº	Tratamientos	Acame planta	
		%	Tk./CIAT
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	4.8	C* (4)
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	6.0	BC (3)
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	5.0	BC (3)
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	8.0	BC (3)
5	CT 15679-17-1-4-2-6SR-5	6.0	BC (3)
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	9.8	BC (3)
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	11.3	B (2)
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	28.8	A (1)
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	8.3	BC (3)
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	6.8	BC (3)
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	6.5	BC (3)
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	5.5	BC (3)
13	CT 17380-35-1-1-1-3-3-M	6.0	BC (3)
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	5.8	BC (3)
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	5.3	BC (3)
16	INTA DORADO	7.3	BC (3)
Shapiro-Wilk Tests para Normalidad		<.0001*	
Levene's Test para Homogeneidad		0.0759NS	
Pr > F Para Genotipo		<.0001*	
Pr > F Para Bloque		0.9988NS	
Media		8.17	
DMS		0.35	
CV		8.0200	

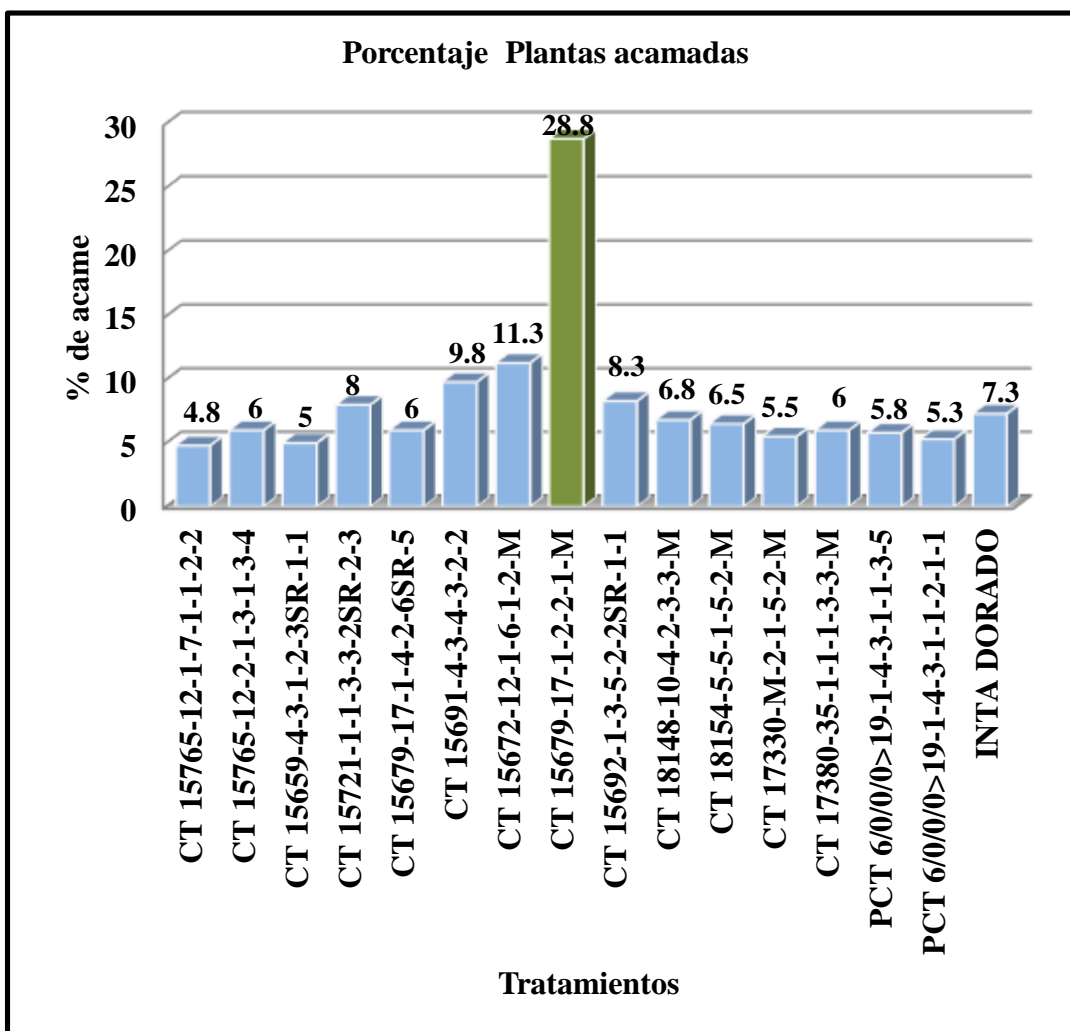
*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según TUKEY con $\alpha=0.05$.

^{1/}Prueba de TUKEY realizada para datos transformados con $\text{ArcSen}\sqrt{Y}$

Cuando se analizó el acame de los tratamientos, mediante el sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT, se determinó que el 81.25% (13 tratamientos) de los genotipos evaluados se clasifican en la categoría 3 del CIAT como plantas con Tallos moderadamente fuertes (La mayoría de las plantas sin volcamiento entre 85 al 99%). Por otra parte el restante 18.75% (3 tratamientos) presentaron un comportamiento de tallos débiles o intermedios (50-84% de las plantas con volcamiento), categoría 2, 4 y 5 según escala CIAT. Los 3 tratamientos más productivos: 7, 13 y 5 (CT 15672-12-1-6-1-

2-M, CT 17380-35-1-1-1-3-3-M y (CT 15679-17-1-4-2-6SR-5), se encuentran en la categoría de plantas con tallos moderadamente fuertes. (Tabla 19 y gráfica 10).

Contín (1990), menciona que en el cultivo del arroz la resistencia al acame disminuye al aumentar la altura de las plantas, por lo tanto la fuerza de los tallos disminuye. Cuando los tallos son cortos y robustos poseen resistencia a doblarse. Un factor muy importante a considerar en el volcamiento, es la velocidad del viento. Esta presentó velocidades promedio de 2.2 y 2.5 m/s (7.9 y 9.0 km/h) durante los meses correspondientes a la etapa de maduración del grano (octubre y noviembre).



Gráfica 10. Porcentaje de plantas acamadas

9.3. Pruebas de Correlación por Pearson:

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.

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 peso mil granos (Tabla 20).

Tabla 20. Resultados de análisis de Correlación efectuados al componente del rendimiento. Ensayo de arroz biofortificado. Valle de Sébaco, invierno 2009.

VARIABLES	ANALISIS DE CORRELACION					
	Rend.	Macollas	Long./Pan.	Gran./Pan.	Fert./Pan.	PMG
Rendimiento (kg/ha)	1.0000	0.1589	-0.0677	-0.1020	0.2464	0.2201
		0.2099	0.5953	0.4224	0.0497	0.0805
Macollas/Pta. (unds)	0.1589	1.0000	-0.1132	0.1912	0.3213	0.0629
	0.2099		0.3731	0.1301	0.0096	0.6213
Longit./Panic. (cm)	0.0677	-0.1132	1.0000	0.2644	-0.1746	0.0385
	0.5953	0.3731		0.0347	0.1676	0.7624
Granos/Panic. (unds)	0.1020	0.1912	0.2644	1.0000	0.1610	0.2049
	0.4224	0.1301	0.0347		0.2038	0.1043
Fertilidad./Panic. (%)	0.2464	0.3213	-0.1746	0.1610	1.0000	0.0693
	0.0497	0.0096	0.1676	0.2038		0.5863
Peso Mil Granos (g)	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. Variable Valor comercial del grano e ingreso económicos.

9.4.1. Calidad Industrial.

Después del rendimiento, la calidad del grano es el factor más importante considerado por los fitomejoradores (De Datta, 1986).

La calidad es de vital importancia en el porcentaje de granos quebrados 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.

Según los resultados del presente estudio, los tratamientos con mejor calidad industrial en relación entero/quebrado (E/Q) son el tratamiento T13 con relación E/Q 91/09, T10 con 90/10 y T4-T9 con 88/12 (Tabla 21).

Tabla 21. Calidad industrial de los tratamientos.

Trat.	Genotipo	Rendimiento de pilada					Índice de pilada Relación E/Q
		P.B. (gr)	P.N. (%)	A.I. (%)	A.O. (%)	A.E. (%)	
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	200	79.60	54.00	45.30	38.90	86/14
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	200	88.11	56.20	54.00	44.20	87/13
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	200	87.13	70.00	55.20	45.40	85/15
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	200	78.00	57.40	52.10	39.00	88/12
5	CT 15679-19-1-4-2-6SR-5	200	79.16	54.50	45.50	39.65	78/22
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	200	85.04	57.15	46.15	38.95	81/19
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	200	73.60	67.80	48.00	45.16	85/15
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	200	82.00	62.20	54.04	42.08	84/16
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	200	74.50	55.32	48.70	39.15	88/12
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	200	79.50	55.00	45.00	38.90	90/10
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	200	76.00	57.37	46.80	39.45	83/17
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	200	77.80	57.60	46.40	37.25	88/12
13	CT 17380.35-1-1-1-3-3-M	200	90.22	56.55	48.00	44.30	91/09
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	200	78.40	56.00	46.10	38.10	77/23
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	200	79.35	55.85	46.37	39.40	79/21
16	INTA DORADO	200	91.24	62.30	52.50	39.25	82/18

**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 el laboratorio del INTA CEVAS Centro Experimental del valle de Sébaco. Realizado por El Fiscal Analista de ANAR. Ing. Norvin Huete. San Isidro Matagalpa del 30 de enero al 4 febrero del 2011.

9.5. Análisis económico

Para efecto del análisis económico se interpretaron los beneficios brutos por hectárea, consistiendo en el resultado del rendimiento del genotipo, multiplicado por el valor del kilogramo de granza paddy. La venta al momento de la cosecha se paga de acuerdo a la calidad industrial establecida por ANAR y PROARROZ.

El cálculo del valor de la granza, se realizó en base a un precio de C\$ 430.10 por 45.45 kilogramos de granza paddy (qq), con un 13% de humedad, 44.80% de arroz entero, 67% de arroz oro y una relación entero quebrado 70/30 aplicando los descuentos establecidos por ANAR y PROARROZ.

Tabla 22. Grado de calidad, con los parámetros de premios y descuentos establecido por ANAR Y PROARROZ.

Premios y Descuentos					
Grano Entero		C\$ 4.00 ±			
Grano Oro		C\$ 3.00 ±			
Puntilla		C\$ 0.50 Después del 3% de puntilla			
Grado de Calidad 2		Descuento de C\$ 12.00			
Grado de Calidad 3		Descuento de C\$ 24.00			
Tolerancia Máxima en Porcentaje en Masa.					
Grado de calidad	Grano manchado por calor %	Grano Dañado por insectos %	Grano Dañado por Yeso %	Grano Rojo	Semillas objetable numero. %
1	0	3	6	3	4
2	1	6	10	5	7
3	2	8	12	7	10

9.5.1. Costos que varían y Presupuesto parcial.

En la validación se consideró como costo que varía únicamente al transporte, dados los incrementos en los rendimientos de cada uno de los genotipos. Para efecto del análisis económico se interpretaron los costos por hectárea. El transporte si es un costo variable, trasladar cada quintal de granza desde la finca del productor hasta AGRICORP tiene un costo de C\$ 6.00. Igualmente el costo de la cosechadora con ruedas por hectárea es de U\$ 156.00 en córdobas son C\$ 3,276.00.(en moneda nacional el costo del dólar es 21 córdobas).

El valor de la granza se rige por la calidad industrial. Para efecto del análisis económico se interpretaron los beneficios brutos por hectárea, consistiendo en el resultado del rendimiento del genotipo, multiplicado por el valor del kilogramo de granza paddy que se pueden observar en la Tabla 22. Con un presupuesto parcial de C\$ 51,900.00.

La tabla 21, refleja que T7 CT 15672-12-1-6-1-2-M alcanza los mayores beneficios netos por hectárea con C\$ 23982.49, como efecto de un mayor rendimiento seguido por el T13 CT 17380-35-1-1-1-3-3-M con un beneficio neto de C\$ 22943.39.

Tabla 23. Ingreso económico por tratamiento

	Genotipo	Rendimiento		Valor comercial	Ingreso Bruto (C\$/ha)	Comisión de Bagsa	Comisión de ANAR	Comisión de la renta	Total	Presupuesto Parcial	Costo Total que varían	Beneficio Netos/Ha	Rel. /Benef. Costo
		Kg./Ha	Quintales/Ha	valor (C\$/qq)		0.20%	0.75%	1.50%					
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	9662	212.59	329.4	70025.58	140.05	525.19	1050.38	1715.63	51900	5408.4	11001.56	1.35
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	8168	179.71	388.7	69854.82	139.71	523.91	1047.82	1711.44	51900	5764.2	10479.18	1.35
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	8226	180.99	397.1	71871.17	143.74	539.03	1078.07	1760.84	51900	5814.6	12395.72	1.38
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	9036	198.81	362.2	72009.66	144.02	540.07	1080.14	1764.24	51900	5605.2	12740.23	1.39
5	CT 15679-17-1-4-2-6SR-5	9787	215.34	333	71706.73	143.41	537.80	1075.60	1756.81	51900	5430	12619.92	1.38
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	9083	199.85	332.15	66378.84	132.76	497.84	995.68	1626.28	51900	5424.9	7427.66	1.28
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	10146	223.23	374.54	83610.18	167.22	627.08	1254.15	2048.45	51900	5679.24	23982.49	1.61
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	8703	191.49	380.34	72829.46	145.66	546.22	1092.44	1784.32	51900	5714.04	13431.10	1.40
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	9099	200.20	352.6	70589.82	141.18	529.42	1058.85	1729.45	51900	5547.6	11412.77	1.36
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	9630	211.88	328.5	69602.97	139.21	522.02	1044.04	1705.27	51900	5403	10594.70	1.34
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	9261	203.76	336.1	68484.53	136.97	513.63	1027.27	1677.87	51900	5448.6	9458.06	1.32
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	9178	201.94	326.1	65851.39	131.70	493.89	987.77	1613.36	51900	5388.6	6949.43	1.27
13	CT 17380-35-1-1-1-3-3-M	10107	222.38	371.1	82523.82	165.05	618.93	1237.86	2021.83	51900	5658.6	22943.39	1.59
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	9180	201.98	340.6	68794.46	137.59	515.96	1031.92	1685.46	51900	5475.6	9733.39	1.33
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	9701	213.44	346.61	73981.60	147.96	554.86	1109.72	1812.55	51900	5511.66	14757.39	1.43
16	INTA DORADO	8655	190.43	365.3	69563.73	139.13	521.73	1043.46	1704.31	51900	5623.8	10335.62	1.34

X. CONCLUSIONES

1. Según ANDEVA no se acepta la hipótesis nula debido a que el testigo no supero a las demás líneas evaluadas en las subvariables resistencia a enfermedades y acame.
2. Para macollamiento se encontró diferencias estadísticas significativas, las medias variaron entre 9.1 y 11.1 macollas productivas por planta. T2 y T13 presentaron las mayores producciones de macollas por planta con 11.1 y 10.9 macollas.
3. Según las observaciones de campo, los tratamientos (T4, T6 y T7) fueron los que presentaron menores incidencias de grano manchado siendo estadísticamente menor la incidencia en relación al T12. El 62.5% de los tratamientos (10) se clasifican en la escala 3 del CIAT (6-10% de incidencia), los restantes 6 tratamientos (37.5%) se clasifican en la escala 4 (11-20% de incidencia).
4. En cuanto al valor comercial del grano, en calidad industrial se encontró una diferencia simple entre los tratamientos T7, T13 y T10 según el INTA (San Isidro 2011) estos tratamientos tuvieron el mejor valor comercial y calidad industrial.
5. Los tratamientos con mejor beneficio neto y relación beneficio costo son: T7 con beneficio neto de C\$23982.49, con una relación beneficio costo de 1.61, después lo sigue el tratamiento T13 con beneficio neto de C\$22943.39. con una relación beneficio costo de 1.59.

XI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el (T7 CT 15679-17-1-4-2-6SR-5), (T13 CT 18154-5-5-1-5-2-M) y T10 CT 15679-17-1-2-3-1-M por cumplir con mayor eficiencia los parámetros como adaptabilidad ambiental en valle de Sébaco, resistencia a enfermedades y acame, gran rendimiento productivo, calidad industrial y beneficio neto económico.
2. Se recomiendan los tratamientos (CT 15765-1-2-1-7-1-1-2-2, CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1, PCT 6/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1) por tener resistencia al acame y en cuanto a rendimiento estas variedades van desde 9,662 kg/ha, 8,226 kg/ha y 9,701 kg/ha.
3. Se sugiere, incluir en los ensayos avanzados del próximo ciclo agrícola los tratamientos con mejor comportamiento productivo y agronómico.
4. El tratamiento más precoz fue el 16 (INTA DORADO) con 113 días después de la emergencia, por tanto se recomienda para futuras validaciones.
5. con respecto a la calidad industrial se recomienda los tratamientos 4, 9, 10 y 13 ya que obtuvieron la mejor relación entero quebrado.
6. Los tratamientos con mejor beneficio neto y relación beneficio costo son: T7 y T13.

XII. BIBLIOGRAFIA

1. **Aglandette, A. 1975.** El Arroz. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume. Barcelona, España.. 864 p.
2. **Agro salud 2006.**Mejoramiento del contenido nutricional (betacaroteno, hierro, lisina, triptófano y/o zinc) de cuatro cultivos (arroz, camote, fríjol y maíz). A través de una donación de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), ([www. AgroSalud.org](http://www.AgroSalud.org))
3. **Asociación Nicaragüense de Arroceros (ANAR). 2004.** El arrocero. Revista oficial de la asociación de arroceros de Nicaragua. 1ª. Ed. 1er Trimestre. Managua, Nicaragua.
4. **Atkins, John G. Marchetti, Marco A. 2003.**Washington. Enfermedades del arroz www.metabase.net/docs/earth/01107.html - 1k - (visitado Mayo/2001)
5. **Biomanantial, 2005.** Arroz historial. [en línea]. <<http://www.biomanantial.com/arroz-a-17.html>>.Actualizacion: 24:08.2005. consulta: 12.06.2009.
6. **Brenes, Gonzalo, 2008.** Evaluación de 10 variedades promisorias de arroz biofortificadas de secano, en el municipio de Belén, del pacifico sur de Nicaragua durante la época de primera 2008.
7. **Carbonel B, y Martínez C, 2001.** Enfermedades de importancia en los cereales.
8. **Castaño, J y Zapata, L. 1994.** Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en los Cultivos de importancia económica. Tercera Edición. Zamorano, Honduras.302 pp.
9. **CIAT 2001.** Mejoramiento de arroz [en línea]

<http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp/resultados.htm#intro>. Actualización:
2001.[Consulta: 15:09:2010].

10. **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2006.** Germoplasma mejorado [en línea].<http://www.ciat.cgiar.org/improved_germplasm/germoplasma/arroz.htm>Actualizada: [consulta: 16.10.2007].
11. **CIAT, 1983.** Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Programa de pruebas Internacionales de Arroz.
12. **CIMMYT. 1988.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual de evaluación económica. México D.F.; México.
13. **Contín, A. 1990.** Cultivo del arroz. Manual de producción. Editorial LIMUSA, 4ª ed. México DF., México.
14. **Consumer.es EROSKI.2001.** Alimentación. El arroz [En línea]. <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/guia_alimentos/cereales_y_derivados/2001/07/05/34967.php>. Actualización: 05.07.2001. [Consulta: 12.06.2009].
15. **Cuadra, S. 2009.** [Entrevista personal]. Realizada por Carlos Largaespada y Elvin Alaniz Rayo, el 25 de Noviembre 2009, en San Isidro, Matagalpa, (Nicaragua).
16. **Cuadra, S. 2005.** Informe técnico. Evaluación del Comportamiento Agronómico de Líneas Avanzadas de Arroz en el Valle de Sébaco, Época de Verano del 2005. CEVAS. San Isidro. Matagalpa Nicaragua.2006. p.18.
17. **De Datta, S. 1986.** Producción de arroz, Fundamentos y Prácticas. Investigador del IRRI. Los Baños, Filipinas.

- 18. FAO. 2004.** Base de datos FAOSTAT, <http://apps.fao.org>
- 19. Fernández, A. 1985.** Manual de granos básicos.
- 20. Federación Nacional de Arroceros Colombiano 2008.**< <http://www.fedearroz.com.co/fed50.htm>>. Actualización: 05.07.2001. [Consulta: 12.06.2009].
- 21. Fondo latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR). 2007.** Mejoramiento genético para la <<http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp/resultados.htm#intro>>. Actualización: 2007.[Consulta: 12.09.2007]. zona tropical [en línea]. Colombia
- 22. FONIAP divulga N° 35 Enero-Marzo 1991.**Manual de arroz.
- 23. González, E. corporación La Prensa. 2007.** Idiap sembrará arroz biofortificado [En línea]. Macaracas, Los Santos. Panamá. <http://mensual.Prensa.com/contenido/2007/04/03/hoy/nacionales/939260.html>>. Actualización: 12.10.2007. [Consulta: 15.10.2007].
- 24. Hildebrand y Russell. 1996.** Análisis y diseño de investigación y extensión a nivel de finca: Análisis de Adaptabilidad. Gainesville, Florida, USA.
- 25. Humberto A. Rodríguez, Herman A., Nass A . 1991.** Las Enfermedades del Arroz y su Control. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fdivul.html> (visitado Junio/2008)
- 26. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriale INETER 2007.** <www.ineter.gob.ni>. Actualización: 05.07.2007. [Consulta: 12.06.2009].
- 27. Instituto Nicaragüense Tecnológico Agropecuario (INTA) 2003.** Informe Técnico Anual de Arroz,
- 28. Instituto Nicaragüense Tecnológico Agropecuario (INTA). 1999.**Informe Técnico Anual Nacional Granos Básicos.

- 29. Jennigs, Coffman y Kaufman. 1981.** Mejoramiento de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- 30. Lira E. y Ruiz L. 2007.** “prueba avanzada de rendimiento de nueve líneas y una variedad comercial de arroz (*Oryza sativa*), bajo condiciones de riego en san Isidro, Matagalpa. época lluviosa, 2005”. Dirigido por Ing. Msc. Isabel Chavarría. 68 p. Monografía. UNA, Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua.
- 31. López B, L. 1991.**Cultivos herbáceos. Cereales. Primera edición. Barcelona, España.
- 32. López O. y Cruz M. 2003.** (Márgenes de utilidades que genera cada eslabón de la cadena del proceso de agroindustria del arroz, así como sus canales de distribución en la cooperativa Omar Torrijos de Sébaco 1998 a Enero 2003.69p. Monografía. UNAN-Matagalpa.
- 33. Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). 2004.** Fuente de dirección estadística Nicaragua. La prensa. 10 de mayo.P.1 C.
- 34. Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) 2006.** Fuente Dirección Estadística. La Prensa. Mayo 10-2006. Suplemento Negocios. Pág. 1 C.
- 35. Martínez, C. 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.
- 36. Narváez R. L. H. S. Lee, M. Ortega y M. Blandón. 1998.** Evaluación del Vivero 44. Informe Técnico Anual. Programa Granos Básicos.
- 37. Ortega J, 1973.** Evaluación de seis líneas de arroz (*Oryza sativa* L), y tres variedades comerciales bajo el sistema de riego, en dos épocas de siembra, en Malacatoya Managua Nicaragua.1973. 63p.

- 38. Pachón, H. 2007.** Conferencia Magistral sobre Biodisponibilidad de micronutrientes en el frijol. LIII Congreso PCCMCA, Antigua-Guatemala.2007.
- 39. Resello, E. I. 1986.** Guía técnica para ensayos de variedades en campo. Estudio FAO, Producción y Protección vegetal N° 75. Roma, Italia.
- 40. Reyes, Y. 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/hoy/defensor.shtml>>. Actualización: 12 .10. 2007. [consulta: 15.05.2009].
- 41. Rivera, E. y Meza B. 2007.** Evaluación de seis líneas de arroz (*Oryza sativa* L), y tres variedades comerciales bajo el sistema de riego, en dos épocas de siembra, en Malacatoya Managua Nicaragua. 63p.
- 42. Rivas C. 2005.** El arroz en Nicaragua [en línea]. Managua, Nicaragua.
<<http://www.mific.gob.ni/docushare/dsweb/GetRendition/Document1712/htm>>Actualización: 2005. [Consulta 21.12.2010].
- 43. Rodríguez H. y Col, R. 2006.** Estación Experimental Portuguesa [en línea].
<www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd35/texto/enfermedades.htm-19k.>.
Actualización: 12.06.2006. [consulta:16.10.2007].
- 44. Somarriba, R.C. 1998.**Texto de Granos Básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua.197 pp.
- 45. Soto, B. S. 1991.** Estudio de Observación de 20 variedades USA y 7 líneas Promisorias nacionales en comparación con dos testigos comerciales de arroz. Managua, Nicaragua.
- 46. Tinarelli, A. 1989.** El arroz. Capitulo 12, Segunda edición. EDAGRICOLE, Bologna, Italia. p 295 – 298.

- 47. Wang, Francisco. 2008.** Mejoramiento de variedades de semillas de arroz. Misión Técnica de Taiwán en coordinación con el Instituto nicaragüense de tecnología agropecuaria (INTA).
- 48. Zavala, M. I y Ojeda, L. R. 1988.** Fitotecnia Especial. Tomo 1. Editorial Pueblo y Educación. Habana, Cuba. 237 p.
- 49. Zeigler. R. S y Alvarez. F. J. 1990.** Principales enfermedades de arroz

ANEXOS:

Anexo 1. Presupuesto y requerimientos de insumos del Experimento de Arroz.

Concepto	U/M	Costo (C\$)	Cantidad	Costo/1 AET (C\$)	Costo/3 AET (C\$)
Insumos					
Germoplasma	kg				
Fertilizante 12-30-10	qq	1200	1	1200	3600
Fertilizante Urea 46%	qq	900	1	900	2700
Fertilizante MOP	qq	900	1	900	2700
Herbicida Glifosato	L	150	1	150	450
Herbicida Prowl	L	250	1	250	750
Herbicida Clincher	L	800	0.5	400	1200
Insecticida Cypermetrina	L	150	1	150	450
Insecticida Rienda	L	500	0.5	250	750
Ph master + Adherente	L	155	1	150	450
Sub Total				4350	13050
Logística					
Materiales de Oficina				2600	7800
Materiales de Campo				2600	7800
Combustible				4500	13500
Viáticos				1650	4950
Mano de Obra	Und.	80	20	1600	4800
Sub Total				12950	38850
Total				17300	51900

Anexo 2. Distribución de tratamientos en el campo.

Trat.	Líneas	B I	B II	B III	B IV
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	101	216	301	416
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	102	215	302	415
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	103	214	303	414
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	104	213	304	413
5	CT 15679-19-1-4-2-6SR-5	105	212	305	412
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	106	211	306	411
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	107	210	307	410
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	108	209	308	409
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	109	208	309	408
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	110	207	310	407
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	111	216	311	406
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	112	215	312	405
13	CT 17380-35-1-1-1-3-3-M	113	214	313	404
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	114	213	314	403
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	115	202	315	402
16	INTA DORADO	116	201	316	401

Fuente: resultados de investigación

Anexo 3. Libro de campo

Objetivo: Identificar los genotipos con alto potencial de rendimiento y buen comportamiento agronómico.

Determinar los genotipos con resistencia a reacción de Pyricularia, Manchado de grano y acame.

Identificar los genotipos que presenten el valor comercial e ingreso económico

I. Datos Generales:

Departamento: _____ Municipio: _____

Localidad : _____ Nombre de la finca: _____

Nombre del productor: _____

Fecha de siembra: _____ Fecha de cosecha: _____

Ciclo de siembra/año: _____

II. Características Edafoclimáticas

a) Altitud: _____ (m.s.n.m) b) Pp. anual (mm): _____ c) T° media anual (°C): _____

d) Coordenadas: Latitud _____, Longitud _____

e) Pendiente/terreno: _____ (%) d) Drenaje: Excesivo () Moderado: () Imperfecto: ()

f) Humedad durante la germinación: Abundante () Optima () Seco ()

g) Humedad al macollamiento: Abundante () Optima () Seco ()

h) Humedad al inicio de Primordio: Abundante () Optima () Seco ()

i) Humedad en estado de floración: Abundante () Optima () Seco ()

j) Humedad en la cosecha: Abundante () Optima () Seco ()

Anexo 4. Control de aplicación de agroquímicos

- a) Variedad testigo: _____ b) Tipo de siembra: Espeque (____) Arado: (____)
c) Preparación del suelo:

Actividad Agrícola	Producto/s	Dosis/mz	Fecha

Anexo 5. Hojas de recolección de datos en el campo en los distintos bloques

Parcela	Altura en cm (10 plantas)	% plantas Acamad	Macoll. Produc	Días después de la emergencia a:			Peso de campo en kg	% humid.	Granos/panicula	% Fert./Panicula	Longit/Panicula en cm.	Peso/1000 granos en gramos	Rx. A Manchado	Rx. A pyriclaria
				Primor.	Flor.	Mad.								
101	75.2	5	4.6	53	79	117	6.4	16.8	136	76.7	20.8	24	17.7	1
102	74.4	7	6.0	55	81	121	4.3	18.3	129	61.2	20.9	28	13.3	1
103	85.0	7	4.6	54	81	120	4.9	18.1	126	65.4	22.5	28	14.5	1
104	83.8	9	6.0	53	81	118	5.3	15.1	119	73.7	22.5	35	11.1	1
105	81.4	7	5.6	56	82	122	5.4	18.2	139	72.9	21.7	33	8.2	1
106	81.8	6	5.6	56	82	122	6.1	18.2	133	69.1	21.8	29	10.4	1
107	83.6	9	6.2	54	81	121	6.0	17.9	91	83.0	21.5	28	11.0	1
108	96.2	25	5.8	58	84	125	5.8	19.4	163	66.0	21.3	28	10.6	1
109	94.6	8	7.6	58	83	124	6.3	17.1	142	62.3	22.0	24	8.0	1
110	86.2	7	6.2	57	82	123	6.1	16.8	109	74.8	23.2	24	12.1	1
111	83.6	9	7.6	58	83	123	6.7	18.4	70	73.8	21.0	25	15.5	1
112	85.2	6	6.5	55	82	120	6.5	17.8	116	80.8	21.5	24	15.7	1
113	88.6	6	8.6	52	77	115	6.7	16.2	135	59.1	21.8	24	17.1	1
114	83.4	5	9.4	60	86	126	6.3	15.9	74	72.9	20.5	28	16.2	1
115	86.0	4	6.8	59	84	125			100	63.1	27.0	28	9.2	1

							6.2	17.2						
116	88.0	4	9.0	50	75	113	5.1	14.7	212	65.6	23.0	32	13.8	1
Parcela	Altura en cm (10 plantas)	% plantas Acamad	Macoll. Produc./metro	Días después de la emergencia a:			Peso de campo en gramos	% humed.	Granos/panicula	% Fert./Panicula	Longit/Panicula en cm.	Peso/1000 granos en gramos	Rx. A Manchado	Rx. pyriclaria
				Primor.	Flor.	Mad.								
201	87.2	5	10.0	53	79	117	6.0	15.9	123	76.9	22.1	24	9.2	1
202	89.0	7	12.0	55	81	121	5.6	15.9	106	64.2	21.2	28	13.5	1
203	87.2	4	9.2	54	81	120	5.9	16.5	137	63.8	24.8	26	12.9	1
204	80.2	8	9.4	53	81	118	5.9	16.6	150	74.9	23.0	28	5.0	1
205	86.6	6	10.4	56	82	122	6.2	16.6	128	72.7	20.5	34	6.3	1
206	81.0	7	9.6	56	82	122	6.3	15.1	114	72.2	19.5	30	7.7	1
207	76.0	6	10.4	54	81	121	5.9	15.7	167	84.8	25.2	29	8.6	1
208	94.8	30	8.2	58	84	125	5.5	15.9	142	76.6	23.4	28	7.1	1
209	97.8	6	7.8	58	83	124	5.8	18.3	142	61.5	25.5	28	11.5	1
210	86.6	8	9.0	57	82	123	5.9	17.3	221	78.1	20.5	35	14.6	1
211	79.4	7	9.8	58	83	123	5.9	18.1	132	71.3	20.2	25	7.0	1
212	85.2	6	8.2	55	82	120	5.7	16.5	193	87.7	22.3	24	18.7	1
213	84.6	7	10.2	52	77	115	6.2	16.2	127	79.0	21.8	30	10.6	1

214	84.4	6	8.4	60	86	126	6.3	18.7	113	74.2	20.0	24	14.0	1
215	86.8	7	10.4	59	84	125	6.1	16.4	160	75.8	21.3	24	8.3	1
216	76.0	7	9.0	50	75	113	6.1	14.9	168	81.3	25.0	31	7.5	1
														1
Parcela	Altura en cm (10 plantas)	% plantas Acamad	Macoll. Produc./metro	Días después de la emergencia a:			Peso de campo en gramos	% humed.	Granos/panicula	% Fert./Panicula	Longit/Panicula en cm.	Peso/1000 granos en gramos	Rx. A Manchado	Rx. Pyriclaria
				Primor.	Flor.	Mad.								
301	90.6	4	12.6	53	79	117	5.9	16.9	106	74.5	21.0	28	7.0	1
302	88.2	5	11.8	55	81	121	5.9	16.3	164	74.9	21.5	35	6.7	1
303	90.8	4	10.0	54	81	120	5.4	18.3	133	74.7	20.1	29	7.8	1
304	89.0	8	10.2	53	81	118	5.9	15.8	119	71.7	20.8	24	4.4	1
305	92.6	5	11.6	56	82	122	7.0	16.4	151	72.7	21.8	25	7.9	1
306	84.4	6	12.6	56	82	122	5.1	15.7	139	71.4	22.6	29	4.3	1
307	86.4	20	11.6	54	81	121	6.7	16.2	177	71.4	21.3	24	2.0	1
308	93.6	30	11.8	58	84	125	5.9	15.5	114	77.9	20.5	28	7.9	1
309	92.6	10	9.2	58	83	124	6.1	16.9	170	66.9	21.5	25	9.6	1
310	87.0	7	11.8	57	82	123	6.7	16.2	149	80.7	23.0	32	5.9	1
311	84.2	4	11.6	58	83	123	6.3	15.2	134	70.8	23.5	29	12.4	1

312	88.0	5	9.4	55	82	120	6.1	16.3	108	86.8	20.0	26	8.9	1
313	81.8	5	13.0	52	77	115	6.7	15.6	118	79.0	20.5	28	7.0	1
314	83.8	7	11.4	60	86	126	6.9	18.9	157	82.8	21.5	24	6.7	1
315	85.8	5	11.0	59	84	125	6.1	15.3	138	74.1	21.5	34	7.2	1
316	87.4	12	11.0	50	75	113	5.5	19.4	128	68.6	22.5	28	5.5	1
														1
Parcela	Altura en cm (10 plantas)	% plantas Acamad	Macoll. Produc./metro	Días después de la emergencia a:			Peso de campo en gramos	% humed.	Granos/panicula	% Fert./Panicula	Longit /Panicula en cm.	Peso/100 granos en gramos	Rx. A Manchado	Rx. Pyriclaria
				Primor.	Flor.	Mad.								
401	81.8	5	13.2	53	79	117	6.5	15.4	181	88.0	21.8	28	9.9	1
402	87.8	5	14.4	55	81	121	5.2	15.4	121	79.5	21.0	28	4.2	1
403	89.0	5	12.4	54	81	120	5.1	15.0	125	64.7	23.0	28	5.3	1
404	82.2	7	11.8	53	81	118	5.9	14.6	190	78.9	22.8	24	2.9	1
405	88.2	6	9.8	56	82	122	6.9	18.8	118	78.5	23.0	28	5.1	1
406	88.8	20	11.2	56	82	122	5.9	17.1	166	85.5	22.0	30	3.5	1
407				54	81	121								1

	92.0	10	13.0				7.6	17.1	104	79.4	20.0	25	1.9	
408	90.2	30	13.8				5.3	16.5	156	68.4	21.3			1
409	83.4	9	11.6				5.3	14.5	199	74.0	25.8	24	4.8	1
				58	84	125								
410	83.0	5	14.0				6.3	18.5	164	78.4	22.8	32	12.4	1
				57	82	123								
411	81.2	6	10.6				5.1	16.3	129	76.8	20.5	30	7.7	1
				58	83	123								
412	86.4	5	12.2				5.4	16.2	183	85.1	21.3	36	8.9	1
				55	82	120								
413	85.4	6	11.8				6.2	15.1	116	78.9	21.0	24	9.5	1
				52	77	115								
414	77.4	5	11.4				4.5	17.3	119	80.7	21.0	25	9.2	1
				60	86	126								
415	87.4	5	12.4				6.6	17.3	168	83.6	22.8	29	8.7	1
				59	84	125								
416	84.0	6	13.2				5.4	14.2	149	80.5	21.5	25	2.6	1
				50	75	113								

Anexo 6. Datos climáticos de la zona.

Datos Climáticos	Mes/2009					
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Nubosidad media (octas)	2	3	2	2	3	3
Insolación total (Hrs./luz)	254	246	276	270	223	186
Temperatura media (°C)	24.2	24.3	24.7	26.8	26.0	25.3
H° Relativa media (%)	68	64	61	60	73	81
Dirección del viento medio	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Velocidad/viento media (m/s)	3.8	4.1	3.5	3.4	2.0	4.4
Precipitación total (mm)	2.5	0.9	0.7	0.0	161.4	189.7

Datos proporcionados en la estación meteorológica de INETER, ubicada en el CEVAS. San Isidro, Matagalpa.

ANEXO 7. Análisis de calidad industrial del experimento de arroz.

Trat.	Genotipo	Rendimiento de pilada					Índice de pilada
		P.B. (gr)	P.N. (%)	A.I. (%)	A.O. (%)	A.E. (%)	Relación E/Q
1	CT 15765-12-1-7-1-1-2-2	200	79.60	54.00	45.30	38.90	86/14
2	CT 15765-12-2-1-3-1-3-4	200	88.11	56.20	54.00	44.20	87/13
3	CT 15659-4-3-1-2-3SR-1-1	200	87.13	70.00	55.20	45.40	85/15
4	CT 15721-1-1-3-3-2SR-2-3	200	78.00	57.40	52.10	39.00	88/12
5	CT 15679-19-1-4-2-6SR-5	200	79.16	54.50	45.50	39.65	78/22
6	CT 15691-4-3-4-3-2-2	200	85.04	57.15	46.15	38.95	81/19
7	CT 15672-12-1-6-1-2-M	200	73.60	67.80	48.00	45.16	85/15
8	CT 15679-17-1-2-2-1-M	200	82.00	62.20	54.04	42.08	84/16
9	CT 15692-1-3-5-2-2SR-1-1	200	74.50	55.32	48.70	39.15	88/12
10	CT 18148-10-4-2-3-3-M	200	79.50	55.00	45.00	38.90	90/10
11	CT 18154-5-5-1-5-2-M	200	76.00	57.37	46.80	39.45	83/17
12	CT 17330-M-2-1-5-2-M	200	77.80	57.60	46.40	37.25	88/12
13	CT 17380.35-1-1-1-3-3-M	200	90.22	56.55	48.00	44.30	91/09
14	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-3-5	200	78.40	56.00	46.10	38.10	77/23
15	PCT 6/0/0/0>19-1-4-3-1-1-2-1-1	200	79.35	55.85	46.37	39.40	79/21
16	INTA DORADO	200	91.24	62.30	52.50	39.25	82/18

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 el laboratorio del INTA CEVAS Centro Experimental del valle de Sébaco.

Realizado por El Fiscal Analista de ANAR. Ing. Norvin Huete. San Isidro Matagalpa del 30 de enero al 4 febrero del 2011.

Anexo 8. Fotos del experimento

Fotos de siembra



Fotos de medición de bloques

Fotos de germinación de los bloques



Fotos de los bloques del ensayo



Fotos de tomas de datos en los bloques



