

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa



Monografía para optar al título de Ingeniero Agrónomo

Comportamiento agronómico, rendimiento productivo y calidad industrial de trece genotipos y una variedad comercial de arroz (*Oryza sativa L.*) bajo condiciones de riego en el Valle de Sébaco, Matagalpa, II Semestre 2016.

Autores:

Br. Patricio Jacob Meza Meza.

Br. Joran Aarón Romero Gómez.

Tutora:

Msc. Evelyn Calvo Reyes

Asesor:

Ing. Sergio Antonio Cuadra Aráuz

**INTA**

Matagalpa, Febrero 2017

## **DEDICATORIA**

“El principio de la sabiduría es el temor a Jehová; los insensatos desprecian la sabiduría y la enseñanza.” (Proverbios 1:7)

Dedico este trabajo que representa la culminación de mis estudios universitarios primeramente a Dios que en su infinita misericordia me ha guardado colmándome de salud y de sabiduría para poder cursar estos cinco años de estudios.

A mi madre Georgina Meza por ser mi apoyo incondicional guiándome por el buen camino, regalándome siempre sus consejos y sus palabras de aliento en los momentos difíciles, y siendo el pilar fundamental de mi vida para que hoy pueda culminar mi carrera profesional.

A mi padre Inocencio Tórrez, mis abuelos Patricio Meza y Francisca Meza por también brindarme su apoyo y ayudarme a lograr este objetivo.

Y en general a toda mi familia que son parte de mi vida y que han recorrido conmigo este camino universitario, mis tíos, mis primos y todos los que en algún momento me brindaron su apoyo y sus consejos.

Br. Patricio Jacob Meza Meza

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo que representa la culminación de mis estudios primeramente a Dios maestro por excelencia. Porque el Señor da la sabiduría; conocimiento y ciencia brotan de sus labios. (Proverbios 2:6). Por haberme dado el entendimiento, fortaleza, e inteligencia en todo momento y nunca abandonarme, a la virgencita de Guadalupe por brindarme su protección y amparo.

A mis padres por su apoyo incondicional, cariño, esfuerzo, y confianza que han depositado en mí durante todo el transcurso de mi vida y formación profesional hasta lograr que se sientan orgulloso de la persona que tienen como hijo.

A mis hermanos por haber creído siempre en mí, alentarme a seguir con mis estudios en todo momento y motivarme a seguir adelante hasta culminar mi carrera.

Finalmente pero meritoriamente agradezco a todos mis familiares que me brindaron su espacio y personas las cuales intervinieron en mi formación profesional aportándome sus consejos y partes de sus conocimientos tan valiosos y necesarios.

Br. Joran Aarón Romero Gómez

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por habernos regalado la vida, la salud y la sabiduría necesaria para culminar nuestros estudios universitarios y permitirnos convertirnos en profesionales.

A nuestros padres quienes con muchos sacrificios y con mucho empeño nos han brindado su apoyo incondicional con el objetivo de garantizar en nosotros una formación profesional, inculcando en nosotros valores y calidad humana.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua FAREM – Matagalpa por formarnos como profesionales proporcionando los conocimientos necesarios tanto en el campo teórico como en el ámbito práctico.

A los Profesores que a lo largo de estos cinco años nos brindaron el pan de la enseñanza, dando lo mejor de sí en el proceso de transmitirnos todos sus conocimientos.

A la tutora MSc. Evelyn Calvo Reyes que con empeño y dedicación brindó sus mejores consejos y transmitió sus conocimientos y experiencia lo que permitió la realización de esta investigación.

Al Centro Experimental Taiwán – Nicaragua (TAINIC) e Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por permitirnos la realización de este trabajo en sus instalaciones y poner a nuestra disposición todos los recursos necesarios.

Al Ing. Sergio Cuadra Castillo por su asesoría y su apoyo en el procesamiento de datos, al Ing. Danilo Huerta por contribuir con su apoyo en la toma de datos en el experimento y al Ing. Eddin Pérez por sus buenos consejos.

Br. Patricio Jacob Meza Meza

Br. Joran Aarón Romero Gómez

## OPINIÓN DE LA TUTORA

El presente trabajo monográfico: “Comportamiento agronómico, rendimiento productivo y calidad industrial de trece genotipos y una variedad comercial de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de riego en el Valle de Sébaco, Matagalpa, II Semestre 2016 realizado por los bachilleres **Patricio Jacob Meza Meza y Joran Aarón Romero Gómez**, para optar al título de Ingenieros Agrónomos, 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 **Meza y Romero**, es de mucho valor para la región, en especial para los productores arroceros de la zona.

Sólo me resta felicitar a los bachilleres **Meza y Romero**, 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 la institución involucrada como el INTA.

---

MSc. Evelyn Calvo Reyes

Tutora

## Resumen

Durante el II semestre del año 2016, se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico, rendimiento productivo y calidad industrial de trece genotipos y una variedad comercial de arroz (*Oryza sativa L.*) bajo condiciones de riego. El experimento se estableció en el Centro Experimental TAINIC en la comarca El Horno, municipio de Ciudad Darío, Matagalpa, siendo sus coordenadas geográficas de 12°48'51" de latitud Norte, y 86°09'53" de longitud Oeste con una altitud de 460 msnm. El diseño utilizado para evaluar los genotipos de arroz fue el de Bloques Completos al Azar con un total de un total de 14 tratamientos y 4 repeticiones. Utilizándose ANDEVA y separación de media por Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para determinar significancia. Los principales resultados indican que los tratamientos 7, 3 y 2 (CT18504-4-5-3Vi-2-3P, IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M y IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M) obtuvieron el mayor rendimiento de grano con 7582.4, 7434.5 y 7127.1 kilogramos por hectárea respectivamente. Los componentes como la habilidad de macollamiento y el número de granos por panícula fueron determinantes para obtener mayor rendimiento en los genotipos. Se destaca el hecho que según la escala CIAT 10 de los genotipos se clasifican como Semienanos y 4 de los genotipos se clasifican en la categoría intermedia. Los tratamientos acriollados 11, 12, 13 y el tratamiento testigo 14 (Tres Mesino Rojo, Enano, Fortuna e INTA L-9) obtuvieron la mejor relación entero/quebrado con 95/05, 93/07, 93/07 y 92/08 respectivamente.

**Palabras claves:** genotipos, rendimiento de grano, macollamiento, granos por panícula.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
DEDICATORIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
OPINIÓN DE LA TUTORA.....	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
4.1. Pregunta General.....	6
4.2. Preguntas Específicas.....	6
V. OBJETIVOS.....	7
5.1. Objetivo General.....	7
5.2. Objetivos Específicos.....	7
VI. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	8
6.1. Hipótesis General.....	8
6.2. Hipótesis Específicas.....	8
VII. MARCO TEÓRICO.....	9
7.1. Generalidades el cultivo del arroz.....	9
7.1.1. Situación actual del cultivo de arroz.....	9
7.1.2. Importancia alimenticia del arroz.....	11
7.1.3. Investigaciones de genotipos.....	11
7.1.4. Generación de variedades de arroz.....	12
7.1.5. Mejoramiento genético.....	12
7.1.6. Características de la variedad INTA L-9.....	13
7.2. Comportamiento agronómico en el cultivo de arroz.....	14
7.2.1. Habilidad de macollamiento en el arroz.....	14

7.2.2. Floración en el arroz.....	15
7.2.3. Maduración del arroz.....	15
7.2.4. Altura de la planta de arroz.....	16
7.3. Rendimiento productivo en el cultivo de arroz .....	16
7.3.1. Longitud de panícula de arroz .....	16
7.3.2. Número de granos por panícula de arroz.....	17
7.3.3. Fertilidad de las espiguillas de arroz .....	18
7.3.4. Peso de mil granos de arroz.....	19
7.3.5. Rendimiento de grano en el cultivo de arroz.....	19
7.4. Calidad industrial en el cultivo de arroz.....	20
7.4.1. Longitud y forma del grano de arroz .....	20
7.4.2. Incidencia de manchado del grano de Arroz .....	20
7.4.3. Porcentajes de calidad industrial del grano de arroz (Relación E/Q = Relación Entero/Quebrado) .....	21
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
8.1. Localización del Experimento.....	23
8.2. Zona de Vida .....	23
8.3. Descripción del Lugar .....	23
8.4. Tipo de Investigación .....	23
8.5. Diseño Experimental .....	24
8.6. Población y Muestra .....	24
8.7. Tipo de Muestreo.....	25
8.8. Descripción de los Tratamientos .....	26
8.9. Manejo agronómico del experimento.....	28
8.10. Toma de datos para la medición de variables.....	29
8.11. Procedimiento para medir las variables.....	31
8.11.1. Características agronómicas de los genotipos .....	31
8.11.2. Características de Rendimiento Productivo.....	32
8.11.3. Características de Calidad Industrial .....	33
8.12. Operacionalización de Variables.....	35
8.13. Análisis Estadístico de los Datos .....	37



IX.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	38
9.1.	Variables de comportamiento agronómico de los genotipos.....	38
9.1.1.	Habilidad de macollamiento.....	38
9.1.2.	Días a floración y maduración en el arroz.....	40
9.1.3.	Altura de la planta.....	41
9.2.	Variables de rendimiento productivo de los genotipos .....	44
9.2.1.	Longitud de panícula .....	44
9.2.2.	Número de granos por panícula.....	45
9.2.3.	Fertilidad de las espiguillas .....	47
9.2.4.	Peso de mil granos.....	50
9.2.5.	Rendimiento de grano.....	52
9.3.	Variables de Calidad Industrial de los genotipos .....	54
9.3.1	Longitud y forma del grano .....	54
9.3.2.	Incidencia de manchado del Grano .....	58
9.3.3.	Porcentajes de calidad industrial del grano .....	60
9.4	Pruebas de correlación por Pearson.....	61
X.	CONCLUSIONES .....	62
XI.	RECOMENDACIONES.....	65
XII.	BIBLIOGRAFÍA .....	66
XIII.	ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Nº Tabla	Página
1. Composición nutritiva del arroz según Consumeres Eroski (2001).....	11
2. Descripción de los tratamientos.....	26
3. Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz. ....	30
4. Aplicación de la escala CIAT para la evaluación de macollamiento .....	31
5. Aplicación de la escala CIAT para la evaluación de días a Maduración .....	31
6. Aplicación de la escala CIAT para altura de planta. ....	32
7. Aplicación de la escala CIAT para fertilidad de espiguillas. ....	33
8. Aplicación de la escala CIAT de clasificación para calidad de grano descascarado. .....	34
9. Aplicación de la escala CIAT para evaluación de reacción al manchado del grano.	34
10. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable Habilidad de macollamiento.....	38
11. Días a floración y maduración de 14 genotipos .....	41
12. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable altura de planta. ....	42
13. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable longitud de panícula. ....	44
14. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable número de granos por panícula. ....	46
15. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable Porcentaje de fertilidad de las espiguillas .....	48
16. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable peso de mil granos.....	50
17. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable rendimiento de grano .....	52
18. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable longitud del grano .....	54

19. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable ancho del grano .....	56
20. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable incidencia del manchado de grano .....	58
21. Relación E/Q = Relación Entero/Quebrado en los genotipos de arroz .....	60
22. Resultados de análisis de Correlación de efectuados al componente del Rendimiento de grano. ....	61

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Nº Gráfica	Página
1. Números de macollas por planta .....	39
2. Altura de la planta .....	43
3. Longitud de panícula .....	45
4. Número de granos por panícula .....	47
5. Porcentaje de fertilidad de espiguillas .....	49
6. Peso de mil granos .....	51
7. Rendimiento de grano.....	53
8. Longitud del grano .....	55
9. Ancho del grano .....	57
10. Incidencia de manchado de grano .....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

Nº de Anexo

1. Cronograma de Actividades
2. Distribución de los tratamientos en campo
3. Instrumento de campo utilizado en la recolección de datos en los bloques
4. Fotografías

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las Gramíneas. En la planta de arroz, las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. En el punto de la unión de la vaina con el limbo, se encuentra una lígula. Las flores son de color verde – blanquecino, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panícula grande, terminal y colgante a medida que se llena el grano. Cada espiguilla es uniflora, que da como resultado un fruto en forma de cariósipide (DICTA, 2003).

En el ciclo agrícola 2010 – 2011, a nivel nacional se cultivaron 127 mil 624 manzanas con una producción de 5.4 millones de quintales, lo que ha contribuido a disminuir la dependencia externa del arroz para el consumo de la población. En el año 2006 los productores abastecían el 45% del consumo nacional y para el 2011 esta cifra se elevó al 85%, teniendo que importar el 15%. El consumo per cápita de arroz en Nicaragua se duplicó en los últimos diez años pasando de 29.54 kg en 1997 a 51.82 kg en 2007 (INTA, 2012).

El uso de nuevos cultivares de arroz, se justifica por la necesidad del cambio tecnológico con genotipos de alto rendimiento productivo y calidad industrial, para contribuir a disminuir las importaciones de este alimento básico en el país.

Esta investigación se basa en el estudio del comportamiento agronómico, rendimiento productivo y calidad industrial de trece genotipos y una variedad comercial de arroz (*Oryza sativa* L) bajo condiciones de riego, evaluadas mediante el establecimiento de un experimento con el diseño de Bloque Completos al Azar (B.C.A) compuesto por 14 tratamientos y 4 repeticiones o réplicas. Dicho estudio se realizó en el Centro Experimental TAINIC, en el Valle de Sébaco, durante el II semestre de 2016. Destacando los tratamientos T7 (CT18504-4-5-3Vi-2-3P), T3 (IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M) y T12 (Enano) con los mejores rendimientos.

## II. ANTECEDENTES

El arroz es, hoy por hoy, un grano alimenticio básico para cerca de la mitad de la población del planeta; es, por ello, un componente esencial de la estabilidad social y económica de la humanidad y, en cierto sentido, de su supervivencia. Ahora bien, las condiciones socioeconómicas que rodeaban antes la producción de arroz han cambiado, no sólo en el ámbito mundial sino en el regional y en el local. En 1966, cerca de medio siglo, se producían 257 millones de toneladas de arroz en el mundo; en 2008 esa producción se elevó a 680 millones de toneladas a nivel mundial (Degiovanni, Martínez y Motta, 2010).

América Latina tiene lo más bajos rendimientos en el mundo, por consiguiente, aún tiene la capacidad de incrementarlos sustancialmente con nuevas tecnologías. Además, su crecimiento promedio de áreas sembradas es mucho mayor que en otras áreas del resto del mundo, lo cual sugiere que la importancia de esta región, en términos de producción de arroz, se incrementara en un futuro (Tascón y García, 1985).

Por ello, se han impulsado numerosos estudios a nivel Latinoamericano con el objetivo de probar nuevos genotipos que permitan elevar los rendimientos en la producción de arroz.

Quirós (2003) realizó la evaluación morfológica y molecular de líneas avanzadas de mejoramiento genético de arroz (*Oryza sativa*). Se evaluaron 48 líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa*), 5 progenitores y 4 variedades comerciales del programa de mejoramiento genético. Las evaluaciones morfológicas se basaron en 28 características cualitativas, 10 cuantitativas, rendimiento en kg/ha, y otras como rendimiento de molinería. Las líneas de arroz que presentaron los mejores rendimientos fueron las líneas más avanzadas del proyecto de mejoramiento, Chi 4523, IDIAP 22 y Chi 3210, superando los rendimientos de sus progenitores y variedades testigos.

González (2015) llevó a cabo la evaluación agroproductiva de cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa L.*) en el Sur del Jíbaro, Santa Clara – Cuba. El estudio pretendía evaluar indicadores morfológicos y de calidad industrial en cuatro cultivares de arroz (IACuba-32, INCA LP-7, IACuba-31 y Selección 1). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y los cultivares constituyeron los tratamientos en un área total de 68.0

m<sup>2</sup> (8.5 m x 8.0 m). Resultando INCA LP-7 el de mayor altura e IACuba-31 el de menor, con valores de 78 cm y 71.35 cm respectivamente. El cultivar Selección 1 alcanzó el mayor rendimiento con 8.12 t ha<sup>-1</sup>. El cultivar IACuba-32 mostró la mejor calidad industrial, expresada en 60.4 % de granos enteros y 61.8 % de primera calidad, seguido de Selección 1, quien obtuvo 58.2 % y 60.2 % respectivamente.

La misión técnica de Taiwán en colaboración con el gobierno de Nicaragua a través del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) desde 1971, han realizado 13 ensayos avanzados en semilla 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 resistentes a las enfermedades en el centro experimental ubicado en la comunidad El Horno, Municipio de Sébaco (Wang, 2008).

El INTA (2003) realizó la validación de cuatro genotipos promisorios de arroz de alto rendimiento y calidad industrial en los valles de: Sébaco, Pantasma y Jalapa. El diseño experimental fue el de parcelas apareadas mediante las metodologías del análisis de adaptabilidad ambiental y del presupuesto parcial.

Los resultados revelan que en las siembras con el sistema de riego el TSY 1216 induce el mayor rendimiento con un nivel de adaptación amplio. En cambio en el sistema de siembra de secano la CT 10323, se comporta como el genotipo promisorio para estas condiciones. Tanto la TSY 1216 como la CT 10323 alcanzaron además de buen rendimiento promedio en sus respectivos sistemas (7.3 y 6.4 T/ha), las mejores calidades industriales (94/06 y 88/12) y un aceptable comportamiento en cuanto a ciclo del cultivo (intermedio), tolerancia al acame y a enfermedades. Con respecto al análisis económico, el TSY 1216 y el CT10323 alcanzaron los mayores beneficios netos y las más altas tasas de retorno marginal (INTA, 2003).

Convenios establecidos entre el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (Managua) FAREM Matagalpa



permite la realización de trabajos investigativos de relevancia e importantes para la agricultura enfocada en la producción de arroz.

Pérez y Huete (2009) realizaron una evaluación de 10 líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa* L.) biofortificadas y tolerantes al manchado de grano con dos variedades comerciales como testigo en la comunidad de Las Mangas, Municipio de San Isidro – Matagalpa en época de Verano. El diseño experimental consistió en un B.C.A con 12 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados obtenidos indican que los 12 genotipos evaluados son altamente productivos con rendimientos potenciales que oscilan desde 8.01 t ha<sup>-1</sup> hasta 10.35 t ha<sup>-1</sup>. Obteniendo un rendimiento promedio de 3.3 t ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos CT 18148-6-9-3-3-2-M, CT 15696-3-4-2-3-3-M y FLO 3001-MP2-1P-3P-M alcanzaron los mayores comportamientos productivos con 10.3, 10.3 y 9.5 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. Además que todos los genotipos evaluados se clasifican en la escala 2 del CIAT al presentar entre 1 – 5% de incidencia de granos manchados.

Posteriormente Dávila y Sánchez (2010) llevaron a cabo una prueba regional selectiva de 13 líneas de arroz biofortificados con Fe y Zn y resistentes al manchado de grano en el valle de Sébaco, en época de Verano. El estudio se realizó en la comunidad de Las Mangas, San Isidro – Matagalpa, utilizando un diseño B.C.A que consistió de 16 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados indican que los tratamientos que obtuvieron mejores rendimientos fueron el CT 18245-11-6-2-3-4-3-M y CT 17334-3-7-2-1-1-4-3-1-M con rendimientos de 4700 kg/Ha y 4860 kg/Ha respectivamente.

### III. JUSTIFICACIÓN

En esta investigación se evaluó el comportamiento agronómico de trece genotipos y una variedad de arroz (*Oryza sativa L.*) bajo condiciones de riego, enfocándose en variables de interés económico como es el rendimiento productivo y la calidad industrial. Jennings (1985) afirma que el arroz ha sido objeto de considerables estudios genéticos, muchos de los cuales han sido útiles a los fitomejoradores de arroz.

Jennings, Coffman y Kanffman (1981) afirman que el desarrollo de variedades de arroz de alto rendimiento, resistentes al volcamiento, que respondían a los fertilizantes promovió el interés por el mejoramiento genético que representa un medio para mejorar el arroz e incluso de fomentar todo el desarrollo agrícola.

Lo que se pretende con la evaluación de nuevos genotipos de arroz es identificar los genotipos que muestran mejor comportamiento agronómico adaptándose de la mejor manera a las condiciones agroecológicas de la zona del valle de Sébaco y de esta manera determinar los genotipos con el mejor rendimiento productivo y seleccionar los genotipos que presentan calidad molinera – industrial.

Se espera que con la evaluación de genotipos de arroz con alto potencial productivo en condiciones de riego mejoren los rendimientos de productores arroceros de todo el país y de esta manera puedan mejorar sus ingresos y su calidad de vida, ya que, como menciona Jennings, *et al* (1981), los años de experiencia de campo del agricultor lo convierten a menudo en una fuente de información práctica que permite a los fitomejoradores orientar sus objetivos de investigación.

Con esta investigación se pretende beneficiar a todos los sectores de la población del país. A los grandes, medianos y pequeños productores que adoptaran los nuevos genotipos para generar la producción cuya comercialización es adquirida por las familias que la utilizan para el consumo alimenticio. Según Jennings, *et al* (1981), los agricultores deben estar convencidos de que la investigación los beneficiará y deberían confiar en los investigadores agrícolas y en sus trabajos.

## IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El arroz es parte de la dieta alimenticia de la población lo cual representa un rubro de importancia estratégica. La producción está en manos de grandes productores que siembran el arroz bajo riego y también por pequeños y medianos productores que lo realizan en seco (Saavedra, 2009).

En términos generales la producción agrícola presenta un alto grado de rusticidad que deriva en bajos niveles de rendimiento. Una de las fuertes limitantes es la falta de información y formación para asumir prácticas agrícolas que permitan mejorar los rendimientos de manera sostenible (FUNICA, 2009).

Las actividades agrícolas se caracterizan por un bajo nivel tecnológico debido al acceso limitado a los servicios de transferencia de tecnología en términos de cantidad como de calidad, así como el deterioro de la fertilidad de los suelos, prácticas extensivas que resultan inadecuadas, incidencias de plagas y enfermedades y el uso de semillas de bajos rendimientos (Bonilla, 2009).

A partir de lo anterior se redactaron las siguientes interrogantes

### 4.1. Pregunta General

¿Cuál es el comportamiento agronómico, rendimiento productivo y calidad industrial de trece genotipos y una variedad comercial de arroz (*Oryza sativa L.*) bajo condiciones de riego?

### 4.2. Preguntas Específicas

¿Cuál es el comportamiento agronómico de los genotipos de arroz?

¿Cuál es el rendimiento productivo de los genotipos de arroz?

¿Cuáles son los genotipos de arroz que presentan mejor calidad industrial?

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

Evaluar el comportamiento agronómico, rendimiento productivo y calidad industrial de trece genotipos y una variedad comercial de arroz (*Oryza sativa L.*) bajo condiciones de riego.

### **5.2. Objetivos Específicos**

Identificar el comportamiento agronómico de los genotipos de arroz.

Determinar el rendimiento productivo de los genotipos de arroz.

Valorar los genotipos de arroz que presenten mejor calidad industrial.

## VI. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

### 6.1. Hipótesis General

Los genotipos de arroz en evaluación tendrán un mejor comportamiento agronómico (Longitud de panícula, número de granos por panícula, fertilidad de las espiguillas, maduración) y obtendrán rendimientos y calidad industrial superiores con respecto a la variedad testigo.

### 6.2. Hipótesis Específicas

#### Comportamiento Agronómico

Ho → No existe diferencia estadística significativa al 95% de confianza entre los genotipos de arroz con respecto al comportamiento agronómico (Macollamiento, floración, maduración y altura de planta,) en las condiciones agroecológicas de la zona.

Ha → Existe diferencia estadística significativa al 95% de confianza entre los genotipos de arroz con respecto al comportamiento agronómico en las condiciones agroecológicas de la zona.

#### Rendimiento Productivo

Ho → No existe diferencia estadística significativa al 95% de confianza entre los genotipos de arroz con respecto al potencial de rendimiento productivo (Longitud de panícula, número de granos por panícula, fertilidad de las espiguillas, peso de mil granos y rendimiento de grano).

Ha → Existe diferencia estadística significativa al 95% de confianza entre los genotipos de arroz con respecto al potencial de rendimiento productivo.

#### Calidad Industrial

Ho → No existe diferencia estadística significativa al 95% de confianza entre los genotipos de arroz con respecto a la buena calidad industrial (longitud y forma de grano, incidencia de manchado de grano y porcentajes de calidad industrial).

Ha → Existe diferencia estadística significativa al 95% de confianza entre los genotipos de arroz con respecto a la buena calidad industrial.

## **VII. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Generalidades el cultivo del arroz**

#### **7.1.1. Situación actual del cultivo de arroz**

Según FAO (2004) la producción de arroz mundial 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 la población con un crecimiento de 650 millones de habitantes por año, esto es del 2.5% de la población actual del mundo. Durante el 2003 los países en desarrollo exportaron 23.7 millones de toneladas de arroz en cambio la importación fue de tan solo 4.3 millones de toneladas. Los principales países importadores son Indonesia, Nigeria, y Bangladesh con 3.0, 1.5 a 1.4 millones de toneladas de arroz respectivamente.

De este cultivo se alimentan cerca de tres mil millones de personas. Actualmente se cultiva en 113 países; además de su importancia como alimento, la actividad arrocera genera ochenta millones de dólares anuales a nivel nacional, y genera alrededor de 75,000 puestos de trabajo al año en el país de Nicaragua (El Arrocero, 2005).

El cultivo del arroz es un rubro de gran importancia para la población, forma parte de la dieta de la mayor parte de familias tanto en nuestro país como alrededor del mundo además, de ser a su vez fuente de trabajo. De este cultivo depende el empleo de muchas personas que se dedican a la actividad agrícola, siendo en ocasiones fuente de trabajo permanente representando una manera digna y decente de obtener ingresos para los Nicaragüenses, además genera indirectamente algunos de trabajo como mantenimiento de los implementos, asistencia técnica, la adquisición de insumos; en la mayoría de hogares nicaragüenses este grano es básico, forma parte de la alimentación suministrado en los tres tiempos de comida (desayuno, almuerzo y cena) en ocasiones en los hogares de la zona rural por lo menos una vez al día.

En Latinoamérica el principal país consumidor de arroz per cápita es Costa Rica con 62 kg, seguido de Perú. En Nicaragua el consumo per cápita es de 45 kilogramos por persona al año. Los países con el mayor consumo per cápita son: Myanmar, Vietnam con 243 a 167

kg. de arroz consumidos por persona al año (MAGFOR, 2006). El consumo de arroz por persona en el país es bastante bajo en comparación con otros países centroamericanos y del mundo por lo que con esta investigación se pretende determinar los genotipos que presenten mayor rendimiento productivo de modo que haya una mayor oferta para la población y su consumo sea mayor entre los Nicaragüenses.

En el país existen, básicamente dos sistemas de siembra, el sistema de secano que se siembra en regiones como Chinandega, Nueva Guinea, Pantasma, Jalapa, Río Blanco y el sector de Las Minas.

El sistema bajo riego tecnificado comprende las zonas de El Valle de Sébaco, Malacatoya, El Sauce, parte de la región del pacífico, Boaco y Chontales. En ambas modalidades de siembra, las causas de los bajos rendimientos son ocasionadas por: uso de variedades de bajo potencial productivo, poco uso de semilla certificada, variedades con bajo nivel de tolerancia a enfermedades como: Pyricularia, manchado del grano, y deficiente manejo agronómico (dosis incorrecta de fertilización, densidad no óptima de siembra, manejo del agua, problemas con áfidos, manejo de malezas y fechas de siembra) (INTA, 2012).

En ambos sistemas los rendimientos se ven afectados por diversas causas cuando se utiliza una variedad con bajo potencial de rendimiento o que esta no se adapte bien a las condiciones de siembra en la cual se establece y poco tolerantes a las enfermedades que afectan al cultivos.

El poco uso de semilla certificada incide en los bajos rendimientos ya que normalmente los productores es guardar cierta parte de las semillas y la utilizan para un nuevo ciclo de siembra sin tomar en cuenta que la misma puede está infectada con semilla de malezas, algún tipo de enfermedad que se haya presentado en campo, además el agua que utilizan en el riego también afecta, si en el agua hay presencia de sales minerales puede ocasionar problemas de alcalinidad en los suelos y la planta tendrá una mayor dificultad al momento de absorber los nutrientes que necesite para su desarrollo.

A pesar de contar con áreas y condiciones edafoclimáticas aptas para el cultivo de este rubro, el país depende en gran medida de las importaciones para satisfacer las demandas de consumo nacional (MAGFOR, 1998).

### 7.1.2. Importancia alimenticia del arroz

El arroz es la principal fuente de proteína y calorías de la población de América Latina en donde el consumo pasó de 10 kg a 30 kg entre los años de 1930 a 1990. El arroz es un alimento básico en la región tropical, especialmente en áreas con problemas nutricionales, ya que puede suministrar más calorías a la dieta que el maíz, el trigo y la yuca (FAO, 2006).

El arroz es una de las mejores fuentes de nutrición entre los cereales alimenticios cultivados en América Latina; su demanda ha aumentado a través de los años hasta llegar a convertirse en la mayor fuente de proteínas y nutrientes, su consumo es muy habitual en la dieta alimenticia de la población, en comparación con otros alimentos.

Es rico en vitaminas y en minerales que cubren en un alto porcentaje necesidades alimenticias del ser humano. Es de bajo contenido graso (1%) libre de colesterol y muy bajo en sodio.

Cuadro 1: Composición nutritiva del arroz

Kcal	Hidratos de Carbono (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Fibras (g)	P (mg)	K (mg)	Vit. B <sub>1</sub> (mg)	Vit. B <sub>2</sub> (mg)	Vit. B <sub>3</sub> (mg)	Fe (g)	Zn (mg)
354.0	77.0	7.60	1.70	0.30	180.0	120.0	0.06	0.03	3.80	0.50	0.42

Fuente: Eroski (2001).

### 7.1.3. Investigaciones de genotipos

El ensayo de variedades en campo, siguiendo reglas apropiadas de diseños estadísticos y de la elaboración de datos, son el único medio científico universalmente reconocido para la evaluación y la identificación de variedades superiores de las especies cultivadas.

Tratar de averiguar en un grupo de variedades cuál o cuáles son las más adecuadas e interesantes para su cultivo en una región de condiciones agroclimáticas determinadas, o bien, comprobar si una variedad concreta es adecuada para ser utilizada por los agricultores de una zona, puede considerarse que son los principales objetivos de los ensayos de variedades (Resello, 1986).



#### **7.1.4. Generación de variedades de arroz**

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

Según Cuadra (2009), citado por Pérez y Huete (2009), indica que 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 área total sembrada.

La variedad INTA N-1 presenta la mejor calidad industrial (80/20), con el inconveniente que esta es susceptible a la Pyricularia y al manchado de grano. Por el contrario INTA Dorado, es tolerante a la Pyricularia, presenta buen rendimiento, pero tiene mala calidad industrial de granza. ANAR 97, es una variedad intermedia, regular rendimiento y calidad industrial. (Cuadra, 2009; citado por Pérez y Huete).

Lo antes señalado indica que en el país es necesario el mejoramiento de variedades que presentan resistencia a enfermedades, un buen potencial de rendimiento productivo y calidad industrial, ya que las variedades que mas emplean los productores arroceros tienen ventajas y desventajas en cuanto a su uso, por lo que la generación de nuevas variedades contribuiría a corregir debilidades productivas, con el fin de aportar al aumento de la producción arroceras.

#### **7.1.5. Mejoramiento genético**

Es necesario el mejoramiento genético que ofrece oportunidades para enfrentar las limitantes en los rendimientos del cultivo de arroz para garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades de Nicaragua. Se han logrado avances importantes en el mejoramiento de cultivares de arroz con alto rendimiento productivo que debe 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 de los Nicaragüenses (Reyes, 2007)

Una vez que estos genotipos mejorados de arroz sean evaluados y analizados en condiciones climáticas de nuestro país los productores tendrán la oportunidad de adoptarlas tomando en cuenta los beneficios en que diferencian a las variedades conocidas de arroz el cual tendrá un efecto positivo en los rendimientos productivos de las personas que se dedican a este rubro.

#### **7.1.6. Características de la variedad INTA L-9.**

Según INTA (2013). Las características de la variedad INTA L-9 son:

##### **7.1.6.1. Características nutricionales**

Tiene mayor contenido de hierro (5.8 ppm) en comparación con la media de arroces nacionales (2-3 ppm).

##### **7.1.6.2. Características agronómicas**

Vigor: Bueno

Días a flor: 85-89

Altura de planta: 116 centímetros

Excursión de la panícula: 7.6 centímetros

Densidad de panícula: Intermedia

Color de la testa: Pajizo

Longitud de panícula: 25.8 centímetros

Habilidad de macollamiento: Buena

Reacción al acame: Resistente

Reacción a Pyricularia: Tolerante

Reacción a *Helminthosporium* sp: Tolerante

Reacción a *Rhynchosporium oryzae*: Tolerante

Peso de 1000 granos: 25.6 gramos

Días a cosecha: 120-125 días

Rendimiento potencial: 110-120 qq/mz

Recomendado para: Secano favorecido

Calidad molinera: Buena

Esta variedad se utilizó como testigo en el experimento. La variedad INTA L-9 es una variedad de porte alto, fue creada con el propósito de mejorar los rendimientos del cultivo del arroz. Las características agronómicas indican que es una variedad tolerante a una serie de enfermedades, así como al acame, lo que la convierte en un cultivar bueno para que los productores del país puedan implementarlo y también de esa manera reducir los costos de producción al tener que utilizar una menor cantidad de insumos para el control de enfermedades en el arroz.

Cabe destacar que presenta un mayor contenido de hierro lo cual es muy beneficioso puesto que ayuda a la prevención de enfermedades como la anemia contribuyendo a su vez a la seguridad alimentaria de la población del país que lo consume en su alimentación cotidiana.

## **7.2. Comportamiento agronómico en el cultivo de arroz**

### **7.2.1. Habilidad de macollamiento en el arroz**

Bird y Soto (1991) establecen que el macollamiento es la etapa más larga del ciclo del cultivo y dura entre 45-55 días en las variedades precoces y tardías. La formación y desarrollo de una planta depende del potencial genético de las variedades cultivadas y de las condiciones climáticas durante las diversas fases de crecimiento y desarrollo, así como las prácticas agronómicas aplicadas al cultivo (Tinarelli, 1989).

La fertilización durante el macollamiento es muy importante por lo que hay que suministrarla en el momento adecuado. Durante esta etapa se realizan tres fertilizaciones la primera con un completo de 12-30-10 o 18-46-0, inmediatamente o dos a tres días después de la siembra y las fertilizaciones restantes con urea una a los 20 días y otra a los 40 días de establecido.

### **7.2.2. Floración en el arroz**

La época de floración se inicia cuando la panícula emerge de la vaina en la hoja bandera, e inmediatamente la floración es seguida por la fecundación de las flores en el tercio superior de la panícula. Entre la fecundación y la floración transcurren de 8 a 10 horas (Somarriba, 1998).

La apertura de las espiguillas según Angladette (1975), depende de las condiciones de temperatura, luz y humedad. Las condiciones óptimas de humedad se sitúan entre el 70 y 80 %; la temperatura óptima de floración es de 30 °C. Jennings (1985), informa que la duración total de la floración de una panícula tiene carácter varietal.

La floración es un parámetro el cual va a depender de la variedad a utilizar por lo cual puede haber una variación de tiempo entre una variedad y otra, ese proceso es también afectado por los factores climáticos de la zona en la cual sea cultivado.

### **7.2.3. Maduración del arroz**

El período de maduración está controlado generalmente por muchos genes, hace que la segregación transgresiva sea común para ambos tipos de maduración, tardía o precoz. El desarrollo del grano es un proceso continuo y los granos sufren cambio específico antes de madurar completamente (De Datta, 1986). En esta fase también influye la variedad que se utilice para la siembra ya que en el mercado existen variedades las cuales tienen un ciclo de vida más corto que otras influyendo así en su maduración.

Los granos de arroz alcanzan la maduración a los 30 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 (Somarriba, 1998). La maduración es un parámetro que dependerá de la variedad

que se utilizará porque las variedades comerciales de arroz que se siembran no siempre tienen el mismo ciclo de vida, hay variedades más precoces que otras y por ende maduran antes.

#### **7.2.4. Altura de la planta de arroz**

El arroz es una planta anual, cuya altura varía de 50 a 150 centímetros, según la variedad, el tipo de suelo y el clima. Sin embargo, existen mutantes más pequeños y variedades flotantes mucho más altas. Los tallos están compuesto por una serie de nudos y entrenudos en forma alterna (Monge, 1994).

La escogencia de una determinada altura al momento de hacer selección varietal adquiere importancia desde el punto de vista agronómico por la relación existente entre la altura de planta y la resistencia de esta al acame; así mismo la cosecha mecánica es otro factor de importancia a considerar la altura en el proceso de la selección (Zeledón, 1993).

Fernández, Vergara y García (1985) afirman que el porte bajo y la dureza del tallo son cualidades esenciales en variedades de alto rendimiento ya que minimizan el volcamiento.

La altura de la planta es una característica que puede variar en dependencia de la variedad que el productor elige para sembrar, ya que como se sabe hay variedades semi enanas, intermedias y variedades altas.

Es de mucha importancia tomar en cuenta la altura de la planta, ya que está relacionada con la resistencia que tenga con respecto al volcamiento, por lo que cuando las plantas son consideradas como altas (130 cm en adelante) estas crecen en longitud pero no en grosor de tallo lo que las hace débiles y más propensas al volcamiento.

### **7.3. Rendimiento productivo en el cultivo de arroz**

#### **7.3.1. Longitud de panícula de arroz**

La longitud de la panícula es de mucha importancia, ya que permiten una mayor cantidad de granos y mayor fertilidad de las espiguillas (López, 1991) un mayor tamaño de la panícula dará lugar a un mayor espacio para el crecimiento de las ramitas en las cuales van insertadas las espiguillas garantizando a la planta una mayor cantidad de granos, lo cual al

momento de la cosecha se verá reflejada en un mayor rendimiento productivo; para que las espiguillas sean fértiles se tiene que garantizar al cultivo una buena aportación de Nitrógeno, que puede influenciar en la calidad del grano. Además de garantizar al cultivo una fertilización potásica que va a tener importancia en el llenado de grano es esta etapa de desarrollo.

La longitud de la panícula es de mucha importancia en el estudio de los genotipos de arroz a evaluar, se espera que a mayor longitud de panícula haya mayor número de granos y espiguillas fértiles esto ayuda a los productores de arroz a obtener una mejor producción.

Angladette (1975) afirma que los caracteres cuantitativos (macollamiento y longitud de panícula) varían debido a un componente genético y por condiciones ambientales. La longitud de panícula dependerá de la variedad de arroz que se cultive no necesariamente todas las variedades tendrán una misma medida; también se verá influenciada por las condiciones en la que se encuentre el cultivo, si son o no las adecuadas, para su crecimiento. El crecimiento de la panícula dependerá del cultivar plantado y las condiciones en las que se encuentre para que puede tener un buen crecimiento, un factor importante es el viento, cuando la velocidad es muy alta provoca el acame o acostamiento de la planta.

### **7.3.2. Número de granos por panícula de arroz**

De Datta (1986) afirma que el número de granos por panícula es un componente considerado de importancia para obtener buenos rendimientos y todo está ligado a la fertilidad o esterilidad de la panícula. Entre más fértil sea la panícula de una planta habrá un mayor número de granos llenos y entre menos lo sea habrá un mayor número de granos estériles, vacíos o vano. Por lo que habrá una afectación tanto en su peso como en la producción del cultivo.

El número de grano por panícula está en función de su longitud y condiciones ambientales principalmente a las condiciones de temperatura menores a 20° C, esto es muy determinante tener en cuenta, ya que por efecto de bajas temperaturas aumenta la esterilidad de espiguillas.

Esta variable (número de granos por panícula) está relacionada íntimamente con la fase anterior (longitud de panícula) por lo que a mayor longitud de la panícula se espera como resultado un mayor número de granos, pero también se ve afectado por el factor temperatura, mientras sea mayor a la que el cultivo necesite afectará más el número de granos llenos. La fecha de siembra también influye porque dependiendo del tiempo transcurrido pueden haber diferencias en la temperatura del lugar en el que se establezca el cultivo.

El número de granos por panícula constituye un carácter varietal (Angledette, 1969) según la variedad que se utilice o se cultive variará el número de granos por panícula. No todas las variedades de arroz que se cultivan tiene un mismo número de granos, esto dependerá de su adaptación al medio en el que se encuentra y sus exigencias agronómicas para su óptimo desarrollo.

### **7.3.3. Fertilidad de las espiguillas de arroz**

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. Se debe procurar que el cultivo no se vea afectado por la presencia de plagas, malezas, o enfermedades que lo ataquen y lo perjudiquen. Con un buen manejo agronómico y un crecimiento apropiado se obtiene un alto rendimiento. El que la espiguilla sea fértil garantizará una buena producción, que acompañado de una buena calidad, permite que se obtengan mayores ingresos económicos.

Para lograr que las plantas de arroz presenten espiguillas fértiles hay que garantizar un buen manejo de todo el cultivo desde que se selecciona la semilla, su desinfección, pre germinado si es necesario, hasta su establecimiento en campo. Se debe garantizar un buen fertilizado que permita a la planta una buena nutrición para que tenga una mayor resistencia al ataque de posibles plagas y enfermedades que puedan afectar el desarrollo y producción. Así como realizar control de malezas para evitar que compitan con el cultivo por espacio, nutrientes y luz solar.

#### **7.3.4. Peso de mil granos de arroz**

El peso de 1000 granos es un carácter muy estable en buenas condiciones del cultivo y depende fundamentalmente de la variedad, sin embargo, un incremento en rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano, los granos largos y extra largos son los que obtienen mayor peso de los cuales fluctúan entre 25 y 35 gramos (López, 1991).

Determinar el peso de 1000 granos es un indicador que le permite al investigador – experimentador separar los genotipos de mayor peso por grano de los genotipos con menor peso por grano, lo que significa que por medio de esta técnica se puede seleccionar el genotipo con el mejor rendimiento.

Las bajas temperaturas durante la etapa fenológica de maduración fisiológica influyen sobre el porcentaje de granos completamente maduros. Con temperaturas medias diarias inferiores a 18 °C, el peso de 1000 granos disminuye, a la temperatura constante de 16 °C, el porcentaje de grano completamente maduro es virtualmente cero (Tinarelli 1989).

Brindar las condiciones agroecológicas adecuadas para que el cultivo se desarrolle de manera óptima es fundamental para asegurar que los rendimientos del cultivo de arroz sean los deseables, para ello elegir la zona de cultivo adecuada es indispensable, ya que de esta manera el cultivo se adapta fácilmente.

#### **7.3.5. Rendimiento de grano en el cultivo de arroz**

El rendimiento de arroz es un carácter determinado por el genotipo, la ecología y manejo agronómico. El rendimiento de una planta está en función de varias características anatómicas y morfológicas que tienen que ver con el número de tallo con panículas y el porcentaje de esterilidad, número de granos por panícula y peso de mil granos, resistencia a enfermedades, vuelco y alto poder de asimilación de fuerte abonadas (Angledette, 1969).

El rendimiento del arroz depende de una serie de factores que interactuando determinarán la capacidad productiva de un genotipo de arroz o de una variedad, estos factores pueden



ser intrínsecos de la planta o extrínsecos (bióticos o abióticos), siempre influenciados por el factor antrópico (humano).

Martínez (1985) concluye que el rendimiento de cualquier cultivo es el objetivo final, y afirma que en los experimentos de materiales promisorios, las líneas introducidas o evaluadas deben rendir por encima o en su defecto igual al rendimiento de la variedad testigo.

#### **7.4. Calidad industrial en el cultivo de arroz**

##### **7.4.1. Longitud y forma del grano de arroz**

El peso del grano varía en un rango bastante amplio oscilando entre 8 – 50 mg/grano, en el caso de la cáscara normalmente oscila entre 20% y 21% total del grano, aparentemente no es posible mejorar el rendimiento del arroz molinado, disminuyendo el peso de la cáscara, sin embargo, el rendimiento se podrá aumentar incrementando el tamaño del grano, ya que se ha definido que variedades con granos grandes en el periodo de maduración acumula mas almidón. Los granos largos a extra – largos son los que obtienen el mayor peso los cuales fluctuan entre 25 – 35 gr (Jenning 1985).

Es una manera de incrementar los rendimientos por manzana en las fincas y darle un mejor aprovechamiento al suelo, aunque el autor indica que el peso de la cáscara oscila entre el 20% y 21% del total del grano, en la producción de arroz Nicaragüense el peso de la cáscara representa entre un 30% y 40% del total del grano, es por esto que elegir genotipos con granos largos o extra – largos en Nicaragua contribuirá a disminuir el peso de la cáscara en el grano.

##### **7.4.2. Incidencia de manchado del grano de Arroz**

Ruíz, L y Lira, E (2005) indican que el manchado de grano es el efecto de un complejo de agentes causales entre los que se encuentran: hongos (*Bipolaris oryzae*, *Phyllosticta sp*; *Gerlachia oryzae*, *Alternaría padwickii*, *Curvularia sp*; *Pyricularia grises*, *Cercospora oryzae* y *Sarocladium oryzae*) y las bacterias (*Pseudomonas sp* *Xanthomonus oryzae* y *Erwinia sp*). Este complejo afecta el grano en la disminución del peso (hasta 40%), la

germinación (entre el 26 y 41%) y el llenado de los granos (30%). El manchado puede aparecer externamente en las glumas o internamente en el grano, o en ambos.

Por ello que estar pendiente sobre la incidencia en el manchado del grano se vuelve tedioso y complicado debido al gran número de microorganismos que lo causan, entre hongos y bacterias, lo que resulta en una problemática fitopatológica en este rubro.

Por lo cual se procura identificar y seleccionar aquellas variedades en las cuales se determina y se observa que los granos no han sido afectados por estos microorganismos.

#### **7.4.3. Porcentajes de calidad industrial del grano de arroz (Relación E/Q = Relación Entero/Quebrado)**

La calidad industrial es el resultado de la relación de numerosos factores físicos del grano como tamaño, forma, peso de la cascarilla, pigmentación, dureza, temperatura de gelatinización y contenido de amilasa. Otros factores a tomar en cuenta son el manejo de la cosecha, recolección, secado, transporte, procesamiento y almacenamiento (CIAT, 1986).

La calidad del arroz como la de otros cereales que se preparan para la alimentación humana es una combinación de muchas características. Al productor le interesa las características que afectan el secado del arroz y su calidad para mercado, al molinero las características de molienda del arroz, y al industrial la calidad del arroz para la cocción y la alimentación. Todas estas características de la calidad del arroz dependen en gran parte de la variedad y los procedimientos de recolección, secado e industrialización (Somarriba, 1998).

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

En Nicaragua esta relación, granos enteros / quebrados, determina esencialmente la calidad del arroz y el precio que los consumidores están dispuestos a pagar. En el mercado nacional las relaciones más predominantes en el mercado son el 96/4, 80/20 y 70/30.

La calidad del grano es una variable que toma mucha importancia a la hora de comercializar el producto final es decir arroz en oro, ya que si su calidad industrial es muy mala o hay presencia de muchos granos quebrados, su precio irá disminuyendo lo que le puede ocasionar al productor arrocero pérdidas en sus ingresos.

Se debe tomar en cuenta en la calidad del arroz que sea limpio al momento de ser comercializado o vendido sin elementos extraños como terrones, cascarillas, semillas de malezas, fragmentos de restos de cosecha, ya que esto puede perjudicar al productor y puede ser multado si no cumple con los parámetros de calidad que el mercado demanda.

## **VIII. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **8.1. Localización del Experimento**

El estudio se realizó en el Centro Experimental de El Horno (TAINIC), localizado a 4 km de Sébaco. La estación experimental de arroz del INTA está físicamente ubicada dentro de las tierras de la Cooperativa Omar Torrijos Herrera, comarca El Horno, municipio de Ciudad Darío, Matagalpa, siendo sus coordenadas geográficas de 12°48'51" de latitud Norte, y 86°09'53" de longitud Oeste. La altitud del sitio es de 460 msnm (INETER, 2008).

### **8.2. Zona de Vida**

Los suelos pertenecen a la serie Darío, clase II; de carácter profundos, drenados, planos y alta fertilidad, clasificados como zona de vida de bosque tropical seco – pre montano (INETER, 2008).

### **8.3. Descripción del Lugar**

La zona presenta una época seca de seis meses de duración o más, y una época lluviosa de seis meses o menos. Las precipitaciones anuales se encuentran en el rango de los 738- 850 mm año. La zona presenta una temperatura media anual de 26°C, su humedad relativa promedio anual es de 73%, la velocidad promedio anual de los vientos es de 3.09 m/s, con brillo solar de 7.0 horas luz, y evaporación anual promedio de 5.6 mm (INETER, 2008).

### **8.4. Tipo de Investigación**

La investigación es del tipo experimental, ya que el estudio se llevó a cabo mediante un experimento. Para Steel y Torrie (1986) un experimento consiste en la búsqueda planeada para obtener nuevos conocimientos o para confirmar o no resultados de experimentos previos; por esto el diseño utilizado fue el de Bloque Completamente al Azar (B. C. A).

El enfoque de la investigación es cuantitativo, pues como destaca Sampieri, Fernández y Baptista (2006) los estudios cuantitativos son aquellos que usan la recolección de datos

para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento.

Según el nivel la investigación es descriptiva, describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés (Tamayo, 2003). En este caso se describe características de los genotipos y de la variedad comercial de arroz.

El estudio es de corte transversal, porque intenta analizar el fenómeno (experimento) en un periodo de tiempo corto, un punto en el tiempo, por eso también se les denomina “de corte” (Salineros, 2004). Por lo tanto la toma de datos se hizo en un periodo de tiempo previamente determinado.

### **8.5. Diseño Experimental**

El diseño utilizado para evaluar los genotipos de arroz fue el de Bloques Completos al Azar (B.C.A.), Para Montgomery (1991) el diseño de Bloques Completos al Azar (B.C.A) es un grupo de unidades experimentales que son homogéneas para una o más características que podrían afectar la variable respuesta. Se habla de un diseño de Bloques Completo al Azar (B.C.A) balanceado cuando todos los “t” tratamientos involucrados en el experimento aparecen en todos los bloques.

El diseño experimental consistió de 13 genotipos y 1 variedad comercial INTA L-9 para un total de 14 tratamientos y 4 repeticiones o bloques.

### **8.6. Población y Muestra**

Cada parcela experimental, fue conformada de 5 surcos de 5 metros de largo cada uno. La separación entre surco fue de 0.25 m (APE: 6.25 m<sup>2</sup>). La parcela útil consistió en los 3 surcos centrales de la parcela experimenta (APU: 3.75 m<sup>2</sup>).

## **8.7. Tipo de Muestreo**

Los métodos de muestreo probabilísticos son aquellos que se basan en el principio de equiprobabilidad. Es decir, aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra, y consiguientemente, todas las posibles muestras de tamaño “n” tienen la misma probabilidad de ser elegidas. Sólo estos métodos de muestreo probabilísticos nos aseguran la representatividad de la muestra extraída y son, por tanto, los más recomendables (Cuesta y Herrera, 1972).

El muestreo aleatorio simple es el método conceptualmente más simple que consiste en extraer todos los individuos al azar de una lista con base en la muestra (Casal y Mateu, 2003).

Es por ello que el tipo de muestreo fue probabilístico, en donde se les brindó a todos los individuos de la población las mismas oportunidades de ser seleccionados. La muestra seleccionada fue a través de un muestreo aleatorio simple tomando 10 plantas al azar del área central de la parcela útil, la recolección de las muestras en campo se realizó cada semana.

## 8.8. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron 14 genotipos mejorados y acriollados con alto potencial de rendimiento, entre los que se incluye el testigo nacional INTA L-9 (Anexo 2).

Tabla 2. Descripción de los tratamientos.

Entrada	Identificación del Genotipo	Entrada	Identificación del Genotipo
01	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	08	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M
02	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	09	IR55423-01-1SR-1-M
03	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	010	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M
04	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	011	Tres Mesino Rojo*
05	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	012	Enano*
06	IR90154-53-2-1-M	013	Fortuna*
07	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	014	INTA L-9**

Fuente: Elaboración Propia

\*Cultivares acriollados \*\*Variedad Téstigo

### Plano de campo

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

Fuente: Elaboración Propia





## 8.9. Manejo agronómico del experimento

La preparación del suelo fue mecanizada y consistió en una chapoda, un pase con rota disco, 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 surco corrido ralo (chorrillo) a razón de 100 gramos de semilla por parcela, por lo que se utilizó 12.32 libras de semilla en todo el experimento.

El control de malezas de hojas anchas, *Gramíneas* y *Ciperáceas*, se realizó antes del establecimiento del cultivo hasta los primeros 40 días de establecido. Para ello se aplicaron medidas de control, mecánico, manual y químico (Glifosato con dosis de 100 cc por bombada). Además, se realizaron limpiezas manuales para la eliminación de plantas atípicas y facilitar la labor de la cosecha, a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Para el control del chinche de la espiga (*Oebalus insularis*), los umbrales de daño estuvieron en dependencia del estado fenológico del cultivo y se determinaron utilizando redes para atrapar el insecto.

Para el control de gusanos del complejo *Spodoptera* se usó cypermetrina con el fin de evitar afectación en la fase vegetativa del cultivo.

La fertilización se realizó de la siguiente forma:

La fertilización de base se realizó posterior a la siembra de la semilla (inmediatamente después de la siembra) en donde se utilizó un completo de 12 – 30 – 10 a una dosis de 2 quintales por manzana. Lo que se utilizó para el área del experimento fue una cantidad de 10 libras.

La complementación de fertilización se hizo con fórmulas nitrogenadas, en este caso se usó Urea al 46% y Muriato de potasio a través de un fraccionamiento el cual se realizó a los 20, 40 y 60 días después de la siembra.

- A los 20 días se aplicó 10 libras de Urea + 2.5 libras de muriato de potasio.
- A los 40 días se aplicó 10 libras de Urea + 2.5 libras de muriato de potasio.
- A los 60 días se aplicó 10 libras de Urea + 2.5 libras de muriato de potasio.

Las láminas de agua se mantuvieron en dependencia del estado fenológico del cultivo. Se inició con láminas de 10 cm (4 pulgadas) en las fases iniciales (vegetativa), hasta los 20 cm (8 pulgadas) durante la etapa reproductiva.

#### **8.10. Toma de datos para la medición de variables**

Según el DICTA (2003) en las plantas que producen semilla, se distinguen tres fases de desarrollo, las cuales tienen períodos de crecimiento definidas en cuanto a la diferenciación de la planta y los días de duración de estas tres fases. En el caso del arroz, estas fases son las siguientes:

**La fase vegetativa:** Por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. Esta fase es la que diferencia unas variedades de otras, según sea la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su respectivo ciclo de cultivo. En la fase vegetativa es cuando se determina en gran parte, el número de espigas por planta o por unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas, lo cual es uno de los 3 componentes de rendimiento de una plantación de arroz.

**La fase reproductiva:** Incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía muy poco. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los 3 componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz.

**La fase de madurez:** Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, por lo que es el tercero de los 3 componentes de rendimiento en una plantación de arroz.

La escala de evaluación estándar para arroz del CIAT (1983), rigió para evaluar cualitativamente las variables. El tamaño de muestra para caracteres cuantitativos de crecimiento y desarrollo fue de 10 plantas elegidas al azar en el área central de la parcela útil de cada tratamiento.

El levantado de datos se realizó utilizando un instrumento de campo (hoja de campo) elaborado y aplicado para registrar las variables de importancia (Anexo 3).

El resultado de la evaluación de 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 3. Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.

Parámetro	Categoría
00	Germinación
01	Plántula
02	Ahijamiento
03	Elongación del Tallo
04	Cambio de primordio
05	Panzoneo
06	Floración
07	Estado lechoso del grano
08	Estado pastoso del grano
09	Maduración fisiológica

Fuente: CIAT (1983).

## 8.11. Procedimiento para medir las variables

### 8.11.1. Características agronómicas de los genotipos

- Habilidad de Macollamiento (Ti): Se realizó recuento de tallos productivos por metro lineal. Tiempo de evaluación, estado de crecimiento 05.

Tabla 4. Aplicación de la escala CIAT para la evaluación de macollamiento

Clasificación	Valores	Categorías
1	Más de 20 hijos	Muy prolifera
3	de 15 a 19 hijos	Buena
5	de 11 a 14 hijos	Mediana
7	de 7 a 10 hijos	Pobre
9	Menos de 7 hijos	Muy pobre

Fuente: CIAT (1983).

- Floración (Fl): Se registró el número de días, desde la emergencia hasta cuando el 50% de las plantas estén florecidas. Tiempo de evaluación, estado de desarrollo 06.
- Maduración (Mat): Se registró el número de días desde la emergencia hasta la madurez fisiológica del cultivo (20 – 22% Humedad). Tiempo de evaluación, en estado de desarrollo 09.

Tabla 5. Aplicación de la escala CIAT para la evaluación de días a Maduración

Clasificación	Valores	Categoría
1	Menos de 105 días	Precoz
2	Menos de 120 días ó 125 días	Intermedia
3	Más de 125 días	Tardía

Fuente: CIAT (1983).

- Altura de la planta (Ht): Se registró la longitud de la planta en centímetros desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta. Tiempo de evaluación estado de crecimiento 07.

Tabla 6. 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: CIAT (1983).

### 8.11.2. Características de Rendimiento Productivo

- Longitud de panícula: Para determinar este carácter se tomaron al azar diez panículas, la medición fue desde el nudo ciliar hasta el último grano, se expresó en centímetros. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 09.
- Número de granos por panícula (Ngp): Se tomaron del área de la parcela útil 10 panículas al azar. Luego se procedió a contar el número total de granos y dividirlo entre el número de panículas (10), y calcular el promedio respectivo. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 09.
- Fertilidad de las espiguillas (St): De 10 panículas tomadas al azar por cada tratamiento, se contabilizaron los granos (espiguillas) totales y los enteros. Luego, se realizó el respectivo cálculo para obtener el porcentaje de fertilidad. Tiempo de evaluación en el estado de crecimiento 09.

Tabla 7. Aplicación de la escala CIAT para fertilidad de espiguillas.

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

Fuente: CIAT (1983).

- Peso de 1000 granos (GW): Se pesaron 1000 granos, expresados en gramos al 14% de humedad. Tiempo de evaluación, en estado de crecimiento 09.
- Rendimiento de grano (Yld): Se cosechó el grano (granza) en el área de la parcela útil de cada tratamiento, expresándolo en  $\text{kg ha}^{-1}$  y considerando un 14% de humedad. Tiempo de evaluación, estado de crecimiento 09.

### 8.11.3. Características de Calidad Industrial

- 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). Tiempo de evaluación, estado de crecimiento 09.

Tabla 8. Aplicación de la escala CIAT de clasificación para calidad de grano descascarado.

Designación	Longitud (mm)	Escala	Forma	Longitud/Ancho (mm)	Escala
Extra largo	7.50 +	1	Alargado	>3.0	1
Largo	6.61 – 7.50	3	Medio	2.1 – 3.0	5
Medio	5.51 – 6.60	5	Oblonga	< de 2.0	9
Corto	< de 5.50	7			

Fuente: CIAT (1983).

- Incidencia de manchado del Grano: Se tomó una muestra de 100 granos al azar para determinar el porcentaje de granos manchados con al menos un 25% de mancha del grano.

Tabla 9. Aplicación de la escala CIAT para evaluación de reacción al manchado del grano.

Clasificación	Categorías
0	Ninguna incidencia
1	Menos del 1 % de incidencia
3	1 – 5 % de incidencia
5	6 – 25 % de incidencia
7	26 – 50 % de incidencia
9	51 – 100 % de incidencia

Fuente: CIAT (1983).

- 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 (% Arroz oro y Entero, Relación E/Q).\

## 8.12. Operacionalización de Variables

Variabes	Subvariables	Indicadores	Tiempo de Evaluación (Estado Fenológico)	Medios
Comportamiento Agronómico de los Genotipos	Habilidad de Macollamiento	Recuento de tallos productivos por metro lineal.	Panzoneo	- Hoja de campo para datos - Escala CIAT
	Floración	Número de días, desde la emergencia hasta cuando el 50% de las plantas estén florecidas.	Floración	- Hoja de campo para datos - Escala CIAT
	Maduración	Número de días desde la emergencia hasta la madurez fisiológica del cultivo (20 – 22 % Humedad)	Maduración fisiológica	- Hoja de campo para datos - Escala CIAT
	Altura de la planta	Longitud de la planta en cm, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta.	Estado lechoso del grano	- Cinta métrica. - Hoja de campo para datos - Escala CIAT
Rendimiento Productivo	Longitud de panícula	Longitud desde el nudo ciliar hasta el último grano, se expresara en cm.	Maduración fisiológica	- Regla milimetrada - Hoja de campo para datos
	Número de granos por panícula	10 panículas al azar del área de la parcela útil. Luego se procedió a contar el número total de granos y dividirlo entre el número de panículas (10), y calcular el promedio respectivo.	Maduración fisiológica	- Hoja de campo para datos



	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.	Maduración fisiológica	- Hoja de campo para datos - Escala CIAT
	Peso de 1000 granos	Peso de 1000 granos, expresados en gramos al 14% de humedad.	Maduración fisiológica	- Hoja de campo para datos - Pesa de gramos
	Rendimiento de grano	Cosecha de grano (granza) en el área de la parcela útil de cada tratamiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) considerando un 14% de humedad.	Maduración fisiológica	- Hoja de campo para datos - Pesa de Kilogramos
Calidad Industrial	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).	Maduración fisiológica	- Calibrador - Hoja de campo para datos - Escala CIAT
	Incidencia de manchado del Grano	Muestra de 100 granos al azar para determinar el porcentaje de granos manchados con al menos un 25% de mancha del grano.	Maduración fisiológica	- Hoja de campo para datos - Escala CIAT
	Porcentajes de calidad industrial del grano	Porcentajes de calidad industrial de grano (% Arroz oro y Entero, Relación E/Q).	Proceso de molinería	- Hoja de campo para datos

### **8.13. Análisis Estadístico de los Datos**

Se utilizó hojas electrónicas de Microsoft Excel para formar una matriz de datos.

El programa utilizado fue el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) para el análisis de parámetros como Análisis de Varianza (ANDEVA), correlación de Pearson, la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5%, para comprobar los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos.

El análisis de Varianza se aplicó para comprobar diferencias estadísticas y en el caso de presentarse, encontrar diferencias significativas entre los tratamientos. Las medias de los tratamientos fueron separadas individualmente utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey con una significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ). En el caso de la normalidad de los datos se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk y en el caso de la homogeneidad de los datos se aplicó la prueba de Levene.

Las variables no paramétricas tomadas en escala o conteos que no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza fueron en primera instancia transformadas y analizadas utilizando la Prueba de Freedman.

## IX. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 9.1. Variables de comportamiento agronómico de los genotipos

#### 9.1.1. Habilidad de macollamiento

Tabla10. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable Habilidad de macollamiento.

Trat.	Denominación del Genotipo	Tallos o macollas		Tukey	Escala de CIAT
		Por metro lineal	Por planta		
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	100	20.0	C	1 = Muy prolifera (Más de 20 hijos)
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	106	21.3	B	1 = Muy prolifera (Más de 20 hijos)
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	141	28.2	A	1 = Muy prolifera (Más de 20 hijos)
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	131	26.3	A	1 = Muy prolifera (Más de 20 hijos)
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	88	17.6	D	3 = Buena (de 15 a 19 hijos)
6	IR90154-53-2-1-M	116	23.2	B	1 = Muy prolifera (Más de 20 hijos)
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	95	19.0	C	3 = Buena (de 15 a 19 hijos)
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	107	21.4	B	1 = Muy prolifera (Más de 20 hijos)
9	IR55423-01-1SR-1-M	103	20.7	C	1 = Muy prolifera (Más de 20 hijos)
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	95	19.1	C	3 = Buena (de 15 a 19 hijos)
11	Tres Mesino Rojo	78	15.6	E	3 = Buena (de 15 a 19 hijos)
12	Enano	138	27.5	A	1 = Muy prolifera (Más de 20 hijos)
13	Fortuna	79	15.9	E	3 = Buena (de 15 a 19 hijos)
14	INTA L-9	82	16.4	D	3 = Buena (de 15 a 19 hijos)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.0027			
Levenes Test para Homogeneidad		0.0043			
Pr > F para Tratamientos		0.0001			
Pr > F para Bloques		0.07			
Media		20.85			
Coeficiente de Variación		14.16195			

Fuente: Resultado de Investigación.

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

Jennings (1985) describe al macollamiento como uno de los componentes del rendimiento y su máxima expresión estará en dependencia de los nutrientes, agua y espacio, una vez que las macollas reciban mayor radiación solar.

La tabla 10 indica que en la subvariable habilidad de macollamiento se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA. En cuanto a los resultados obtenidos por la separación de medias por Tukey las medias variaron entre 15.6 y 28.2 macollas por planta. Los tratamientos 3, 12 y 4 (IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M, Enano y IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M) alcanzaron el mayor número de macollas por planta con 28.2, 27.5 y 26.3 macollas respectivamente, superando estadísticamente a los tratamientos 13 y 11 (Fortuna y Tres Mesino Rojo) que obtuvieron el menor número de macollas por planta con 15.9 y 15.6 macollas respectivamente.

Al realizar el análisis de los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, se comprobó que los datos no son normales según la prueba de Shapiro-Wilk y no son homogéneos según la prueba de Levene. En este estudio el gráfico 1 indica que el promedio de macollas por planta alcanzado fue de 20.85, obteniendo mejores resultados que en el estudio realizado por Pérez y Huete (2009) que obtuvo un promedio de 8.36 macollas por planta y superando el promedio del estudio realizado por Dávila y Sánchez (2010) que obtuvo un promedio de 5.88 macollas por planta.

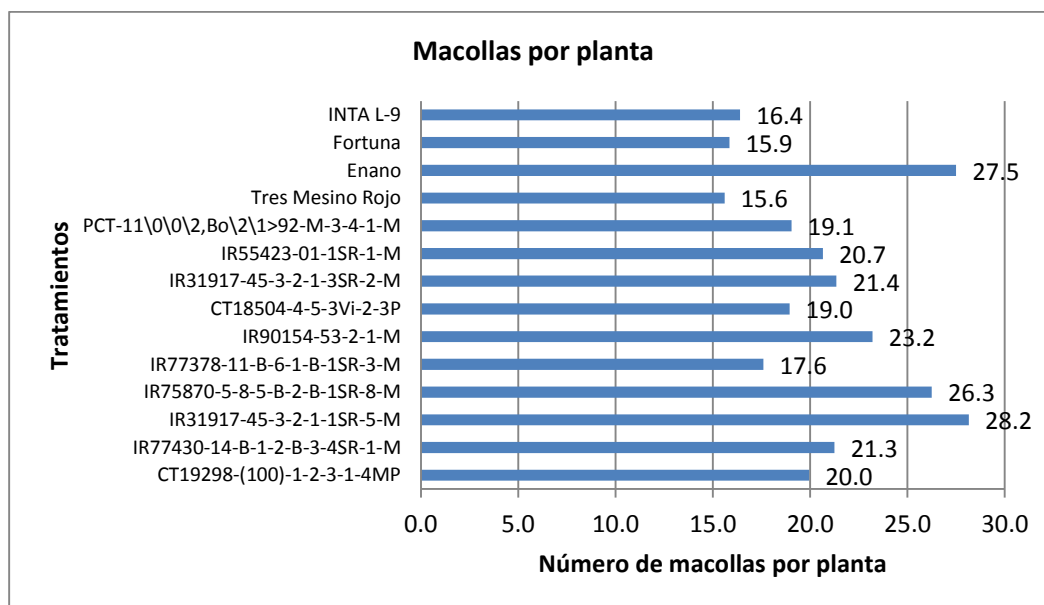


Gráfico 1: Números de macollas por planta

Fuente: Resultado de Investigación

Al aplicar la escala CIAT para el análisis del número de macollas por planta 8 de los genotipos se clasifican en la categoría muy proliferas (Más de 20 hijos) y 6 de los genotipos se clasifican en la categoría Buena (de 15 a 19 hijos), lo que nos indica que son genotipos con capacidad de macollamiento.

### **9.1.2. Días a floración y maduración en el arroz**

Contin (1990) revela que la floración se produce aproximadamente 25 días después del engrosamiento prefloral del tallo, dependiendo cual fuera la variedad y agrega que este proceso continúa sucesivamente hasta que todas las espiguillas de la panoja hayan florecido. Dicha floración inicia a partir de la excerción de la panícula con la ruptura de las primeras anteras dehiscentes en las espiguillas terminales de las ramas de las panojas.

La tabla 11 refleja que el tratamiento 11 (Tres Mesino Rojo) se destaca por alcanzar la etapa de floración de forma temprana floreciendo a los 63 días y el tratamiento 12 (Enano) fue identificado como el más tardío floreciendo a los 101 días.

Jennings (1985) afirma que las variedades que maduran entre 110 a 135 días usualmente alcanzan mejores rendimiento que aquellas que la hacen temprano o tarde bajo la mayoría de las condiciones agronómicas favorables.

En cuanto a los días a maduración se identificó, al igual que en los días a floración, al tratamiento 11 (Tres Mesino Rojo) como el tratamiento que se destacó por alcanzar la etapa de maduración de forma precoz (Menos de 105 días) madurando a los 89 días y el tratamiento 12 (Enano) fue identificado como tardío (Más de 125 días) madurando a los 130 días. El resto de los tratamientos se clasificaron según la escala CIAT como intermedios madurando en menos de 120 ó 125 días.

Tabla 11. Días a floración y maduración de 14 genotipos de arroz en estudio

Trat.	Denominación del Genotipo	Días a Floración	Días a Maduración	Escala CIAT
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	81	123	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	74	109	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	74	114	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	75	111	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	85	119	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
6	IR90154-53-2-1-M	75	112	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	83	123	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	77	112	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
9	IR55423-01-1SR-1-M	83	119	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
10	PCT-11\0\0\2,B0\2\1>92-M-3-4-1-M	74	106	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
11	Tres Mesino Rojo	63	89	1 = Precoz (Menos de 105 días)
12	Enano	101	130	3= Tardía (Más de 125 días)
13	Fortuna	88	116	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
14	INTA L-9	85	119	2 = Intermedia (Menos de 120 días ó 125 días)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.0001		
Levenes Test para Homogeneidad		0.0006		
Pr > F para Tratamientos		0.0001		
Pr > F para Bloques		0.0994		
Media		114.28		
C.V		0.5566		

Fuente: Resultado de Investigación.

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

### 9.1.3. Altura de la planta

La altura de la planta es a menudo la característica más notable con respecto al crecimiento. Es usado como un criterio de crecimiento especialmente donde la temperatura es baja o cuando el agua es profunda. Después del lento crecimiento durante el estado de plántula la altura de la planta aumenta rápido hasta el período de floración (De Datta, 1986).

Tabla 12. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable altura de planta.

Trat.	Denominación del Genotipo	Altura de la Planta (Centímetros)	Tukey	Escala de CIAT
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	92.0 cm	C	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	100.8 cm	C	5 = Intermedia (Entre 101-130 cm)
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	86.8 cm	D	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	92.0 cm	C	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	89.9 cm	C	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
6	IR90154-53-2-1-M	94.2 cm	C	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	95.0 cm	C	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	86.7 cm	D	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
9	IR55423-01-1SR-1-M	88.5 cm	D	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	99.1 cm	C	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
11	Tres Mesino Rojo	120.1 cm	B A	5 = Intermedia (Entre 101-130 cm)
12	Enano	98.9 cm	C	1 = Semienana (Menos de 100 cm)
13	Fortuna	136.0 cm	A	5 = Intermedia (Entre 101-130 cm)
14	INTA L-9	104.8 cm	B	5 = Intermedia (Entre 101-130 cm)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.0001		
Levenes Test para Homogeneidad		0.0485		
Pr > F para Tratamientos		0.0001		
Pr > F para Bloques		0.3568		
Media		98.90		
C.V		6.411		

Fuente: Resultado de Investigación.

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

La tabla 12 refleja que en cuanto a la subvariable altura de la planta se identificó diferencia estadística significativa según ANDEVA. En cuanto a los resultados obtenidos por la separación de medias por Tukey las medias variaron entre 86.7 y 136.0 centímetros de altura. Los tratamientos 13 y 11 (Fortuna y Tres Mesino Rojo) alcanzaron la mayor altura con 136.0 y 120.1 centímetros de altura, superando estadísticamente a los tratamientos 9, 3 y 8 (IR55423-01-1SR-1-M, IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M y IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M) que tuvieron las menores alturas con 88.5, 86.8 y 86.7 centímetros de altura.

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

En este estudio el gráfico 2 muestra que el promedio de altura por planta alcanzado fue de 98.9 centímetros de altura, superando al promedio de altura alcanzado en el estudio de Dávila y Sánchez (2010) que fue de 97.8 centímetros; pero obteniendo un menor promedio de altura al compararlo con el estudio de Pérez y Huete (2009) donde se obtuvo un promedio 109.4 centímetros de altura.

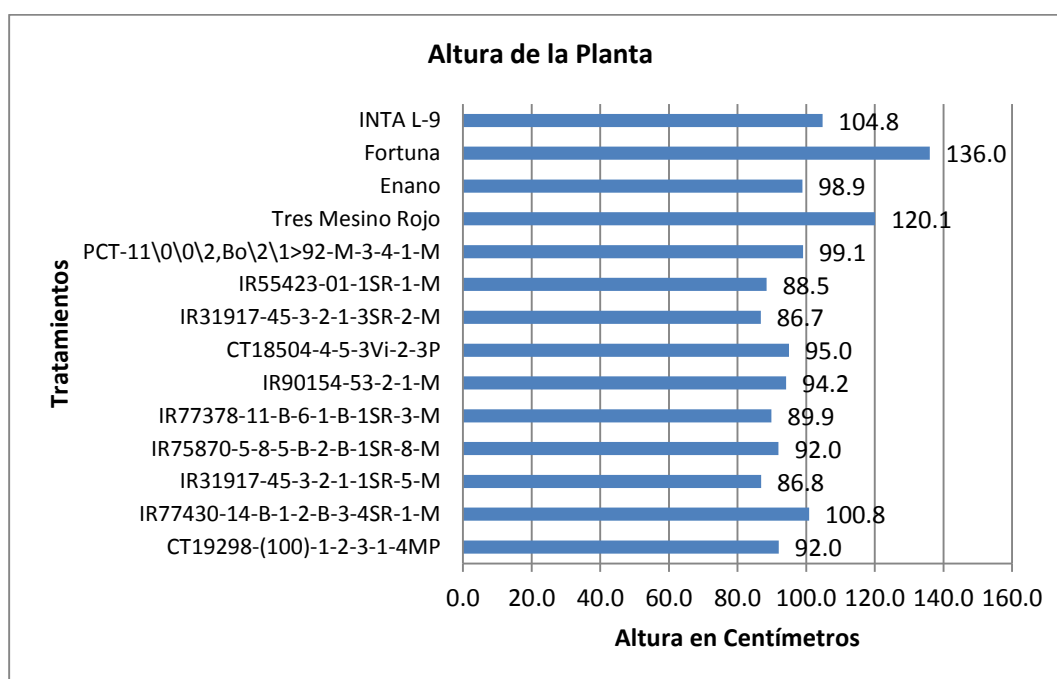


Gráfico 2: Altura de la planta

Fuente: Resultado de Investigación

Al aplicar la escala CIAT para el análisis de la altura de la planta 10 de los genotipos se clasifican como Semienanos con alturas menores a los 100 centímetros y 4 de los genotipos se clasifican en la categoría intermedia con altura entre los 101-130 centímetros.



## 9.2. Variables de rendimiento productivo de los genotipos

### 9.2.1. Longitud de panícula

Soto (1991) afirma que la longitud de la panícula varía entre 10 y 40 centímetros aunque la mayoría de las variedades comerciales oscilan entre 20 y 24 centímetros de largo.

Tabla 13. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable longitud de panícula.

Trat.	Denominación del Genotipo	Longitud de Panícula en Centímetros	Tukey
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	24.5 cm	A
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	23.1 cm	B
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	23.1 cm	B
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	22.4 cm	B
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	21.2 cm	C
6	IR90154-53-2-1-M	21.4 cm	C
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	24.8 cm	A
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	20.2 cm	C
9	IR55423-01-1SR-1-M	21.7 cm	D
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	23.2 cm	B
11	Tres Mesino Rojo	20.9 cm	D
12	Enano	19.8 cm	D
13	Fortuna	26.5 cm	A
14	INTA L-9	25.9 cm	A
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.2045	
Levenes Test para Homogeneidad		0.2225	
Pr > F para Tratamientos		0.0001	
Pr > F para Bloques		0.218	
Media		22.8	
C.V		6.332	

Fuente: Resultado de Investigación.

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

La tabla 13 muestra que en la subvariable longitud de panícula se encontró diferencia estadística significativa, según ANDEVA y la separación de medias por Tukey sobresalen los tratamientos 13 y 14 (Fortuna e INTA L-9) con longitudes de 26.5 y 25.9 centímetros,

respectivamente. Superando estadísticamente a los tratamientos 11, 8 y 12 (Tres Mesino Rojo, IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M y Enano) que obtuvieron las menores longitudes de panícula con 20.9, 20.2 y 19.8 centímetros, respectivamente.

Al realizar el 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.

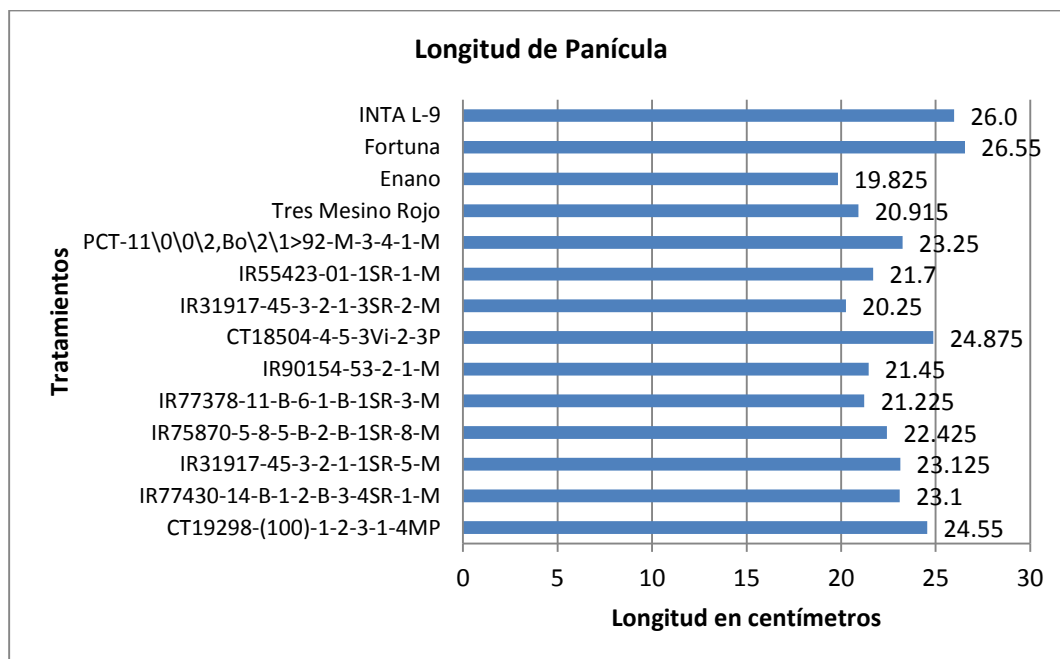


Gráfico 3: Longitud de panícula

Fuente: Resultado de Investigación

El gráfico 3 muestra que el promedio de longitud de panícula alcanzado en este estudio fue de 22.8 centímetros y las medias variaron entre los 26.5 y 19.8 centímetros.

### 9.2.2. Número de granos por panícula

La mayoría de la variedades comerciales oscilan entre 100 y 150 granos por panícula (Soto, 1991). De Datta (1986), afirma que el número de grano por panículas es un componente considerado de importancia para obtener buenos rendimientos. Todo está ligado con fertilidad o estabilidad de la panícula. El número de granos por panícula está en función de su longitud y las condiciones ambientales.

Tabla14. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable número de granos por panícula.

Trat.	Denominación del Genotipo	Número de granos totales	Número de granos por Panícula	Tukey
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	1122	112	B
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	1461	146	A
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	1267	127	A
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	1068	107	B
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	1076	108	B
6	IR90154-53-2-1-M	1066	107	B
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	1276	128	A
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	1415	142	A
9	IR55423-01-1SR-1-M	1151	115	B
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	902.3	90	C
11	Tres Mesino Rojo	1221	122	A
12	Enano	1068	107	B
13	Fortuna	1379	138	A
14	INTA L-9	986.5	99	C
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.1125		
Levenes Test para Homogeneidad		0.0426		
Pr > F para Tratamientos		0.0023		
Pr > F para Bloques		0.2661		
Media		1175.48		
C.V		15.743		

Fuente: Resultado de Investigación.

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

Para la subvariable número de granos por panículas se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA. En la tablas 14 los genotipos que se destacan según los resultados obtenidos por la separación de medias por Tukey son los tratamientos 2, 8 y 13 (IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M, IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M y Fortuna) que alcanzaron el mayor número de granos por panícula con 146, 142 y 138 granos, respectivamente. Los tratamientos 14 y 10 (INTA L-9 y PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M) obtuvieron el menor número de granos por panícula con 99 y 90 granos por panícula, respectivamente.

Al realizar el 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 no son homogéneos según la prueba de Levene.

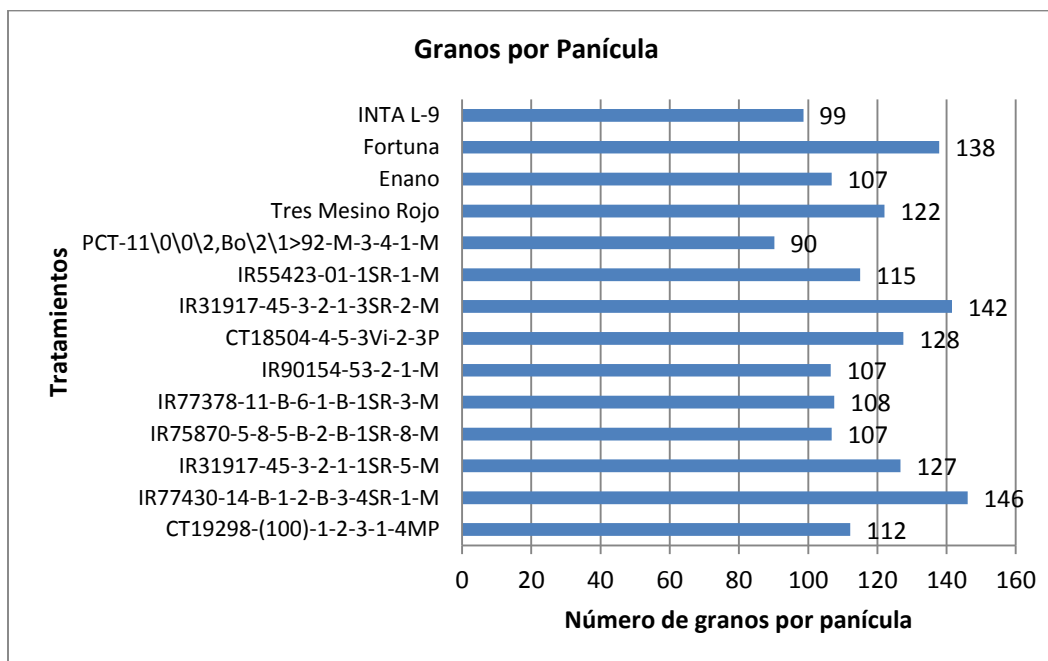


Gráfico 4: Número de granos por panícula

Fuente: Resultado de Investigación

El gráfico 4 muestra que en este estudio las medias del número de granos por panícula variaron entre los 146 y 90 granos. El promedio en cuanto al número de granos por panícula fue de 117.5 granos, obteniendo resultados menores a los conseguidos por Dávila y Sánchez (2010) con un promedio de 120 granos por panícula y menores a los conseguidos por Pérez y Huete (2009) con un promedio de 132 granos por panícula.

### 9.2.3. Fertilidad de las espiguillas

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, aunque se puede aceptar un 20%. La esterilidad es común en materiales generales de arroz y esta tiene tres causas principales: temperatura externa, volcamiento, esterilidad híbrida y compatibilidad genética (Jenning et al, 1981).

Tabla 15. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable Porcentaje de fertilidad de las espiguillas

Trat.	Denominación del Genotipo	Porcentaje de fertilidad de Espiguillas	Tukey	Escala de CIAT
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	74.3%	C	5 = Parcialmente fértiles (50-74%)
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	79.6%	C	3 = Fértiles (75-89%)
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	87.0%	B A	3 = Fértiles (75-89%)
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	82.5%	B	3 = Fértiles (75-89%)
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	73.6%	D	5 = Parcialmente fértiles (50-74%)
6	IR90154-53-2-1-M	79.9%	C	3 = Fértiles (75-89%)
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	85.6%	B	3 = Fértiles (75-89%)
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	76.8%	C	3 = Fértiles (75-89%)
9	IR55423-01-1SR-1-M	75.6%	C	3 = Fértiles (75-89%)
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	91.6%	A	1 = Altamente fértiles (más del 90%)
11	Tres Mesino Rojo	91.0%	A	1 = Altamente fértiles (más del 90%)
12	Enano	86.9%	B A	3 = Fértiles (75-89%)
13	Fortuna	82.5%	B	3 = Fértiles (75-89%)
14	INTA L-9	70.6%	D	5 = Parcialmente fértiles (50-74%)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.4305		
Levenes Test para Homogeneidad		0.1167		
Pr > F para Tratamientos		0.0001		
Pr > F para Bloques		0.5794		
Media		81.2%		
C.V		6.406		

Fuente: Resultado de Investigación.

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

La tabla 15 muestra que en cuanto a la subvariable fertilidad de las espiguillas se encontró diferencia estadística significativa, según ANDEVA y la separación de las mejores medias por Tukey los tratamientos 10 y 11 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M y Tres Mesino Rojo) destacaron al presentar el mayor porcentaje de fertilidad de las espiguillas con 91.6% y 91.0% respectivamente, superando estadísticamente a los tratamientos 5 y 14 (IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M y INTA L-9) que presentaron los menores promedios de fertilidad de las espiguillas con 73.6% y 70.6%.

Al realizar el 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.

El gráfico 5 muestra que en este estudio el promedio de fertilidad de las espiguillas alcanzado fue de 81.2%, obteniendo mejores resultados que los alcanzados en el estudio de Pérez y Huete (2009) donde el promedio de fertilidad de las espiguillas fue de 78.9% y superando el promedio de fertilidad de las espiguillas en el estudio realizado por Dávila y Sánchez (2010) donde se alcanzo un 68.7%.

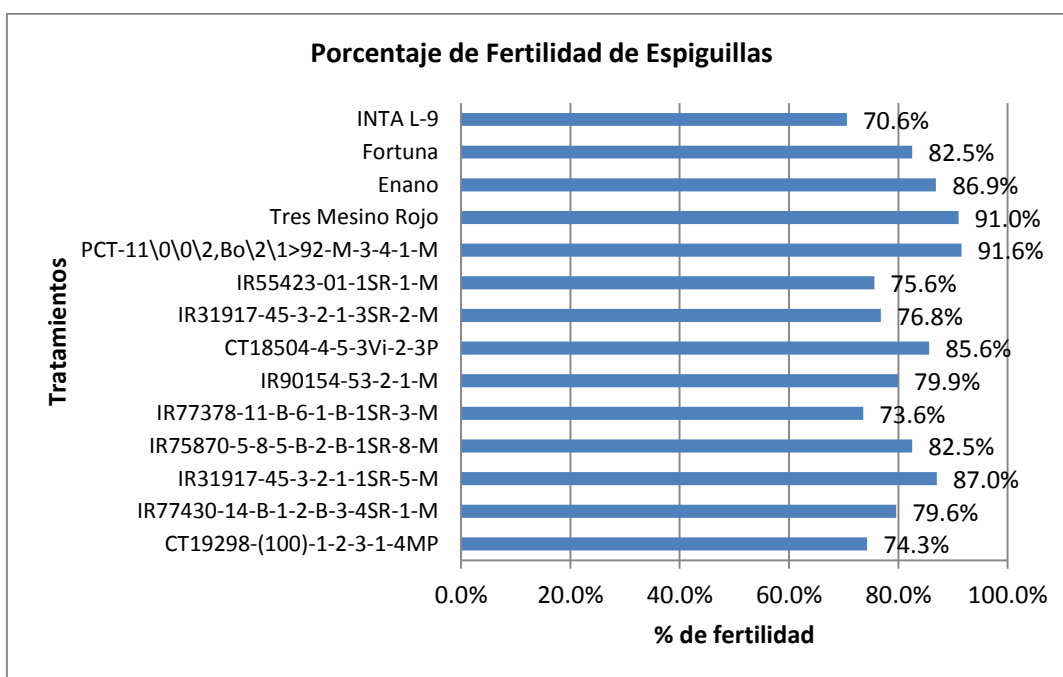


Gráfico 5: Porcentaje de fertilidad de espiguillas

Fuente: Resultado de Investigación.

Las medias para la fertilidad de las espiguillas variaron entre el 91.6% y 70.6%. Al aplicar la escala CIAT para el análisis de la fertilidad de las espiguillas se determinó que 2 de los genotipos se clasifican en la categoría de altamente fértiles (más del 90% de fertilidad), 9 de los genotipos se clasifican en la categoría de fértiles (entre el 75% y 89% de fertilidad) y 3 de los genotipos se clasifican en la categoría de parcialmente fértiles (entre 50% y 74% de fertilidad).

### 9.2.4. Peso de mil granos

El peso entre 20 y 25 gramos por 1000 granos son límites para definir como moderadamente pesado y muy pesado cualquier tipo de arroz. El rendimiento del grano entero varía en función de la variedad y el grado de maduración. Por lo que una maduración imperfecta puede producir menor peso específico y unitario de las semillas (Tinarelli, 1989).

Tabla 16. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable peso de mil granos

Trat.	Denominación del Genotipo	Peso de mil granos	Tukey
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	29.3 gramos	B
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	27.7 gramos	B
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	25.3 gramos	C
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	26.8 gramos	B
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	28.2 gramos	B
6	IR90154-53-2-1-M	28.3 gramos	B
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	31.0 gramos	A
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	27.2 gramos	B
9	IR55423-01-1SR-1-M	27.9 gramos	B
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	33.5 gramos	A
11	Tres Mesino Rojo	22.4 gramos	C
12	Enano	25.4 gramos	C
13	Fortuna	30.1 gramos	A
14	INTA L-9	28.1 gramos	B
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.6584	
Levenes Test para Homogeneidad		0.3044	
Pr > F para Tratamientos		0.0001	
Pr > F para Bloques		0.7298	
Media		27.9	
C.V		4.991	

Fuente: Resultado de Investigación.

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

La tabla 16 indica que en la subvariable peso de mil granos se encontró diferencia estadística significativa, según ANDEVA y la separación de las mejores medias por Tukey los tratamientos 10, 7 y 13 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M, IR90154-53-2-1-M y Fortuna) alcanzaron el mayor peso de mil granos con 33.5, 31.0 y 30.1 gramos

respectivamente, superando estadísticamente a los tratamientos 12, 3 y 11 (Enano, IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M y Tres Mesino Rojo) que presentaron los menores pesos de mil granos con 25.4, 25.3 y 22.4 gramos.

Al realizar el 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.

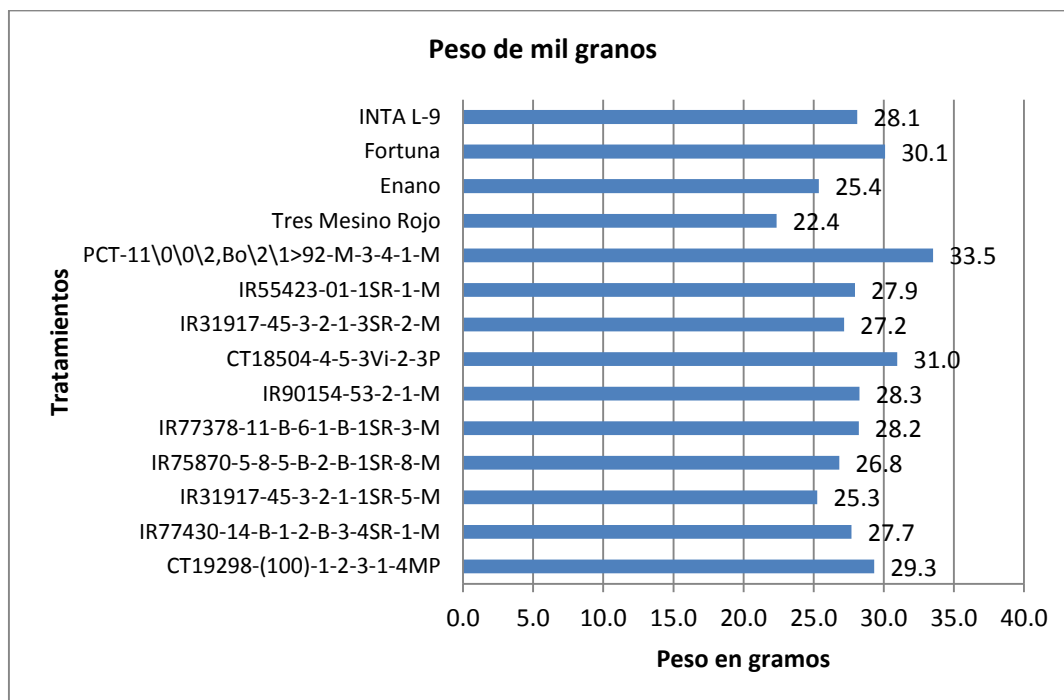


Gráfico 6: Peso de mil granos

Fuente: Resultado de Investigación

El gráfico 6 muestra que las medias para la subvariable peso de mil granos variaron entre 33.5 y 22.4 gramos. En este estudio el promedio en el peso de mil granos fue de 27.9 gramos obteniendo mejores resultados que los alcanzados en el estudio de Pérez y Huete (2009) donde el promedio en el peso de mil granos fue de 25.5 gramos y superando el promedio de peso de mil granos en el estudio realizado por Dávila y Sánchez (2010) que obtuvo 23.8 gramos.



### 9.2.5. Rendimiento de grano

El macollamiento efectivo por planta, el tamaño y peso de la panícula, son responsables en gran parte del rendimiento del cultivo de arroz. El objetivo final de un buen cultivar es obtener un alto potencial de rendimiento, la capacidad de una línea para producir es un criterio muy severo de producción, en el cual los materiales evaluados y los candidatos de selección deben rendir por encima de los testigos comerciales o en su defecto igual al rendimiento de la variedad testigo. (Martínez, 1985).

Tabla 17. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable rendimiento de grano

Trat.	Denominación del Genotipo	Rendimiento de grano (Peso de campo kg/ha)	Tukey
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	6089.7 kg/ha	B
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	7127.1 kg/ha	A
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	7434.5 kg/ha	A
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	5737.4 kg/ha	C
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	6146.8 kg/ha	B
6	IR90154-53-2-1-M	6427.8 kg/ha	B
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	7582.4 kg/ha	A
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	6478.0 kg/ha	B
9	IR55423-01-1SR-1-M	6258.2 kg/ha	B
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	4978.5 kg/ha	D
11	Tres Mesino Rojo	4312.2 kg/ha	D
12	Enano	6707.0 kg/ha	B
13	Fortuna	2824.2 kg/ha	E
14	INTA L-9	5057.4 kg/ha	C
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.0050	
Levenes Test para Homogeneidad		0.2979	
Pr > F para Tratamientos		0.0001	
Pr > F para Bloques		0.0006	
Media		5940 kg/ha	
C.V		6.121	

Fuente: Resultado de Investigación.

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

La tabla 17 muestra que en la subvariable rendimiento de grano se determinó diferencia estadística significativa según ANDEVA. En cuanto a los resultados obtenidos por la

separación de medias por Tukey los tratamientos 7, 3 y 2 (CT18504-4-5-3Vi-2-3P, IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M y IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M) obtuvieron el mayor rendimiento de grano con 7582.4, 7434.5 y 7127.1 kilogramos por hectárea respectivamente.

En cambio los tratamientos 10, 11 y 13 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M, Tres Mesino Rojo y Fortuna) obtuvieron el menor rendimiento de grano con 4978.5, 4312.2 y 2824.2 kilogramos por hectárea respectivamente. El tratamiento testigo INTA L-9 ocupó el lugar número 11 en cuanto a la subvariable rendimiento de grano con 5057.4 kilogramos por hectárea.

Al realizar el 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.

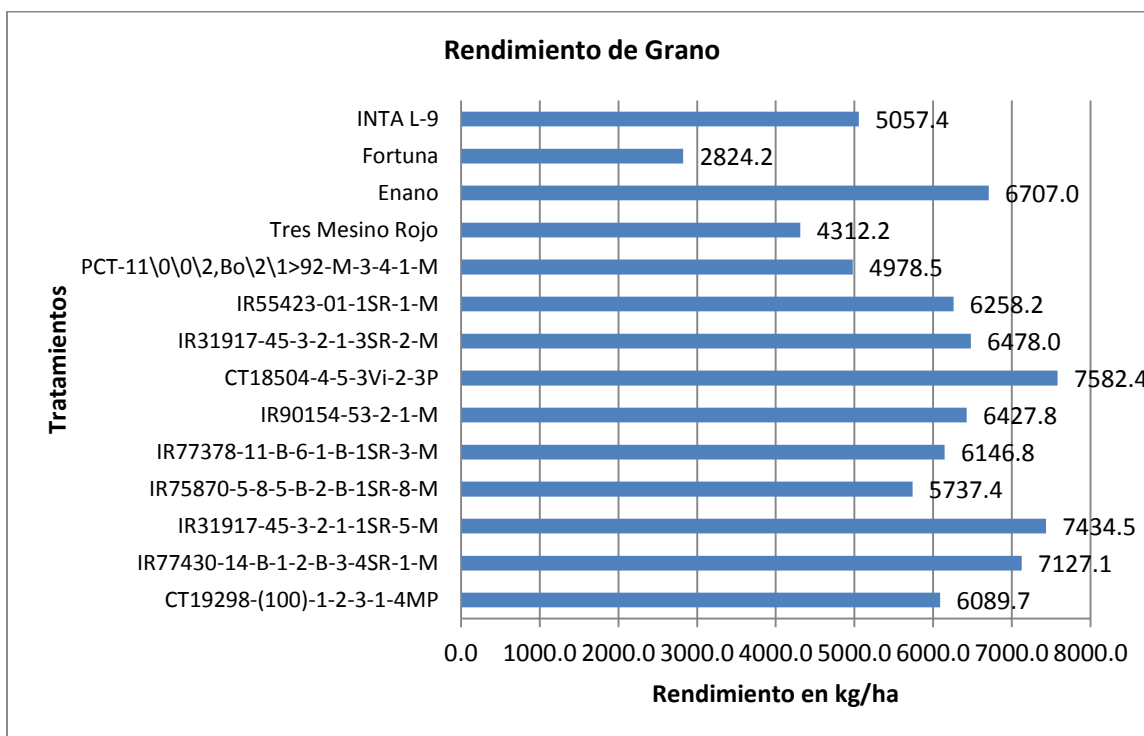


Gráfico 7: Rendimiento de grano

Fuente: Resultado de Investigación

El gráfico 7 indica que las medias para la subvariable rendimiento de grano variaron entre 7582.4 y 2824.2 kilogramos por hectárea. En este estudio el promedio en cuanto al

rendimiento de grano fue de 5940 kg/ha, obteniendo un menor promedio en el rendimiento de grano al compararlo con el estudio de Pérez y Huete (2009) donde se obtuvo un promedio de 9006.7 kg/ha. Pero superando al promedio de rendimiento de grano alcanzado en el estudio de Dávila y Sánchez (2010) que fue de 2354.7 kg/ha.

### 9.3. Variables de Calidad Industrial de los genotipos

#### 9.3.1 Longitud y forma del grano

Tabla 18. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable longitud del grano

Trat.	Denominación del Genotipo	Longitud del Grano (Milímetros)	Tukey	Escala de CIAT
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	9.0 mm	B	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	8.9 mm	B	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	8.9 mm	B	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	9.7 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	9.3 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
6	IR90154-53-2-1-M	10.0 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	9.5 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	9.1 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
9	IR55423-01-1SR-1-M	9.3 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	9.1 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
11	Tres Mesino Rojo	9.2 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
12	Enano	9.0 mm	B	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
13	Fortuna	9.7 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
14	INTA L-9	9.9 mm	A	1 = Extra largo (+ 7.50 mm)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.2107		
Levenes Test para Homogeneidad		0.0462		
Pr > F para Tratamientos		0.0045		
Pr > F para Bloques		0.6209		
Media		9.328		
C.V		4.429		

Fuente: Resultado de Investigación.

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

En el presente estudio, la tabla 18 muestra que en la subvariable longitud del grano se determinó diferencia estadística significativa, según ANDEVA y la separación de las

mejores medias por Tukey los tratamientos 6, 14 y 4 (IR90154-53-2-1-M, INTA L-9 y IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M) obtuvieron la mayor longitud de grano con 10.0, 9.9 y 9.7 milímetros respectivamente, superando estadísticamente los tratamientos 3 y 2 (Enano, IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M y IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M) que obtuvieron 8.9 milímetros.

Al realizar el 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 no son homogéneos según la prueba de Levene.

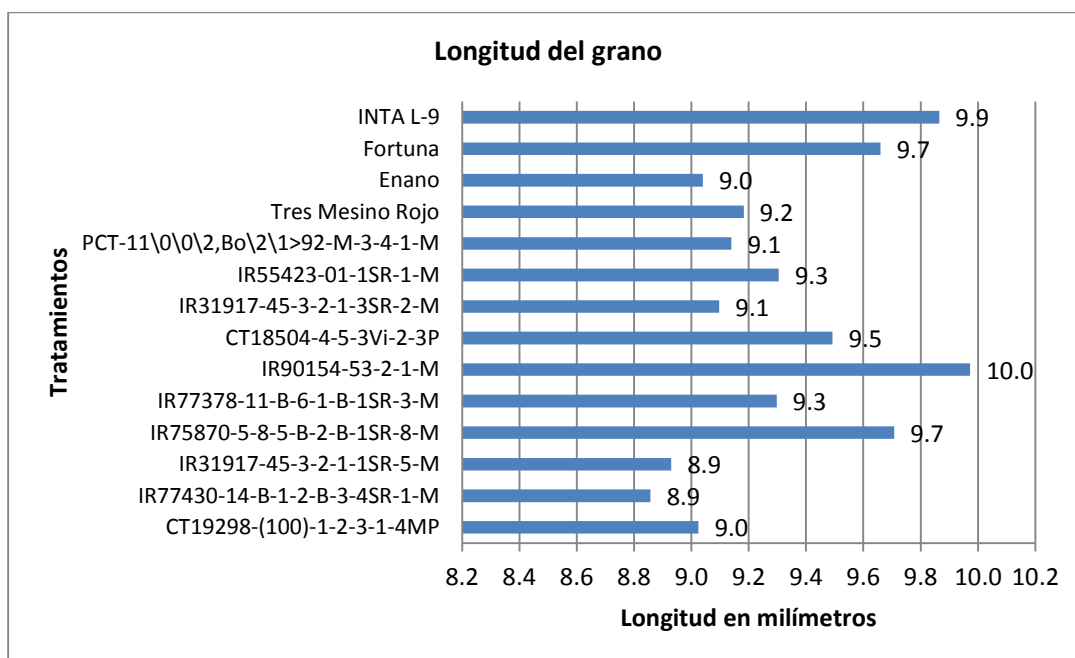


Gráfico 8: Longitud del grano

Fuente: Resultado de Investigación

El gráfico 8 indica que las medias para la subvariable longitud del grano variaron entre 10.0 y 8.9 milímetros. Al aplicar la escala CIAT para el análisis de la subvariable longitud del grano se determinó que todos los genotipos se clasifican en la categoría de granos extra largos ya que estos miden más de 7.50 milímetros.

Tabla 19. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable ancho del grano

Trat.	Denominación del Genotipo	Forma (ancho) del grano (Milímetros)	Tukey	Escala de CIAT
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	2.7 mm	A	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	2.6 mm	B A	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	2.6 mm	B A	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	2.5 mm	B	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	2.4 mm	C	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
6	IR90154-53-2-1-M	2.5 mm	B	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	2.7 mm	B A	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	2.8 mm	A	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
9	IR55423-01-1SR-1-M	2.6 mm	B	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	3.1 mm	A	1 = Alargada (>3.0 mm)
11	Tres Mesino Rojo	2.5 mm	B	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
12	Enano	2.5 mm	B	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
13	Fortuna	2.8 mm	A	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
14	INTA L-9	2.1 mm	C	5 = Medio (2.1 mm – 3.0 mm)
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.0024		
Levenes Test para Homogeneidad		0.0971		
Pr > F para Tratamientos		0.0001		
Pr > F para Bloques		0.1412		
Media		2.612		
C.V		4.828		

Fuente: Resultado de Investigación.

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

En el presente estudio, la tabla 19 indica que en la subvariable ancho del grano se determinó diferencia estadística significativa, según ANDEVA y la separación de las mejores medias por Tukey los tratamientos 10 y 8 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M y IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M) obtuvieron el mayor ancho de grano con 3.1 y 2.8 milímetros respectivamente, superando estadísticamente a los tratamientos 5 y 14 (IR90154-53-2-1-M e INTA L-9) que obtuvieron un ancho de grano de 2.4 y 2.1 milímetros.

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

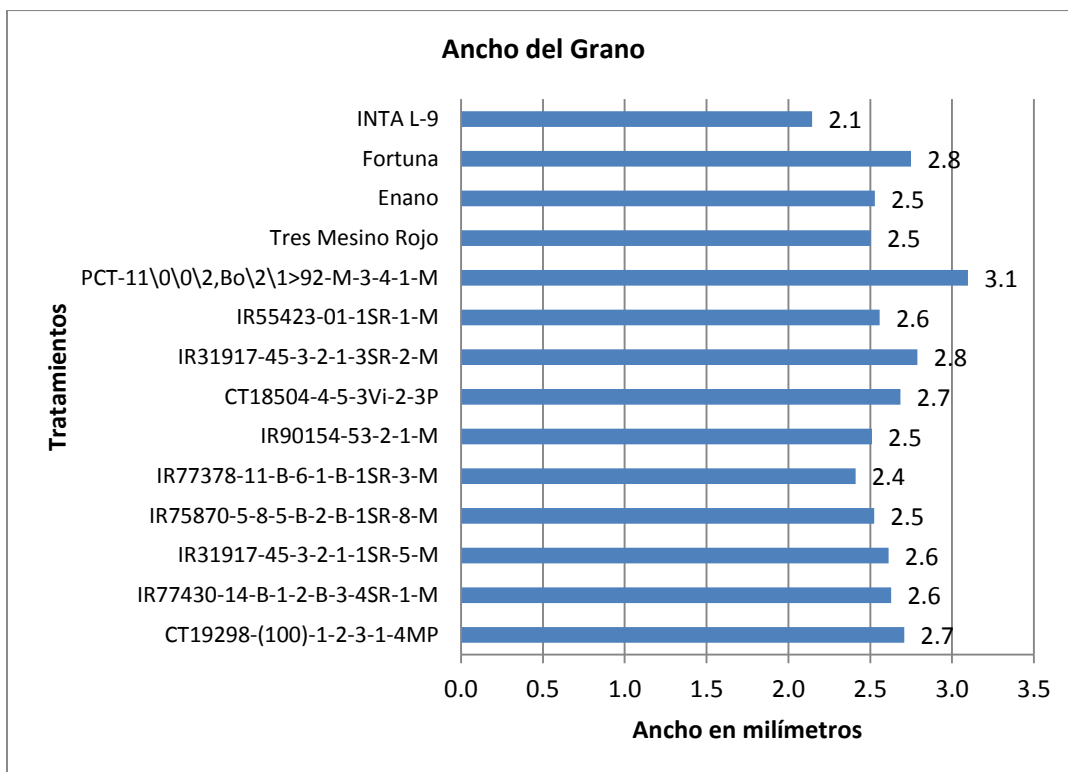


Gráfico 9: Ancho del grano

Fuente: Resultado de Investigación

El gráfico 9 muestra que en este estudio las medias para la subvariable ancho del grano variaron entre 3.1 y 2.1 milímetros. Al aplicar la escala CIAT para el análisis de la subvariable ancho del grano se determinó que 13 de los genotipos se clasifican en la categoría de granos Medios, es decir que miden entre 2.1 y 3.0 milímetros, y solo 1 de los genotipos correspondiente al tratamiento 10 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M) se clasificó en la categoría de grano Alargado, es decir que mide más de 3.0 milímetros.

### 9.3.2. Incidencia de manchado del Grano

Tabla 20. Resultados de ANDEVA, Prueba de homogeneidad, normalidad y prueba de Tukey para la subvariable incidencia del manchado de grano

Trat.	Denominación del Genotipo	Incidencia de manchado del Grano	Tukey	Escala de CIAT
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	41.0%	B A	7 = 26 – 50 % de incidencia
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	40.4%	B A	7 = 26 – 50 % de incidencia
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	27.9%	B	7 = 26 – 50 % de incidencia
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	18.9%	C	5 = 6 – 25 % de incidencia
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	22.2%	C B	5 = 6 – 25 % de incidencia
6	IR90154-53-2-1-M	31.7%	B	7 = 26 – 50 % de incidencia
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	37.5%	B	7 = 26 – 50 % de incidencia
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	9.4%	D	5 = 6 – 25 % de incidencia
9	IR55423-01-1SR-1-M	21.5%	C B	5 = 6 – 25 % de incidencia
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	68.8%	A	9 = 51 – 100 % de incidencia
11	Tres Mesino Rojo	14.2%	C	5 = 6 – 25 % de incidencia
12	Enano	16.6%	C	5 = 6 – 25 % de incidencia
13	Fortuna	18.8%	C	5 = 6 – 25 % de incidencia
14	INTA L-9	25.1%	B	5 = 6 – 25 % de incidencia
Shapiro-Wilk Test para Normalidad		0.0006		
Levenes Test para Homogeneidad		0.1964		
Pr > F para Tratamientos		0.0001		
Pr > F para Bloques		0.7846		
Media		28.1%		
C.V		41.909		

Fuente: Resultado de Investigación.

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

La tabla 20 muestra que en cuanto a la subvariable incidencia de manchado del grano se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA. En cuanto a los resultados obtenidos por la separación de medias por Tukey el tratamiento 8 (IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M) mostró la mayor resistencia al complejo de agentes que causan el manchado del grano con un porcentaje de afectación del 9.4%, superando estadísticamente al tratamiento 10 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M) que se comportó con la menor resistencia al

complejo de agentes que causa el manchado del grano con un porcentaje de afectación del 68.8%.

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

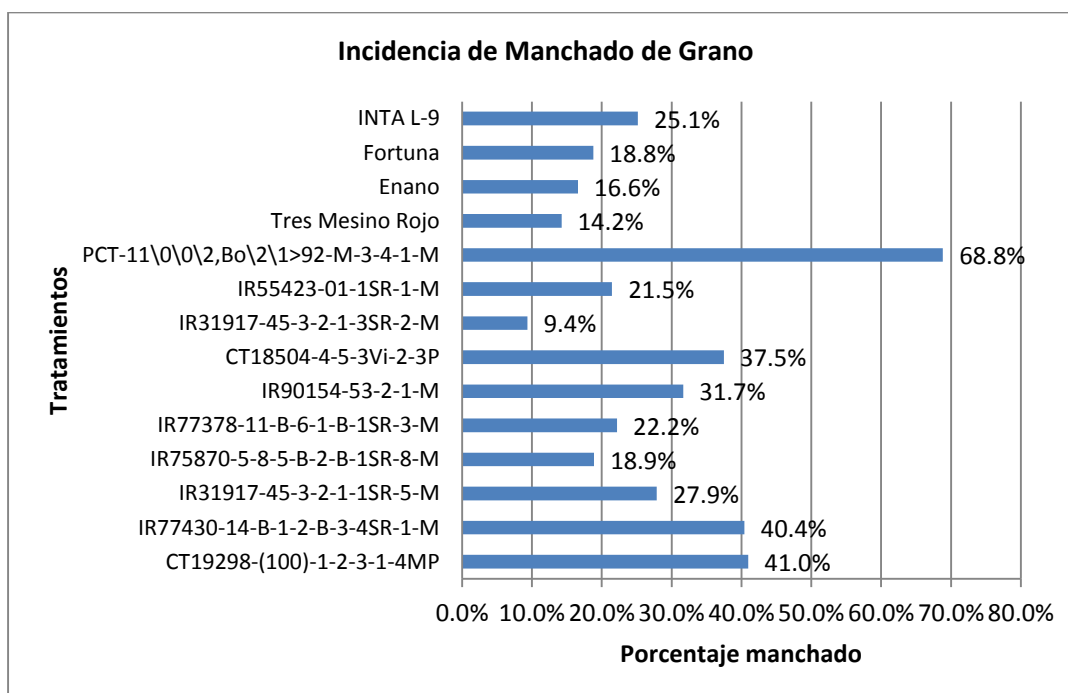


Gráfico 10: Incidencia de manchado de grano

Fuente: Resultado de Investigación

La gráfica 10 indica que en este estudio las medias para la subvariable incidencia de manchado de grano variaron entre 9.4% y 68.8%. Al aplicar la escala CIAT para el análisis de la subvariable incidencia de manchado de grano se determinó que 8 de los genotipos se clasifican en la categoría 5 con un porcentaje de incidencia de manchado de grano entre 6% y 25%, 5 de los genotipos se clasifican en la categoría 7 con un porcentaje de incidencia de manchado de grano entre 26% y 50% y 1 de los genotipos correspondiente al tratamiento 10 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M) se clasificó en la categoría 9 (incidencia entre 51% – 100%) con un 68.8% de incidencia de manchado de grano.



### 9.3.3. Porcentajes de calidad industrial del grano

Después del rendimiento la calidad del grano es el factor más importante considerado por los fitomejoradores. Si los consumidores no aceptan el sabor, textura, aroma o aspectos de una variedad recién desarrollada, su utilidad disminuye considerablemente (De Datta, 1986).

Tabla 21. Relación E/Q = Relación Entero/Quebrado en los genotipos de arroz

Trat.	Denominación del Genotipo	Peso Bruto (200 gramos)	Peso de Arroz Oro (gramos)	Peso de Arroz Entero (gramos)	Relación E/Q
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	200 gr	64.5	58.0	90/10
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	200 gr	47.3	11.8	33/67
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	200 gr	67.3	57.2	86/14
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	200 gr	69.0	61.3	89/11
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	200 gr	65.0	48.5	77/23
6	IR90154-53-2-1-M	200 gr	69.3	62.0	90/10
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	200 gr	69.3	61.0	89/11
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	200 gr	63.5	49.5	79/21
9	IR55423-01-1SR-1-M	200 gr	65.8	51.8	81/19
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	200 gr	60.8	1.5	03/97
11	Tres Mesino Rojo	200 gr	70.3	65.8	95/05
12	Enano	200 gr	73.0	68.0	93/07
13	Fortuna	200 gr	66.5	61.8	93/07
14	INTA L-9	200 gr	69.5	63.8	92/08

Según los resultados del análisis de laboratorio realizado en el centro experimental TAI-NIC se determinó que los tratamientos acriollados 11, 12, 13 y el tratamiento testigo 14 (Tres Mesino Rojo, Enano, Fortuna e INTA L-9) obtuvieron la mejor relación entero/quebrado con 95/05, 93/07, 93/07 y 92/08 respectivamente, superando a los tratamientos 10 y 2 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M y IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M) que presentaron una relación entero/quebrado de 33/67 y 03/97.

#### 9.4 Pruebas de correlación por Pearson

El coeficiente de correlación es un indicador que permite medir el grado de relación o interrelación que existe entre caracteres cuantitativos de los diferentes componentes en estudio. Este puede tener valor entre 0 y  $\pm 1$  el signo indica la dependencia o relación que exista. Cuando el valor está más cerca de uno, mayor es la dependencia de correlación entre los dos índices (Mendenhall, 1990).

Tabla 22. Resultados de análisis de Correlación de efectuados al componente del Rendimiento de grano.

Variables	Análisis de Correlación					
	Rendimiento de grano (kg/ha)	Macollas por planta	Longitud de panícula (cm)	Granos por panícula	Fertilidad de espiguillas (%)	Peso de mil granos (gr)
Rendimiento de grano (kg/ha)	1.00000	0.54538	-0.24106	0.08289	-0.08660	-0.07389
		0.0001	0.0735	0.5436	0.5257	0.5883
Macollas por planta	0.54538	1.00000	-0.26168	-0.05322	0.16550	-0.20845
	0.0001		0.0514	0.6969	0.2228	0.1232
Longitud de panícula (cm)	-0.24106	-0.26168	1.00000	-0.00697	-0.17709	0.41108
	0.0735	0.0514		0.9593	0.1917	0.0016
Granos por panícula	0.08289	-0.05322	-0.00697	1.00000	0.03316	-0.16451
	0.5436	0.6969	0.9593		0.8083	0.2257
Fertilidad de espiguillas (%)	-0.08660	0.16550	-0.17709	0.03316	1.00000	-0.17779
	0.5257	0.2228	0.1917	0.8083		0.1899
Peso de mil granos (gr)	-0.07389	-0.20845	0.41108	-0.16451	-0.17779	1.00000
	0.5883	0.1232	0.0016	0.2257	0.1899	

En el estudio de correlación algunas de las subvariables evaluadas presentaron cierta significación estadística. La subvariable rendimiento de grano (kg/ha) se relacionó significativamente con la subvariable habilidad de macollamiento con  $r=0.54538$  y con la subvariable granos por panícula  $r=0.08289$ .

## X. CONCLUSIONES

En relación a la variable comportamiento agronómico de los genotipos según el análisis de varianza (ANDEVA) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa al 95% de confianza, se acepta la hipótesis alternativa en las subvariables habilidad de macollamiento, días a floración, días a maduración y altura de la planta.

En relación a la variable rendimiento productivo de los genotipos según el análisis de varianza (ANDEVA) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa al 95% de confianza, se acepta la hipótesis alternativa en las subvariables longitud de panícula, número de granos por panícula, fertilidad de las espiguillas, peso de mil granos y rendimiento de grano.

En relación a la variable calidad industrial de los genotipos según el análisis de varianza (ANDEVA) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa al 95% de confianza, se acepta la hipótesis alternativa en las subvariables longitud y forma del grano e incidencia de manchado de grano.

En la subvariable habilidad de macollamiento se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA sobresaliendo los tratamientos 3, 12 y 4 (IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M, Enano y IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M) con 28.2, 27.5 y 26.3 macollas respectivamente. Según la escala CIAT 8 de los genotipos se clasifican en la categoría muy proliferas y 6 de los genotipos se clasifican en la categoría Buena.

Se identificó al tratamiento 11 (Tres Mesino Rojo) como el tratamiento que se destacó por alcanzar la etapa de maduración de forma precoz madurando a los 89 días y el tratamiento 12 (Enano) fue identificado como tardío madurando a los 130 días. El resto de los tratamientos se clasificaron según la escala CIAT como intermedios ya que maduraron en menos de 120 ó 125 días.

Se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA en la subvariable altura de la planta destacando los tratamientos 13 y 11 (Fortuna y Tres Mesino Rojo) con 136.0 y 120.1 centímetros de altura, según la escala CIAT 10 de los genotipos se clasifican como Semienanos y 4 de los genotipos se clasifican en la categoría intermedia.

Se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA en la subvariable longitud de panícula sobresaliendo el tratamiento 13 (Fortuna) y el tratamiento testigo 14 (INTA L-9) con longitudes de 26.5 y 25.9 centímetros respectivamente.

En cuanto a la subvariable número de granos por panículas se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA destacando los tratamientos 2, 8 y 13 (IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M, IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M y Fortuna) con 146, 142 y 138 granos por panícula.

Según ANDEVA en la subvariable fertilidad de las espiguillas se encontró diferencia estadística significativa, sobresaliendo los tratamientos 10 y 11 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M y Tres Mesino Rojo) con 91.6% y 91.0% de fertilidad de las espiguillas, respectivamente. Según la escala CIAT 2 de los genotipos se clasifican como altamente fértiles, 9 de los genotipos se clasifican como fértiles y 3 de los genotipos se clasifican como parcialmente fértiles.

Se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA en la subvariable peso de mil granos sobresaliendo los tratamientos 10, 7 y 13 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M, IR90154-53-2-1-M y Fortuna) con 33.5, 31.0 y 30.1 gramos respectivamente.

En la subvariable rendimiento de grano se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA, destacando los tratamientos 7, 3 y 2 (CT18504-4-5-3Vi-2-3P, IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M y IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M) con 7582.4, 7434.5 y 7127.1 kilogramos por hectárea respectivamente.

En cuanto a la subvariable longitud del grano se determinó diferencia estadística significativa según ANDEVA destacando los tratamientos 6, 14 y 4 (IR90154-53-2-1-M, INTA L-9 y IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M) con 10.0, 9.9 y 9.7 milímetros respectivamente. Según la escala CIAT todos los genotipos se clasifican en la categoría de granos extra largos.

En cuanto a la subvariable forma (ancho) del grano se determinó diferencia estadística significativa según ANDEVA destacando los tratamientos 10 y 8 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M y IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M) con 3.1 y 2.8 milímetros respectivamente. Según la escala CIAT 11 de los genotipos se clasifican como granos Medios y 1 de los genotipos como grano alargado.

Se encontró diferencia estadística significativa según ANDEVA en la subvariable incidencia de manchado de grano, el tratamiento que presenta la mayor incidencia es el 10 (PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M) con una afectación del 68.8% y el tratamiento 8 (IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M) mostro la mayor resistencia con una afectación del 9.4%. Según la escala CIAT 8 de los genotipos se clasifican en la categoría 5, 5 de los genotipos en la categoría 7 y 1 en la categoría 9.

En cuanto al porcentaje de calidad industrial sobresalen los tratamientos acriollados 11, 12, 13 y el tratamiento testigo 14 (Tres Mesino Rojo, Enano, Fortuna e INTA L-9) que obtuvieron la mejor relación entero/quebrado con 95/05, 93/07, 93/07 y 92/08 respectivamente.

En la prueba de correlación de Pearson la subvariable de rendimiento de grano se relaciona en primer lugar con la subvariable habilidad de macollamiento y en segundo lugar con la subvariable granos por panícula.

## **XI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda los tratamientos T7 (CT18504-4-5-3Vi-2-3P), T3 (IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M) y T12 (Enano) por cumplir de manera aceptable la evaluación de comportamiento agronómico, pero principalmente por cumplir con la evaluación en cuanto al rendimiento productivo y calidad industrial.

Se recomienda la inclusión de los tratamientos T7 (CT18504-4-5-3Vi-2-3P), T3 (IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M) y T12 (Enano) en los procesos de validación de genotipos que el INTA desarrolla en las diversas regiones de Nicaragua donde se cultiva arroz.

## XII. BIBLIOGRAFÍA

Agro salud. <<http://www.agrosalud.com.org.ni>> Actualizada: 2006. [Consultada 03.3.2016]

ANAR. 2004. (Asociación Nicaragüense de Arroceros), El Arrocero. Revista oficial de la asociación de arroceros de Nicaragua. Primera edición. Primer Trimestre del 2004. Managua, Nicaragua.

Angledette, A. 1969. El Arroz Colección Agricultura Tropical. Editorial Blume. 867 p.

Angladette, A. 1975. El Arroz. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume. Barcelona, España. 864 p.

Bird, W.F. y Soto, S. 1991. El cultivo del arroz en Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Nacional de Investigación y Granos Básicos. 45 p.

Bonilla, 2009. Análisis de componentes involucrados en los procesos productivos. FUNICA. Managua, Nicaragua.

Casal, J y Mateu, E. (2003). Tipos de Muestreo. Universidad Nacional Autónoma de Bellaterra, Barcelona. España.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Germoplasma mejorado [en línea]

<<http://ciat.orgiar.org/improvedgermoplasm/germoplasma/arroz.htm>> Actualizada 2006. [Consultada 20.4.2016]

CIAT. 1983. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Programa de Pruebas Internacionales de Arroz. Manual Arroceros, Traductor y Adaptador. Cali, Colombia. 230 p.

CIAT, 2005. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Morfología de la planta de Arroz: Guía de estudio. Cali, Palmira, Colombia. 16 p.

Contín, A. 1990. Cultivo de Arroz. Manual de Producción. Editorial Limusa. Cuarta Edición. D. F. México. 426 p.

Consumer.es EROSKI. 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](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. [Consultada: 12.06.2009].

Cuadra, S [Entrevista persona]. Realizada por Norvin Huete y Eddin Pérez, el 15 de Junio 2009, en San Isidro, Matagalpa, (Nicaragua).

Cuesta, M. y Herrera, F. (1972). Curso de muestreo y sus aplicaciones. Universidad de Oviedo. España. 8 p.

Dávila, E. y Sánchez, M. (2010). Prueba regional selectiva de 13 líneas de arroz biofortificadas con Fe y Zn y resistentes al manchado de grano en el Valle de Sébaco, época de verano 2010. Monografía inédita de grado, UNAN – FAREM – Matagalpa.

De Datta, S.K. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos Prácticos. Editorial Limusa. Primera Edición. D. F. México. 690 p.

Degiovanni, Víctor; Martínez, Cesar P y Motta, Francisco. (2010). Producción eco – eficiente de arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Publicación No 370. 11 p.



DICTA, 2003. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Manual Técnico para el cultivo de Arroz. Comayagua – Honduras.

El Arrocero. 2005. Revista oficial de la asociación Nicaragüense de arroceros. Órgano de información y divulgación tecnológica de la Asociación Nicaragüense de Arroceros – ANAR - Tercer número, 2do semestre del año 2005. 29 p.

FAO. 2004. Base de datos FAOSTAT. <http://apps.fao.org>.

Fernández, F; Vergara, B.S; Yapit, N. y García, O. 1985. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Arroz: Investigación y Producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT, Cali, Colombia. p.80 – 10 p.

FUNICA, 2009. Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. Propuesta de intervención de FUNICA para la Zona Norte: Matagalpa y Jinotega. Primera Edición. Managua, Nicaragua.

Gonzalez, R. 2015. Evaluación agroproductiva de cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Sur del Jíbaro. Santa Clara, Cuba.

IBALPE, 2002. Manual Agropecuario. Biblioteca de Campo. México. 1093 p.

INTA, 2003. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Validación de cuatro genotipos promisorios de arroz de alto rendimiento y calidad industrial en los valles de: Sebaco, Pantasma y Jalapa. CEVAS Matagalpa, Nicaragua.

INTA, 2012. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Guía tecnológica Cultivo de Arroz, Managua, Nicaragua.

INTA, 2013. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria Brochure Arroz INTA L-9, Managua, Nicaragua.

INETER, 2008. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Boletín informativo de las condiciones climáticas de Darío, Matagalpa, 2007. Estación Meteorológica del Valle de Sébaco, San Isidro, Matagalpa, Nicaragua. 5 p.

Jennings, P.R; Coffman, W. R. y H. Kanffman. 1981. Mejoramiento genético de las características Agronómicas y Morfológicas del Arroz. CIAT, Cali, Colombia.

Jenning, P.R. 1985. Mejoramiento del arroz. Arroz: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictado por el CIAT, Cali, Colombia. 205 – 231 p

López B, 1991. Cultivos herbáceos. Cereales. Primera Edición. Barcelona, España. 221 p.

Martínez, C. 1985. Mejoramiento de arroz de Secano para América Latina. Arroz: Investigación y Producción. Referencia de los cursos de capacitación citados por el CIAT. Cali, Colombia. 233 – 241 p.

MAGFOR, 1998. Agricultura Desarrollo. El cultivo alimenticio más importante del mundo: El Arroz. Nicaragua. No (42). 13 p.

MAGFOR, 2006. Fuente Dirección Estadística. La Prensa. May.10.2006. Suplemento Negocios. Pag. 1C.

Mendenhall W, 1990. Introducción a la Probabilidad y la Estadística. 2da. Edición. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D. F., 628 p.

Monge, L. 1994. Cultivo del Arroz. Los cultivos básicos en Costa Rica. Segunda Edición. Ed. EUNED. San José, Costa Rica. 45 p.

Montgomery, D. C. 1991. Diseño y Análisis de Experimentos. Iberoamericana, México, D.F. 589 p.

Pérez, E. y Huete, N. (2009). Evaluación de 10 líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa*) biofortificadas y tolerantes al manchado del grano con dos variedades comerciales como testigo en la comunidad Las Mangas. Municipio de San Isidro-Matagalpa en época de verano 2009. Monografía inédita de grado, UNAN FAREM – Matagalpa.

Quirós, e. 2003. Evaluación morfológica y molecular de líneas avanzadas de mejoramiento genético de arroz (*Oryza sativa*). Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, (IDIAP). Penonomé, Panamá.

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

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: 19.05.2016]

Ruíz Espinoza, Luis Enrique y Lira Ramos, Elmer Johel. 2005. Tesis de grado “Prueba avanzada de rendimiento de nueve líneas y una variedad comercial de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo condiciones de riego en San Isidro, Matagalpa. Época. Lluviosa. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. P 43.

Ruiz Espinoza, Salvador y Centeno Velázquez, Nazareth. 2006. Tesis de grado "Evaluación del comportamiento agronómico de 11 líneas avanzadas de arroz (*oryza sativa* L.) en el valle de Sébaco. Época. Postrera. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.

Sampieri, Fernández y Baptista. 2006. Metodología de la investigación. Cuarta Edición. México D.F.

Saavedra, D. 2009. Las tendencias de las nuevas innovaciones tecnológicas en arroz. Primera Edición. Managua, Nicaragua.

Salineros, J. 2004. Estudios Descriptivos. Nure Investigación. Séptima Edición. Madrid.

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

Somarriba, R.C, 1998. Folleto de granos básicos: Cultivo arroz. Mimeografiado. Escuela de producción vegetal, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua 35 p.

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. 145 p.

Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1986. Estadística. Principios y Procedimientos. Editorial McGraw – Hill.

Tamayo, C. 2003. Proceso de la Investigación Científica. Cuarta Edición. Editorial Noriega. México DF.

Tascón Eugenio J y García D Elías (1985). El Arroz: Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.

Tinarellí, A. 1989. El arroz. Capítulo 12, Segunda edición. EDAGRICOLE, Bologna, Italia. p 295 – 298.

Tinarelli, A, 1989. El arroz versión Española 2da ed. Barcelona, España 575 p.

Vergara, B. 1990. Guía del Agricultor párale cultivo del Arroz. Editorial Limusa, México.

Wang, Francisco. (2008). Mejorarán semillas y cultivos de arroz. El Nuevo Diario. [Online] Recuperado De: <http://www.elnuevodiario.com.ni/departamentales/21052-mejoraran-semillas-cultivos-arroz/> [Revisado 29 Abril 2016].

Zeledón, R. P. 1993. Estudio de Observación de 112 líneas de arroz (*Oryza sativa* L). Tesis Ing. Agr. UNA, Managua, Nicaragua. 34 p.

# **ANEXOS**



Anexo 2 - Distribución de los tratamientos en campo

Trat.	Genotipo	B I	B II	B III	B IV
1	CT19298-(100)-1-2-3-1-4MP	108	210	302	407
2	IR77430-14-B-1-2-B-3-4SR-1-M	103	206	307	408
3	IR31917-45-3-2-1-1SR-5-M	112	202	313	409
4	IR75870-5-8-5-B-2-B-1SR-8-M	101	204	311	412
5	IR77378-11-B-6-1-B-1SR-3-M	102	214	303	401
6	IR90154-53-2-1-M	114	203	301	402
7	CT18504-4-5-3Vi-2-3P	109	208	304	410
8	IR31917-45-3-2-1-3SR-2-M	105	209	314	413
9	IR55423-01-1SR-1-M	104	201	309	414
10	PCT-11\0\0\2,Bo\2\1>92-M-3-4-1-M	110	213	312	411
11	Tres Mesino Rojo	113	212	308	405
12	Enano	111	205	310	406
13	Fortuna	107	211	306	403
14	INTA L-9	106	207	305	404



Anexo 3 – Instrumento de campo utilizado en la recolección de datos en los bloques

Parcela	Macollas M.L	Flo	Mad	Altura	Lg. Panic.	Total Vanos	Total Enteros	Total Granos	Granos/Panic.	Fert. Espiguillas %	Peso mil granos (gr)	% Hum. Campo	Peso de Campo (kg)	Rendimiento o kg/ha	Ancho del grano (mm)	Largo del grano (mm)	% de grano manchado
101	123	75	110	92.3	23	184	844	1028	102.8	82.1	26.7	23.4	2.74	5423	2.34	9.42	25
102	119	86	119	88.9	22	146	868	1014	101.4	85.6	27.1	18.9	3.24	6790	2	9.42	10
103	110	73	109	101.6	22.2	326	942	1268	126.8	74.3	30	22.4	3.7	7419	2.57	9	23
104	125	83	119	90.9	23.9	299	749	1048	104.8	71.5	29.22	18.6	3.35	7046	2.45	9.2	23
105	111	75	112	89.0	20.1	240	982	1222	122.2	80.4	25	22.5	3.06	6128	2.9	9.4	4
106	85	86	119	101.6	28.4	234	760	994	99.4	76.5	27	20.9	2.62	5355	2.03	9.26	29
107	80	88	116	115.6	23.7	156	1253	1409	140.9	88.9	31.5	22.3	1.72	3453	2.7	10	21
108	121	81	123	89.0	24.4	322	800	1122	112.2	71.3	30.6	24.2	3.23	6326	2.67	9.15	44
109	93	82	123	90.0	26.4	173	1057	1230	123	85.9	31.5	25	3.96	7674	2.64	9.34	34
110	82	74	106	101.6	23.9	118	850	968	96.8	87.8	35	26.6	2.9	5500	3.26	9.13	42
111	150	102	130	97.0	21.8	125	737	862	86.2	85.5	25.8	21.7	3.54	7162	2.43	8.43	19
112	126	74	116	90.2	22.2	186	1151	1337	133.7	86.1	27	17.1	3.34	7155	2.45	8.5	31
113	77	66	89	123.0	20.44	93	1329	1422	142.2	93.5	22.5	24.15	2.13	4175	2.55	10	11
114	128	78	112	93.0	18.7	224	928	1152	115.2	80.6	28	17.9	3.18	6746	2.51	10.1	45

Parcela	Macollas M.L	Flo	Mad	Altura	Lg. Panic.	Total Vanos	Total Enteros	Total Granos	Granos/Panic.	Fert. Espiguillas %	Peso mil granos (gr)	% Hum. Campo	Peso de Campo (kg)	Rendimiento o kg/ha	Ancho del grano (mm)	Largo del grano (mm)	% de grano manchado
201	130	82	119	84.6	20.3	250	988	1238	123.8	79.8	26.92	17.4	3	6403	2.58	9.28	25
202	155	74	114	89.5	23.7	284	1112	1396	139.6	79.7	25	18.8	3.7	7763	2.7	9	7
203	123	75	112	95.3	23	241	799	1040	104	76.8	29.7	18.6	3.18	6689	2.53	10.29	36
204	119	74	112	92.1	23	240	956	1196	119.6	79.9	26.8	23.1	3.1	6160	2.75	9.43	10
205	145	101	130	98.5	18.6	218	1018	1236	123.6	82.4	27.27	20	3.42	7070	2.45	9.67	31
206	120	74	109	103.7	24	256	1052	1308	130.8	80.4	28.5	22.9	3.74	7451	2.58	7.97	56
207	100	84	119	108.6	27	372	638	1010	101	63.2	28	17.9	2.73	5792	2.08	10.12	35
208	100	83	123	101.8	24.8	195	1036	1231	123.1	84.2	32	24.9	4.08	7918	2.74	9.21	34
209	114	78	112	87.0	21.3	491	1140	1631	163.1	69.9	28	24.7	3.42	6654	2.75	9.34	14
210	120	81	123	95.8	25	220	860	1080	108	79.6	29	21.5	3.2	6491	2.76	8.8	38
211	90	88	116	150.0	28	400	1210	1610	161	75.2	30.5	20.6	1.2	2462	2.8	9.36	14
212	80	62	89	101.5	21.48	61	1214	1275	127.5	95.2	22	21.15	2.19	4462	2.36	8.97	4
213	92	73	106	98.5	24.7	45	818	863	86.3	94.8	34.8	26.3	2.5	4761	3.13	9.57	92
214	73	84	119	89.0	20.6	311	851	1162	116.2	73.2	28	19.6	2.92	6066	2.55	9.22	27

Parcela	Macollas M.L	Flo	Mad	Altura	Lg. Panic.	Total Vanos	Total Enteros	Total Granos	Granos/Panic.	Fert. Espiguillas %	Peso mil granos (gr)	% Hum. Campo	Peso de Campo (kg)	Rendimiento kg/ha	Ancho del grano (mm)	Largo del grano (mm)	% de grano manchado
301	120	74	110	95.5	22.3	229	959	1188	118.8	80.7	26.59	18.6	3.06	6436	2.5	10	39
302	82	82	123	88.5	25.5	322	800	1122	112.2	71.3	30.6	21.8	2.85	5759	2.67	9.15	44
303	78	84	119	90.0	22.3	300	803	1103	110.3	72.8	29	18.1	2.82	5968	2.59	9.22	21
304	86	83	123	93.2	24.4	269	1200	1469	146.9	81.7	31	21.7	3.6	7284	2.65	9.62	45
305	70	84	119	104.6	25.7	286	695	981	98.1	70.8	30.6	20.9	2.18	4456	2.1	9.78	8
306	77	88	116	139.6	28.4	271	950	1221	122.1	77.8	32	23.9	1.48	2910	2.78	10	20
307	110	73	109	101.2	22.9	290	1036	1326	132.6	78.1	30	22.7	3.24	6472	2.61	9.12	34
308	77	65	89	128.0	20.2	107	1514	1621	162.1	93.4	22	23	2.14	4258	2.6	8.76	10
309	75	81	119	95.2	22.4	298	866	1164	116.4	74.4	29.7	18.5	2.87	6044	2.63	9.22	27
310	130	101	130	102.5	20	115	953	1068	106.8	89.2	26	20.4	3.02	6212	2.66	8.5	7
311	160	75	110	91.2	23.4	188	971	1159	115.9	83.8	27.89	22.9	2.8	5578	2.52	9.98	8
312	107	74	106	103.0	21.9	79	908	987	98.7	92.0	35.7	25.5	2.32	4466	3	8.43	71
313	162	74	112	93.0	21.5	89	1133	1222	122.2	92.7	24	17	3.37	7228	2.66	8.86	41
314	116	74	111	89.2	19.6	222	1112	1334	133.4	83.4	27	19.6	2.92	6066	2.8	8.8	9

Parcela	Macollas M.L	Flo	Mad	Altura	Lg. Panic.	Total Vanos	Total Enteros	Total Granos	Granos/Panic.	Fert. Espiguillas %	Peso mil granos (gr)	% Hum. Campo	Peso de Campo (kg)	Rendimiento kg/ha	Ancho del grano (mm)	Largo del grano (mm)	% de grano manchado
401	82	84	119	91.6	20	383	641	1024	102.4	62.6	30	18.6	2.74	5763	2.5	9.33	30
402	93	74	112	92.8	21.8	162	720	882	88.2	81.6	27.93	18.7	2.78	5840	2.5	9.5	7
403	70	88	116	138.9	26.1	149	1125	1274	127.4	88.3	27	20.3	1.2	2471	2.72	9.28	21
404	73	86	119	104.2	22.82	271	690	961	96.1	71.8	29	18.6	2.2	4627	2.37	10.3	28
405	78	59	88	127.9	21.54	482	464	946	94.6	49.0	23	22.7	2.18	4354	2.5	9	31
406	125	101	130	97.5	18.9	105	1000	1105	110.5	90.5	25	20.3	3.1	6384	2.57	9.56	9
407	76	81	123	94.8	23.3	293	871	1164	116.4	74.8	29.2	22.3	2.88	5782	2.73	9	39
408	85	74	109	96.8	23.3	282	1660	1942	194.2	85.5	28	20.3	3.48	7167	2.75	9.34	48
409	120	74	112	74.6	25.1	115	999	1114	111.4	89.7	25	17	3.54	7592	2.64	9.36	33
410	100	82	123	95.0	23.9	108	1064	1172	117.2	90.8	32	21.4	3.67	7454	2.71	9.8	36
411	100	74	106	93.2	22.5	66	725	791	79.1	91.7	35.56	22.2	2.58	5187	3	9.43	70
412	123	75	110	92.2	20.3	140	749	889	88.9	84.3	26.7	20	2.8	5788	2.49	10	32
413	86	79	112	81.8	20	391	1083	1474	147.4	73.5	27.5	21.9	3.5	7063	2.7	8.85	11
414	83	84	119	83.2	20.2	268	884	1152	115.2	76.7	26.11	18.8	2.64	5539	2.57	9.52	11

Anexo 4 – Fotografía

Fotos: Experimento



Fotos: Toma de Datos



Fotos: Toma de Datos en Laboratorio TAI-NIC



Fotos: Determinación de los porcentajes de Calidad Industrial de los Genotipos de Arroz



Fotos: Equipos Utilizados



Pesa de Campo



Medidor de Humedad



Calibrador



Aspirador



Clasificadora