

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua**  
**Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa**



**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**Evaluación de líneas de arroz (*Oryza sativa L*) con alto contenido de zinc para condiciones de riego en TAINIC, Sébaco, 2019.**

**Autores:**

Br. Danis Uriel Balladares Rodríguez

Br. Denis Josué Velásquez Escoto

**Tutora**

MSc. Evelyn Calvo Reyes

**Asesor:**

MSc. Juan Ariel Oporta Palacios.

**Matagalpa, Junio 2019**

**INTA**

**Evaluación de líneas de arroz (*Oryza sativa L*) con alto contenido de zinc para condiciones de riego en TAINIC, Sébaco, 2019.**

## **DEDICATORIA**

Porque el señor da la sabiduría; conocimiento y ciencia brota de sus labios (Proverbio 2:6)

En primer lugar, dedicamos este trabajo a Dios Jehová todopoderoso, por ser el dador de vida y por ser el que guía el camino que conduce al bien y por darnos la oportunidad de vivir y lograr cumplir con éxito una meta más en nuestras vidas.

A nuestros padres y hermanas, quien a lo largo de mi vida nos han brindado su amor, apoyo incondicional, en todas las metas y proyectos que nos hemos propuesto; ellos también son la motivación principal para seguir adelante, les agradecemos sus consejos, Dios les bendiga por todo lo que se sacrifican por nosotros.

A nuestros abuelos, tíos, primos y amigos que en algún momento nos brindaron consejos oportunos en el ámbito personal y académico, que fueron de gran importancia.

A nuestros compañeros de curso por apoyarnos siempre en los trabajos que realizábamos y también a los docentes de Ingeniería agronómica, que sembraron la semilla del conocimiento, para formar profesionales que contribuya a la sociedad, ayudando a resolver problemas que se presentan en el campo laboral.

Y a todas aquellas personas que colaboraron en la realización de este trabajo monográfico.

A todos, los tendremos muy presentes...

**Muchas gracias**

**Br. Danis Uriel Balladares Rodríguez**

**Br. Denis Josué Velásquez Escoto**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por habernos regalado la capacidad de poder culminar esta carrera universitaria y por la salud que nos da para seguir mejorando cada día.

A nuestros padres por el sacrificio y esfuerzo que ellos realizan para que pudiéramos convertirnos en profesionales y hombres que contribuyan a mejorar la sociedad.

A la universidad porque nos abrió sus puertas para formar parte de la familia UNAN dándonos las herramientas necesarias para adquirir el conocimiento para el campo laboral y los nuevos problemas a los que se está enfrentando la agricultura.

A los Maestros de la carrera de Ingeniería Agronómica por transmitir el pan de la enseñanza, por la paciencia y dedicación que nos permitieron aprender de la mejor forma posible.

A la tutora MSc. Evelyn Calvo Reyes que con empeño brindo sus mejores consejos y transmitió sus conocimientos y experiencias a lo largo de la carrera.

Al Centro Experimental Taiwan- Nicaragua (TAINIC) e Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria por proporcionarlos los insumos agrícolas e instalaciones necesarias para culminar la investigación.

Al MSc. Juan Ariel Oporta Palacios por brindarnos apoyo, conocimiento y experiencias para culminar esta investigación y que nos serán de gran ayuda en nuestro desarrollo profesional.

**Br. Danis Uriel Balladares Rodríguez**

**Br. Denis Josué Velásquez Escoto**

## **OPINION DE LA TUTORA**

Por este medio en calidad de tutora del trabajo monográfico de los egresados: Br Danis Uriel Balladares Rodríguez y el Br. Denis Josué Velásquez Escoto, con el tema de “Evaluación de líneas de arroz (*Oriza sativa* L.) con alto contenido de zinc para condiciones de riego en TAINIC, Sébaco, 2019. avalo la entrega del documento final considerando que el mismo cumple con la coherencia entre el título, planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, resultados, conclusiones y recomendaciones.

El trabajo aporta valiosa información que permitirá a los arroceros seleccionar las líneas de producción y rendimiento mayores a las actuales.

Es meritorio señalar el esfuerzo y empeño, mostrado por los bachilleres Balladares y Velásquez, llevar a feliz término el trabajo investigativo.

Les felicito por alcanzar una meta más en su vida profesional.

---

MSc. Evelyn Calvo Reyes

Tutora

## RESUMEN

Durante el primer semestre del año 2019, se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar líneas de arroz con buen potencial productivo y buena calidad industrial de 34 genotipos y dos variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa L*), bajo las condiciones de riego de Nicaragua. El experimento se estableció en el Centro Experimental TAINIC, municipio de Sebáco, Matagalpa, siendo sus coordenadas geográficas de 12°48' 51" de latitud Norte y 86° 09 ' 53" de latitud Oeste, con una altitud de 460msnm. El diseño para evaluar los genotipos de arroz fue el de Lattice o bloques incompletos balanceados, con un total de 36 tratamientos y tres repeticiones. Utilizándose ANDEVA y separación de media por Tukey para determinar significancia. Los principales resultados indican que los tratamientos de mayores rendimientos productivos fueron: 7(CT22089-20P-1SR-1P-1SR) con 11186,72 kg/ha y el tratamiento 10 (CT22089-5P-4SR-6P-3S) con 11288,88 kg/ha respectivamente. Los componentes productivos fueron determinantes para obtener mayor rendimiento en los genotipos; se destaca que el hecho según la escala CIAT todos los tratamientos se clasifican como semienanos. Con respecto a la calidad industrial los tratamientos que presentaron la mejor calidad industrial fueron: 4 y 30 (CT22135-7P-4SR-6P-2SR Y CT22135-6P-1SR-3P-2SR) obtuvieron la mejor relación entero/quebrado con 99/1 respectivamente y los tratamientos 12, 13, 7, 19, 24, 25, 26, 29, 34, 36, 22, 23, 27, 20, 32, 35,5, 9, 21 con una relación entero/ quebrado de 90/10 y 94/6.

**Palabras clave:** genotipo, componentes productivos, rendimiento del grano, calidad industrial

## INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
OPINION DE LA TUTORA .....	iii
RESUMEN .....	iv
CAPITULO I .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación .....	4
CAPITULO II.....	6
2.1 Marco referencial .....	6
a. Antecedentes .....	6
b. Marco teórico.....	8
b.1. Cultivo de Arroz ( <i>Oryza sativa L</i> ) .....	8
Cuadro 1. Composición de alimentos de la asociación de las naciones del sudeste asiático	8
b.2 Análisis de producción de arroz en Nicaragua .....	8
b.3 Descripción botánica.....	9
b.4. Radiación solar .....	11
b.5. Precipitación .....	12
b.6. Requerimientos de suelos y climas .....	12
b.7. uso de semilla de calidad para la uniformidad de germinación. ....	13
b.8. Suelos y topografía del terreno .....	13
b.9. Riego .....	14
b.10. Fertilización.....	14
b.11. Mejoramiento genético de arroz .....	16
b.12. Esquema de mejoramiento en arroz .....	17
b.12.1 Etapas del mejoramiento genético en arroz.....	17
b.13. Características de una buena Variedad .....	18
b.14. Variedades testigos .....	19

b.14.1. Variedad INTA Dorado y Palos 2 .....	19
b.15. Biofortificación en arroz .....	20
C. Marco legal o marco contextual .....	21
2.2 HIPÓTESIS .....	23
CAPITULO III .....	24
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO .....	24
3.2. Ubicación Geográfica de la Investigación .....	24
3.3. Tipo de Investigación.....	25
3.3.2. Enfoque .....	25
3.4. Diseño Experimental.....	26
3.5. Descripción de los Tratamientos.....	26
3.6. Plano de campo .....	28
3.7. Manejo Agronómico del Experimento .....	29
3.7.1. La preparación del suelo .....	29
3.7.2. La siembra .....	29
3.7.3. control de Insectos, enfermedades y malezas.....	29
3.7.4. La fertilización se realizó de la siguiente forma: .....	30
3.8. Variables (cuantificación y calificación) .....	31
3.8.1. Habilidad de Macollamiento .....	31
3.8.2. Floración.....	31
3.8.3. Altura de la planta .....	32
3.8.4 Excursión de la Panícula .....	32
3.8.5. Longitud de panícula.....	32
3.8.6. Rendimiento de grano .....	32
3.8.7. Peso de 1000 granos .....	32
3.8.8. Calidad Industrial .....	33
3.8.9. Operacionalización de variable.....	34
3.9. Procesamiento y Análisis de Datos Estadísticos.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
4.1. variables de características agronómicas de las líneas de <i>arroz (Oryza sativa)</i> .....	37
4.1.1. Altura de planta .....	37

4.1.2 Floración.....	41
4.1.3. Excursión de la panícula.....	42
4.2. Variables de rendimientos productivos de las líneas de arroz ( <i>Oryza sativa</i> ).....	44
4.2.1 Rendimiento del grano kg ha-1 .....	44
4.2.2 Macollamiento.....	47
4.2.3. Longitud de panícula.....	48
4.2.4 Peso de mil granos.....	49
4.2.5 Calidad industrial .....	51
4.3. análisis de conglomerado .....	53
4.4. Prueba de correlación por Pearson .....	55
4.5 Selección de los mejores tratamientos .....	56
CAPITULO V .....	57
5.1. CONCLUSIONES .....	57
5.2 RECOMENDACIONES.....	58
5.3Bibliografía .....	59
Anexos .....	63

## ÍNDICE DE CUADROS

### Nº cuadros

cuadro 1. contenido nutricional de arroz	8
<b>Cuadro 2.</b> Descripción de los tratamientos a evaluar en la prueba preliminar de Rendimiento de arroz para condiciones de riego verano 2019.	27
<b>Cuadro 3. Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.</b>	31
Cuadro 4. Aplicación de la escala CIAT para altura de planta.	32
Cuadro 5. Resultados de ANDEVA, prueba de Tukey y escala CIAT (1983) para la variable	37
<b>Cuadro 6.</b> Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable días a floración	41
<b>Cuadro 7.</b> Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable excersión.	43
Cuadro 8.. Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable rendimiento Kg/ha.	44
<b>Cuadro 9.</b> Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable macollamiento.	47
<b>Cuadro 10.</b> Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable longitud de Panícula	48
<b>Cuadro 11.</b> Resultados de ANDEVA Y prueba de Tukey para la sub variable peso de mil granos	50
<b>Cuadro 12.</b> Resultados de calidad industrial	51
<b>Cuadro 13.</b> Resultados del análisis de correlación de la variable rendimiento.	55
<b>Cuadro 14. selección de las mejores líneas para nuevos ensayos</b>	56

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Altura de los tratamientos.....	40
Gráfico 2. Rendimientos kg/ha.....	46
Gráfico 3. Separación de tratamientos por características similares. ....	53
Gráfico 4. características similares de los tratamientos.....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1. Cronograma de actividades.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO 2. Código de los tratamientos. Descripción de los tratamientos que se evaluaron en la prueba preliminar de Rendimiento de arroz para condiciones de riego verano 2019. ....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO 3. Hojas de campo para la recolección de datos .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO 4. Hoja de campo de calidad industrial.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 5. Tabla CIAT(1983).....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO 6. Datos generales.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO 7. Fotografías del experimento.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 8. Tablas de análisis de varianza (ANDEVA).....</b>	<b>81</b>

## CAPITULO I

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los principales cultivos de la población mundial, en Nicaragua forma parte de la dieta del nicaragüense, la producción de arroz se da en tres épocas al año; en el país existen variedades de arroz de riego y secano, este último se adapta mejor a la diversidad de condiciones edafoclimáticas que existen en todo el país.

El cultivo de arroz en Nicaragua presenta vulnerabilidad a las condiciones climáticas y a las limitaciones tecnológicas en su producción, estos factores determinan bajos rendimientos del cultivo. Nicaragua requiere aumentar la producción de arroz, para garantizar la seguridad alimentaria y asumir el reto de lograr un desarrollo sostenible de la producción arrocería, a partir de las ventajas propias de la agroecología tropical, calidad, cantidad y costos del capital humano (INTA 2012).

La investigación fue de corte transversal, durante el primer semestre 2019, el diseño que se realizó fue Lattice 6x6. En donde se ubicaron 34 genotipos provenientes de la selección del vivero de Harvest Plus durante los ciclos de riego y lluvioso 2018; Como testigos se utilizaron las variedades de mayor rendimiento en la zona, siendo INTA Dorado y Palos 2. Se evaluaron líneas de arroz con buen potencial productivo y alto contenido nutricional, bajo las condiciones de riego, en el centro experimental de arroz TAINIC, Sébaco, departamento de Matagalpa. Las variables evaluadas fueron altura de planta, floración, excursión, rendimiento kg/ha, Macollamiento, longitud de panícula, peso de mil granos y calidad industrial.

Se utilizó la escala de evaluación estándar para arroz del CIAT (1983) 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.

Los resultados ayudarán a demostrar rendimientos productivos y rentabilidad. En el cultivo de arroz, mediante la evaluación de diferentes líneas para condiciones de riego en Nicaragua.

## 1.2 Planteamiento del problema

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.

Según el Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio (2018), en el ciclo agrícola 2017-2018 se cosecharon 96,600 manzanas de arroz, con una producción de 5,145,400 quintales de arroz oro y un rendimiento de 53.2 quintales por manzana. De estos, 18,400 manzanas o sea el 19% de las áreas fueron de arroz seco (496,500 quintales de arroz oro y rendimiento de 27 quintales por manzana), y 78,300 manzanas bajo el sistema de arroz de riego lo que corresponde al 79% del total de las áreas (4,648,900 quintales de arroz oro y rendimiento de 59.4 quintales por manzana). Se importaron 102,920 ton. Esto representa el 28% de la demanda nacional, por lo que como país solo se abastece el 82% de la demanda. Estos datos reflejan disminución de la producción en 15.9% en seco y aumento de 3.3% en riego en comparación con el ciclo 2016-2017.

Fortificar los alimentos y proporcionar suplementos son las principales estrategias utilizadas para reducir el hambre encubierta. Sin embargo, el alcance de estas intervenciones puede ser bastante limitado, sobre todo en las zonas rurales de los países en desarrollo. Debido a la importancia del arroz en la dieta nicaragüense, la biofortificación es una innovación prometedora que podría ayudar a combatir las deficiencias nutricionales.

En el 2020 sembrarán 98 mil manzanas de arroz (0.8% de crecimiento) con una producción de 5.4 millones de quintales oro (5.6% de crecimiento), de las cuales 4.7 millones corresponde a arroz de riego y 675 mil quintales a arroz de seco. Se proyecta un consumo aparente de 7.0 millones de quintales (2.9% de crecimiento), un volumen exportado de arroz

de 205.2 miles de quintales (16.5% menor) por un valor de US\$2.9 millones (21.6% menor). También se proyectan importaciones por 2.3 millones de quintales oro equivalente, el cual complementa la producción nacional y garantiza el consumo (BCN, 2018).

Nicaragua en la producción de arroz no es autosuficiente, aunque ha venido creciendo significativamente ya que en el 2012 se tenía que importar el 50% para abastecer el consumo de la población, necesitamos desarrollar nuevas tecnologías que aporten a reducir las importaciones y así generar más empleos a las familias nicaragüenses.

Esta investigación tuvo como objetivo comparar los rendimientos y calidad industrial de líneas de arroz con alto contenido de zinc para condiciones de riego en TAINIC, Sébaco, es de importancia porque ayuda a promover la seguridad alimentaria nutricional al identificar líneas más productivas, que ayudaran a incrementos de producción y productividad.

### **1.2.1. Pregunta general**

¿Cuál de las líneas de arroz (*Oryza sativa* L.), tuvo mejores características agronómicas, potencial productivo y buena calidad industrial, bajo condiciones de riego, en TAINIC Sébaco?

### **1.2.2. Preguntas Específicas**

¿Cuál de las líneas tuvo mejores características agronómicas?

¿Cuál de las líneas mostró mejores rendimientos productivos y buena calidad industrial?

### **1.3. Justificación**

Lo que se pretende con la evaluación de líneas de arroz (*Oryza sativa* L), es identificar qué líneas presentaron mejores características agronómica, rendimientos y calidad industrial; que permitan incrementar la rentabilidad productiva, nutricional, industrial y económica.

El creciente incremento de la población, está demandando mayor producción de arroz; para ello se necesitan variedades que tengan alto potencial productivo. Se pretende que con esta investigación se pueda encontrar materiales que incrementen los rendimientos actuales y que posean buena calidad industrial, valor comercial del grano y resistencia a plagas y enfermedades, bajo las condiciones de riego del valle de Sébaco. Contribuyendo así a la seguridad alimentaria que el gobierno ha venido promoviendo a través de estos últimos años y la reducción de los costos de producción.

La investigación tendrá un impacto positivo en el sector agrícola del país al dar a conocer los resultados obtenidos en cuanto al aumento de la productividad por medio de nuevas líneas que se convertirán en variedades de mayores rendimientos que las variedades actuales de mayor importancia para los productores a como lo es: INTA Dorado y Palos2.

Se utilizó un nuevo sistema experimental de Lattice balanceado, este modelo metodológico de experimento será de gran importancia para los estudiantes que deseen poner en práctica al momento que lo necesiten. Ya que según la experiencia de los fitomejoradores del INTA este modelo solo funciona de manera eficaz cuando los tratamientos son mayores de 15.

Esta investigación será de gran importancia para el centro experimental de arroz TAINIC, que es una Institución fundada en el 2006 con colaboración de la república de China Taiwán y Nicaragua, para los productores y estudiantes universitarios que les interese la información de las variables que se investigaron en este estudio.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar líneas de arroz con buen potencial productivo y buena calidad industrial, bajo las condiciones de riego de Nicaragua.

### **1.4.2. Objetivos específicos:**

- 1) Determinar líneas de arroz que demuestren mejores características agronómicas
- 2) Identificar cultivares de arroz con alto potencial de rendimiento y buena calidad industrial.

## CAPITULO II

### 2.1 Marco referencial

#### a. Antecedentes

Los investigadores suizos esperan que su arroz pueda ofrecer una alternativa en la lucha contra este problema tan extendido como es la desnutrición por la falta de hierro y zinc. El llamado 'arroz dorado' enriquecido con vitamina A, anunciado en el año 2000, fue desarrollado por otro equipo de la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (EPFZ), en colaboración con la Universidad de Friburgo en Alemania (Johnson y Swissinfo, 2009).

Los investigadores suizos esperan que con su estudio sobre arroz biofortificado puedan disminuir considerablemente los grandes índices de personas con problema de anemia debido a la enorme carencia de hierro en la nutrición humana.

Hernández, Medina, Vergara y Henríquez (2013). En Panamá realizaron la investigación que consistió en evaluar las diferencias sensoriales entre dos cultivares de arroz mejorados nutricionalmente con hierro y zinc como testigo el cultivar local Bluebonnet. La prueba se realizó en 14 comunidades del distrito de Soná. Se realizaron pruebas sensoriales discriminatorias a los tres cultivares, cocinados en leña y gas, se aplicó la prueba triangular que consistió en presentar aleatoriamente tres muestras en la que solo una, es distinta. Los resultados indican que no se encontró diferencia estadística significativa, por lo tanto, los cultivares biofortificados con hierro y zinc del IDIAP, pueden ser consumidos por sus características organolépticas, indistintamente, como ocurre con el cultivar Bluebonnet.

La siguiente investigación se realizó en Bolivia, en 6 zonas arroceras del Departamento de Santa Cruz, durante la campaña agrícola de verano 2015/16, en condiciones de riego y secano, con el objetivo de seleccionar materiales con mayor contenido de zinc ( $\geq$  a 28 ppm en relación a las variedades locales), con buen potencial productivo, resistentes a las principales enfermedades y calidad de grano, para desarrollarlas como futuras variedades. Los resultados en las diferentes zonas fueron seleccionados: 1 línea para condiciones de riego

y 3 líneas promisorias para condiciones de secano que puedan ser alternativas aceptadas por los productores nacionales, reemplazando a los testigos locales, como Saavedra 27, Epagri y a MAC-FL18, que es cultivada en 60% el área nacional (Viruez, Yonekura, Taboada, Borrero y Grenier, 2016).

Durante el año 2014 se establecieron ensayos multi locales en Bolivia, Colombia, Nicaragua, Panamá y Guatemala, para identificar líneas promisorias para condiciones de riego y de secano, y se evaluaron un grupo de líneas para estudiar su estabilidad en los niveles de zinc a través de los ambientes. Se identificaron 10 líneas de arroz con alto rendimiento y niveles de zinc por encima de 22 ppm en los sitios evaluados, Se encontró en cuatro sitios por lo menos una línea con 28 ppm de zinc, Se realizaron cruzamientos entre líneas elite con alto zinc para generar variabilidad genética con mayor contenido de zinc y se formaron dos poblaciones de amplia base genética para las condiciones de riego y de secano. Los socios de proyecto HARVERST-PLUS serán los responsables de la selección (Grenier, Borrero, Sánchez, Espinoza y Taboada, 2014).

La presente investigación se llevó a cabo en el valle de Sébaco, Nicaragua. El diseño utilizado para evaluar los genotipos de arroz fue el de Bloques Completos al Azar con un total de 14 tratamientos y 4 repeticiones 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. 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 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 (Meza & romero, 2016).

Antecedentes del vivero de riego que se está trabajando: en el 2018 se llevó a cabo la evaluación preliminar de líneas biofortificadas en vivero proveniente del CIAT, conformado por 86 líneas y cuatro testigos. La evaluación se realizó durante los ciclos de verano e invierno, el resultado de esto fue la selección de 34 líneas de alto rendimiento que pasaron a la etapa de pruebas avanzadas de rendimiento, el presente experimento es la continuación de

las pruebas preliminares en el que se van a seleccionar los materiales con mejores características agronómicas para pasar a la siguiente etapa de la investigación que es la validación de los resultados en los campos comerciales de los productores. (OPORTA, comunicación personal, 15 de abril de 2019).

## **b. Marco teórico**

### **b.1. Cultivo de Arroz (*Oryza sativa L*)**

La Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2004) plantea que el arroz es el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur y ocho países de África. Este cereal proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo, en tanto que el trigo suministra el 19 por ciento y el maíz, el 5 por ciento. El arroz no sólo es una rica fuente de energía sino también constituye una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina.

El perfil de aminoácidos del arroz indica que presenta altos contenidos de ácido glutámico y aspártico, en tanto que la lisina es el aminoácido limitante. Como alimento único, no puede proporcionar todos los nutrientes necesarios para una alimentación adecuada.

cuadro 1. contenido nutricional de arroz

Tipo de arroz	Proteína(g/100g)	Hierro(mg/100g)	zinc (mg/100g)	Fibra (g/100g)
Blanco pulido	6.8	1.2	0.5	0.6
Integral	7.9	2.2	0.5	2.8
Rojo	7	5.5	3.3	2
Purpura	8.3	3.9	2.2	1.4
Negro	8.5	3.5		4.9

Cuadro 1. Composición de alimentos de la asociación de las naciones del sudeste asiático (FAO, 2008)

Existen muchas variedades de arroz, la que se usaron en la investigación fueron INTA dorado y Palo 2, que son variedades blancas. En el cuadro se muestra el valor nutricional, esta variedad pertenece al arroz blanco y aporta 6.8 gramos de proteína por cada 100 gramos.

### **b.2 Análisis de producción de arroz en Nicaragua**

El cultivo de arroz en Nicaragua presenta vulnerabilidad a las condiciones climáticas y a limitaciones tecnológicas en su producción, sin embargo, el consumo per cápita se duplico en los últimos 10 años, pasando de 29.54 kg 51.82 kg. La actividad arrocera en Nicaragua

genera 190.7 millones de dólares a nivel nacional y genera alrededor de 75 mil puestos de trabajo directos e indirectos al año. Aparte de ser uno de los principales cultivos que la población consume también es de gran importancia económica ya que muchas familias nicaragüenses trabajan en este rubro, según el instituto nacional técnico (INATEC, 2017).

No en todos los lugares de Nicaragua se puede sembrar ya que es una planta que necesita bastante la energía solar y suelos arcillosos. Otras variedades de arroz secano se pueden sembrar en diferentes lugares del país, pero a menor escala y son variedades que se han investigado y validado por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria; las investigaciones en este rubro son importantes ya que contribuyen a mejorar la seguridad alimentaria nicaragüense.

### **b.3 Descripción botánica**

El arroz (*Oryza sativa* L.) ocupa el segundo lugar entre los cereales más cultivados en el mundo. Su clasificación botánica se subdivide en dos subespecies: índica y japónica. El arroz es una planta monoica anual, de crecimiento rápido y con gran reproductividad, adaptada a una diversidad de condiciones de suelo y clima con excelentes resultados en cultivo de inundación INTA (2012).

b.3.1 La planta: El arroz es una gramínea anual, de tallos redondos y huecos compuestos por nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es una panícula. Pertenece a las gramíneas del grupo poáceas y su inflorescencia es un racimo que va decreciendo conforme llega al ápice.

#### **Raíz**

La planta tiene dos tipos de raíces: las seminales o temporales, y la adventicias o permanentes. Las primeras sobreviven corto tiempo y son reemplazadas por las segundas que brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, y en algunos casos también de nudos aéreos. Las raíces adventicias son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales. La punta de la raíz está protegida por una masa de células de forma semejante a un dedal, llamada coleoriza, la cual facilita su penetración en el suelo (Andrade y Hurtado, 2007).

La raíz es el órgano esencial para la absorción de los nutrientes y el soporte de la planta;-para que exista un buen desarrollo radicular el suelo debe contar con buen potencial de fosforo y otros nutrientes; es importante mencionar que las condiciones físicas del suelo sean adecuadas.

### **Tallo**

El tallo es ramificado, puede medir entre 0.6 y 1.8 metros de altura. Tanto la longitud como el número de entre nudos del tallo son caracteres varietales definidos, los cuales pueden variar por influencia del medio ambiente.

Macolla: Un tallo con sus hojas forma una macolla. Estas se desarrollan en orden alterno en el tallo principal.

Es importante garantizar un buen macollamiento al brindarle a la planta la cantidad de nutrientes y luz necesarias para la planta tenga la capacidad de generar una buena cantidad de macollos.

### **Hojas**

Se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo, en cada nudo se desarrolla una hoja. Debajo de la panícula se desarrolla la hoja bandera. Son plantas c4 que tienen un mecanismo de transformar mejor la energía lumínica al realizar el proceso de fotosíntesis (INTA, 2012).

Al ser los organismos esenciales en la transformación de la luz en energía , es necesario proporcionar la cantidad de nitrógeno necesaria para un buen desarrollo , tomando en cuenta el ciclo productivo para que estas puedan recibir la mayor cantidad de luz posible ; Existen variedades que presentan hojas con senescencia temprana y tardía siendo de mayor importancia la de senescencia tardía,, ya que al tener la alta madures fisiológica aún siguen realizando la fotosíntesis dando como resultado un mejor llenado de grano

### **Flores**

Las espiguillas del arroz están agrupadas en una inflorescencia llamada panícula, compuesta por un pequeño eje con ramificaciones primarias formando racimos, los que a su vez forman

ramificaciones secundarias. Una espiguilla se compone por dos lemmas estériles, glumas rudimentarias, la raquilla y la florecilla, que consta de dos brácteas o glumas florales (lemma y pálea) con seis estambres (androceo) y un pistilo (gineceo) (González y Zamorano, 2009).

La floración depende 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 se cultivado. La variedad que se sembró fue INTA dorado y Palo 2, que florece a los 80 o 90 días. La toma de datos en el experimento se realizó cuando las plantas alcanzaron el 50% de su floración.

## **Fruto**

El grano de arroz o semilla es el resultante del desarrollo del ovario tras la fecundación en el interior de la espiguilla; el fruto, conocido como grano paddy o arroz en cáscara, está constituido por una carióspside situada entre dos glumelas. La maduración da inicio cuando se presenta una transformación de la coloración, cierta evolución de la composición química y una disminución progresiva de la humedad. En la madurez, el grano de arroz se divide en tres partes: el embrión, ubicado en el lado ventral cerca de la lemma; el albumen que provee alimento al embrión durante la germinación y la cáscara, formada por la lemma y la pálea (Andrade y Hurtado, 2007).

Es un grano o carióspside. Es un fruto seco que tiene una sola semilla con el pericarpio adherido a la misma. El fruto es el final de todos los procesos que los órganos de las plantas realizan, y es el utilizado para la alimentación y semilla.

## **b.4. Radiación solar**

Las necesidades de radiación solar para el cultivo de arroz son distintas para los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación solar durante la fase vegetativa, afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes, mientras que en la fase reproductora existe una marcada disminución en el número de granos. Por otro lado, durante el llenado y maduración del grano, con baja luminosidad, se reducen drásticamente los rendimientos por

disminución en el porcentaje de granos llenos y llenado deficiente de granos (FEDEARROZ, 2012).

El arroz es una planta que necesita la mayor radiación solar posible, con mayor demanda en la etapa de floración ya que aquí donde será llenado del grano y por lo cual se necesita que se elabore las moléculas orgánicas con las que se compondrá el fruto

### **b.5. Precipitación**

El arroz no solamente se cultiva en condiciones de irrigación, sino también en condiciones de secano, en donde la precipitación pluvial es el único medio en el cual, la planta de arroz toma el agua necesaria para su crecimiento, desarrollo y producción del grano. El éxito o fracaso depende no solamente de la cantidad de lluvia sino también de su distribución (FEDEARROZ, 2000).

La precipitación más baja de la región debe coincidir con la preparación de suelos y con la recolección del grano, mientras que la época de mayor precipitación debe favorecer las etapas de crecimiento como la germinación, macollamiento, y la fase reproductiva.

### **b.6. Requerimientos de suelos y climas**

El arroz se cultiva en todo el territorio nacional en alturas entre 0 a 800 m.s.n.m. Presenta un crecimiento óptimo a temperaturas de 25-30 °C, siendo la máxima hasta 40 °C. Con temperaturas de 17 a 18 °C disminuye su crecimiento. La mayor demanda de humedad, se da en la etapa de embuchamiento a emergencia de la panícula. El coeficiente de transpiración oscila entre 500 a 800 y su etapa de mayor demanda es en el embuchamiento y floración (Heros, 2013).

Las temperaturas máximas para sembrar arroz en lugares de 25 a 30, pero se han alcanzado resultados mejores a temperaturas de 40 grados Celsius, porque son plantas que están adaptadas a las condiciones de clima cálido (INETER, 2008).

### **b.7. uso de semilla de calidad para la uniformidad de germinación.**

Selección de la semilla: De la selección de una buena variedad y de la utilización de una semilla de muy buena calidad, depende en gran medida el éxito de un proyecto arrocero. Con una buena semilla estamos garantizando un buen porcentaje de germinación, un buen vigor y un crecimiento uniforme de las plántulas, que después resulta en un cultivo con plantas sanas y mejor establecidas. También con la utilización de semilla de buena calidad evitamos contaminar el terreno con malezas nocivas como la caminadora y el arroz rojo (DICTA, 2003).

Objetivo de la preparación de la semilla: La semilla para ser sembrada, debe estar germinada en más del 80%, con germinación uniforme. En qué momento esta apta la semilla: Cuando el coleoptido o la radícula tiene de 0.5 a 1 mm (Heros, 2013).

Una de las principales características para sembrar es la buena selección de semilla, para eso existen métodos para probar el porcentaje de germinación de la semilla a través de una prueba que consiste en poner 100 semillas en el suelo, aplicar agua y al momento de la germinación, según el número de semillas que germinen ese será el porcentaje, si es menos de 80 por ciento no es recomendable sembrar esa semilla, ya que entre menos población de plantas estén, se obtendrán menores rendimientos

### **b.8. Suelos y topografía del terreno**

El cultivo de arroz se adapta a una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos. Los suelos de textura fina (pesados o fuertes) dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. La textura del suelo juega un papel importante tanto en el manejo de riego como en los aprovechamientos de fertilizantes químicos y orgánicos ( FEDEARROZ, 2012).

En arroz de riego es importante tener un suelo arcilloso, para saber qué tipo de suelo es hay que hacer evaluación visual y el método de casanova. Los mejores suelos para sembrar son los arcillosos ya que retiene mayor cantidad de agua y el arroz necesita el agua en abundancia y en suelos arenosos no se podría sembrar ya que el agua se va por percolación.

### **b.9. Riego**

Se puede preparar los suelos con fangueo directo, los que permiten tener campos mejor nivelados y reducir la maleza hasta un 25% solo con la preparación del suelo.

En zonas con menos de 1000 mm de precipitación pluvial, el riego es necesario para complementar la deficiencia hídrica del cultivo. Cuando no se dispone de agua para riego, es mejor que el productor se dedique a otra clase de cultivos, por las pérdidas que le puede ocasionar una siembra de arroz sin riego suplementario.

En las explotaciones arroceras bajo riego, se realiza un primer riego de germinación y dos riegos más para mantener humedad en la semilla o en la fase de plántula, una vez que la planta alcance 4 hojas verdaderas se procede a establecer la lámina de agua permanente con una altura de 5 a 7 cm y esta se mantiene hasta que la panícula alcanza el 75% de maduración o 15 días antes de la cosecha (INATEC, 2017).

El arroz necesita abundante agua, por eso es necesario que el factor agua siempre este a la disposición. en la zona de sébaco el recurso agua no es limitado ya que la mayoría de los arroceros tiene pozos o se abastecen de ríos para suplir las necesidades del cultivo, también trabajan con una topografía muy planas con pendientes desde cero a uno por ciento, es de gran importancia mantener suelos planos ya que la lámina de agua se reduce y antes utilizaban hasta 6 pulgadas de agua, pero ahora con la nivelación láser se está ocupando de uno a dos pulgadas, por lo tanto es una tecnología importante para reducir el uso del agua. El experimento se llevó a cabo en suelos planos donde la pendiente es de 0,5 %, para reducir el consumo de agua en las plantas. TAINIC la fuente principal de agua es de pozo.

### **b.10. Fertilización**

El *Nitrógeno (N)* es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) o de

amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (FAO,2002).

Es uno de los principales nutrientes que más aplican los productores arroceros, ya que es el elemento más crucial en la etapa vegetativa. La fórmula más usual aplicada por los productores es la Urea o Sulfato de amonio. En el experimento que se llevó a cabo se utilizó en forma de urea a razón de 130kg por hectárea de manera tradicional al voleo. Realizando de forma fraccionada dependiendo el desarrollo que este presentando la planta.

El *Fósforo (P)*, que suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (FAO,2002).

El fosforo tiene vital importancia al momento de la germinación ya que ayuda fortalecer el sistema radicular y en todo ciclo de planta en producción de energía ya que es fundamental para el proceso fotosintético; la forma en que las plantas asimilan este nutriente es en ion Ortofosfato primario ( $\text{HPO}_4^-$ ), se aplicó la fórmula 18-46-00 a razón de 130kg por hectárea al momento de la germinación.

El *Potasio (K)*, que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

Es importante el potasio (k) ya que es determinante en los rendimientos que se obtendrán y la calidad de la producción, ya que juega un papel importante en el llenado y peso del grano, por lo tanto, es sumamente importante administrarles la cantidad adecuada a los cultivos generalmente los productores utilizan de 130 a 200kg/ha. En esta investigación utilizando 130kg/ha.

### **b.11. Mejoramiento genético de arroz**

Los sistemas de mejora varietal mediante la selección de los mejores genotipos con las características necesarias, son similares a los utilizados en otras especies vegetales; son sistemas y métodos que fueron y son objeto de pequeñas evoluciones en el tiempo, con técnicas establecidas en áreas de estudio definidas.

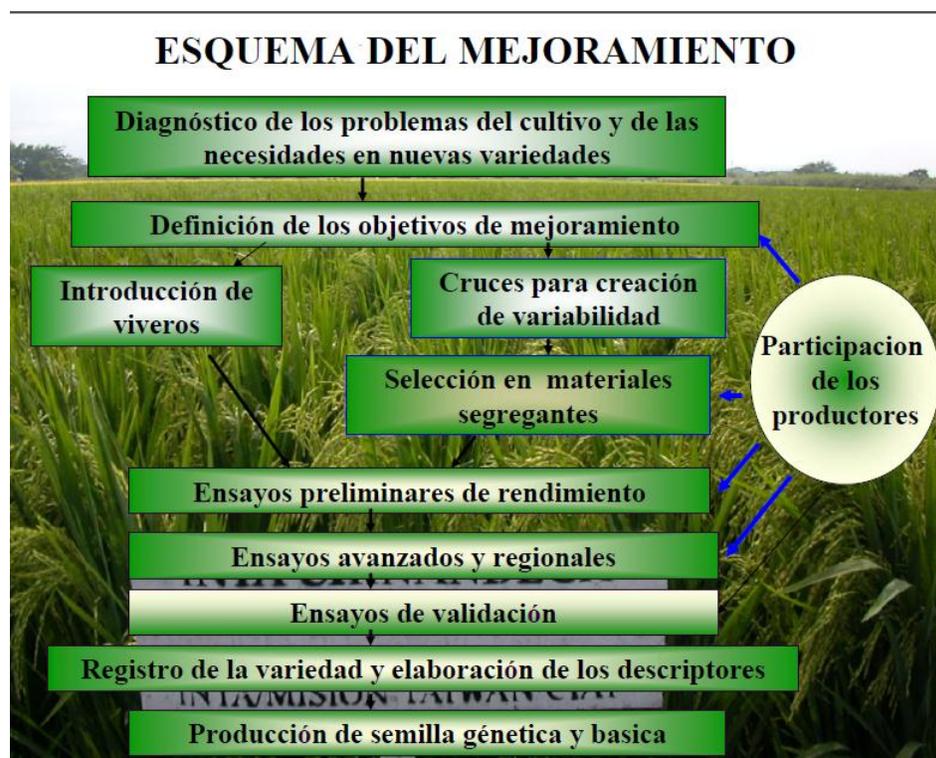
Las variedades de arroz cultivadas han ido variando en los últimos años, mediante una gradual renovación de las más antiguas, en función de las mejores características y provocando la desaparición de determinadas variedades, pues las nuevas ofrecen mejores rendimientos, mayor resistencia a plagas y enfermedades, altura más baja, mejor calidad de grano o bien mayor producción, en búsqueda de una mayor adaptación a la variabilidad climática y la interacción genotipo por ambiente (FEDEARROZ, 2012).

El desarrollo de variedades más productivas para utilizarlas a nivel de finca es el objetivo primordial de los fitomejoradores y lo que justifica su labor ante la sociedad. Todo lo demás es secundario o respalda este objetivo. El éxito de un científico en desarrollar variedades mejoradas de arroz es directamente proporcional a su habilidad para identificar acertadamente las prioridades de investigación y para orientar correctamente sus metas y actividades.

La gran diversidad de problemas que limitan la producción de arroz en los trópicos obliga a los científicos de los programas productivos de mejoramiento de arroz a adoptar un enfoque de equipo interdisciplinario para encontrar soluciones.

En Nicaragua el INTA es la Institución encargada de validar nuevas tecnologías, a través de ellos se han liberado muchas variedades en arroz las cuales se adaptan a diferentes condiciones edafoclimaticas del país.

### b.12. Esquema de mejoramiento en arroz.



Fuente: INTA, 2017

#### b.12.1 Etapas del mejoramiento genético en arroz

En la imagen se refleja como inicia con la creación de variabilidad genética mediante hibridaciones o cruces recurrentes, cuando ya se ha logrado obtener variabilidad se inicia la selección de material segregante, las líneas promisorias pasan por un proceso de estabilización hasta que se tienen líneas homocigotas puras, esto lo hacen los centros internacionales, a nivel nacional se realiza la introducción de este material genético, generalmente estabilizado en una F4 o F5, seguido de la realización de ensayos preliminares ( Oporta, comunicación personal, 10 de Febrero de 2019).

Después son introducidas al país por medio de Instituciones encargadas, seguido de la realización de ensayos preliminares que es cuando del material introducido se comienzan a descartar genotipos inferiores, seguido de ensayos de comprobación conocida como prueba avanzada de rendimiento, luego se realizan ensayos de validación para concluir con la liberación de una nueva variedad, cabe mencionar que cada etapa se recomienda realizar dos ciclos productivos para ir seleccionando las mejores líneas.

### **b.13. Características de una buena Variedad**

**Alto rendimiento de granos:** Es una función del aumento de la materia seca en el grano y se incrementa durante unos 30 días después de la floración. Se debe seleccionar una variedad con un potencial que supere los 120 qq/mz de arroz oro y asegurar que su rendimiento real granza no esté en menos de 100 qq/mz (INTA, 2012).

Para que exista una buena línea y convertirla en variedad debe sobrepasar a las variedades que más sobresalen en las zonas. en el experimento realizado hubieron líneas con rendimientos de 170 qq /mz-

#### **Calidad molinera**

La calidad molinera está constituida por evaluaciones que reproducen todo el proceso de beneficio de arroz de mesa a escala de laboratorio. El arroz es cosechado con humedades mayores de 13% (en base húmeda) y como éstas resultan superiores a las consideradas inocuas para el almacenamiento por períodos prolongados, se debe secar en un plazo relativamente corto después de la cosecha, hasta lograr humedades de  $12\pm 1\%$ . Una vez seco, el grano se deja en reposo para equilibrar la humedad y temperatura, y luego se realiza el procesamiento que consta de varias operaciones. Inicialmente el arroz paddy se limpia para eliminar el material extraño, luego se descascará para producir arroz cargo o integral. La cáscara representa aproximadamente el 20% del peso del grano paddy. El arroz integral se pule inmediatamente después de descascarado y para remover las capas de salvado y germen por acción de fricción o abrasión. El salvado representa aproximadamente el 10% del peso de grano paddy. (Siebenmorgen, Counce y Wilson, 2014).

En el laboratorio de TAINIC para determinar la calidad industrial se realizaron una serie de análisis que dieron como resultado líneas con excelente relación entero quebrado, indicando que son líneas factibles.

Calidad culinaria y nutricional: Se define como calidad culinaria al comportamiento esperado del arroz luego de ser cocinado. Esta definición general es muy importante y depende del hábito cultural. Incluir la característica de la calidad nutricional es relevante en la seguridad alimentaria y nutricional de las familias, para obtener variedades biofortificadas con altos contenidos de hierro y zinc (INTA, 2012).

Se estudiaron líneas con alto contenido de zinc con el objetivo de mejorar el balance nutricional de los consumidores.

#### **b.14. Variedades testigos**

##### **b.14.1. Variedad INTA Dorado y Palos 2**

INTA Dorado es una variedad de arroz de grano largo con buena calidad molinera, se recomienda sembrarse en secano favorecido y riego, su siembra se puede realizar en la época lluviosa (15 junio al 30 julio) y en la época seca del 15 noviembre al 30 diciembre (INTA, 2012).

Esta es una de las variedades testigos que se usó en la investigación, el motivo de usar esta variedad como testigo en diseño experimental es porque tiene potencial de rendimiento de grano (90 a 100 qq/mz), Características agronómicas deseables por los agricultores (Buen vigor inicial, Tolerancia a enfermedades especialmente a Pyricularia, buena Senescencia de panícula; muchos productores de las zonas arroceras de riego incrementan su producción y disminuyen sus costos de producción de grano.

La calidad molinera de la variedad INTA DORADO, aumentan la rentabilidad y mejora la cristalinidad y largo del grano del cultivo de arroz.

También el palo 2 fue una variedad testigo las características de esta variedad es que se produce mejores resultados en rendimiento y calidad del grano en comparación con el INTA dorado.

#### **b.15. Biofortificación en arroz**

En los últimos años, mediante técnicas agrícolas convencionales u obtenidas mediante métodos de ingeniería genética, se han logrado cultivos con una mayor calidad nutricional. Los estudios completados han demostrado la potencialidad de explotar las variaciones genéticas observadas en las semillas respecto de las concentraciones de micronutrientes como el hierro y el zinc, sin que se afecte el rendimiento de la cosecha (Welch, Graham, 1999).

Las evidencias científicas disponibles aseguran que es técnicamente factible la biofortificación del arroz con hierro y zinc sin que se comprometa la productividad agronómica. La calidad nutricional de los cultivos básicos puede aumentarse mediante la biofortificación al aplicar técnicas de fitomejoramiento que aprovechan la variabilidad existente en las diferentes variedades de las especies cultivadas respecto de su contenido de nutrientes (Nestel, 2006).

Los contenidos de hierro y zinc en el arroz pulido pueden disminuir hasta en un 50%, y se ha observado que a medida que aumenta el tiempo de pulido se pueden afectar aún más los contenidos de estos minerales en el grano (Gregorio, 2002).

Según las investigaciones de los científicos y Fito mejoradores dicen que el arroz integral tiene mejores proporciones nutricionales, pero la mayoría de la gente consume arroz pulido, que es un tiene menos minerales, en la parte externa del grano es donde se encuentra la mayor cantidad de nutrientes necesarios con altas cantidades de zinc y Hierro necesarias para ayudar a combatir la desnutrición y enfermedades como anemia ( Jhonson y Swissinfo, 2009).

### **C. Marco legal o marco contextual**

Ley 280 (1997) Ley reguladora de la Producción, Comercialización, Investigación, Exportación e Importación de Semillas.

**NTON 11 006-02 (2002)** Esta Norma tiene por objeto establecer las disposiciones, requisitos y procedimientos que deberán regir las actividades de la Producción, Certificación, Comercialización de semillas para la siembra de Granos Básicos y Soya, a fin de dar cumplimiento a lo estipulado en la Ley No. 280, Ley de Producción y Comercio de Semillas y su Reglamento, al Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial de Comercio.

Se tiene que tomar en cuenta todos los incisos que se mencionan en la NTON (2002) para cosechar semilla de calidad y así mantener la perpetuación de las distintas variedades con sus características genotípicas y fenotípicas.

El Instituto de Producción y sanidad Agropecuaria es el encargado en la actualidad de hacer que se cumpla la presente ley (IPSA,2018).

**Artículo 10.-** El Ministerio de Agricultura y Ganadería creará y organizará su Centro de Investigación y análisis de semillas, al incorporar los Laboratorios o centros de experimentos públicos o privados que cumplan con las normas y requisitos técnicos requeridos para el estudio e investigación a desarrollar.

El Reglamento de la presente Ley establecerá los requisitos y procedimientos para su incorporación.

**Artículo 14.-** Con el objeto de regular y controlar la introducción al comercio nacional de nuevos cultivares, estos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) Que la entidad de investigación que genera la variedad o híbridos se encuentre inscrita en la dirección de semillas.
- 2) para el registro de los cultivares, nacionales o importados, el interesado deberá presentar su respectiva solicitud a la dirección de semillas.

- 3) Determinar el nombre o razón social del solicitante.
- 4) Determinar el tipo con el que se ha designado el tipo de variedad;
- 5) Nombre del fitomejorador responsable.
- 6) Naturaleza genética, polinización libre o híbrido. 7) Descriptor varietal o morfológico, agronómico y potencial genético.
- 8) Presentar los resultados de validación agronómica realizado en dos ciclos agrícolas consecutivos, señalando épocas y sitios de siembra.
- 9) cualquier otro que para tales efectos señale la autoridad de aplicación de la presente ley y su reglamento.

**Artículo 16.-** Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que se dediquen a la investigación, producción o que beneficien, almacenen, importen, exporten, distribuyan y comercialicen semillas y plantas de viveros para siembra, deberán inscribirse en la Dirección de Semillas quien emitirá la autorización pertinente.

## 2.2 HIPÓTESIS

### **Hipótesis General**

**H<sub>0</sub>:** Las líneas de arroz evaluadas no inducirán superiores rendimientos, mejores características agronómicas, alto rendimiento productivo y mayor calidad industrial que las variedades testigos

**H<sub>a</sub>:** Las líneas de arroz evaluadas inducirán superiores rendimientos, mejor comportamiento agronómico, alto rendimiento productivo mayor calidad industrial que las variedades testigos.

### **Comportamiento Agronómico y Valor Comercial del Grano**

#### **Características agronómicas**

**H<sub>0</sub>:** No existe diferencia estadística significativa al 95% de confianza con respecto a las características agronómicas en los cultivares de arroz (altura, días a floración y excersión).

**H<sub>a</sub>:** Existe diferencia estadística significativa al 95% de confianza con respecto a las características agronómicas en los cultivares de arroz (altura, días a floración y excersión).

#### **Alto rendimiento productivo mayor calidad industrial**

**H<sub>0</sub>:** No existe diferencia estadística significativa al 95% de confianza en los cultivares de arroz con alto potencial de rendimiento y buena calidad industrial (macollamiento, longitud de panículas, rendimientos y calidad industrial).

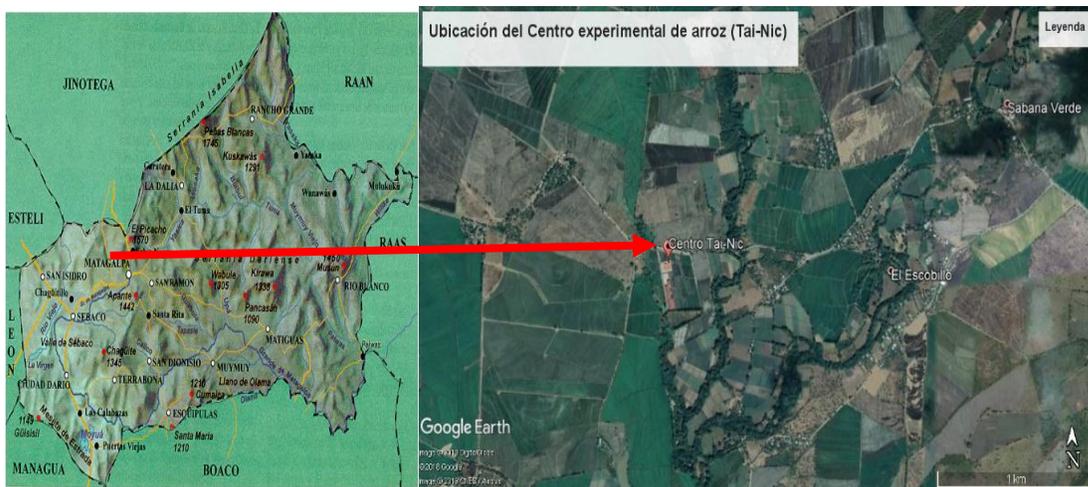
**H<sub>a</sub>:** Existe diferencia significativa significativa al 95% de confianza en los cultivares de arroz con alto potencial de rendimiento y buena calidad industrial (Macollamiento, longitud de panículas, rendimientos y calidad industrial).

## CAPITULO III

### 3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

### 3.2. Ubicación Geográfica de la Investigación

El experimento se estableció en el centro experimental de arroz TAINIC. Localizado a 4 km de Sébaco, siendo sus coordenadas geográficas de 12°48' 51" de latitud Norte y 86° 09 ' 53" de latitud Oeste (INETER 2008).



Fuente: Google Earth

Según la clasificación bioclimática, la zona de vida es Bosque Seco Tropical (bs-T). El terreno se caracteriza por planicies arcillosas (orden de los vertisoles), fértiles, mecanizables y aptas para el cultivo del arroz. La altura promedio del Valle de Sébaco es de 465 m.s.n.m. La siembra se realizó en los periodos normales de las siembras comerciales de la zona. (Holdridge,1987).

### **3.3. Tipo de Investigación**

#### **3.3.1. Investigación experimental**

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.

La investigación es de tipo experimental, de corte transversal porque se llevó a cabo en un tiempo determinado, donde se evaluaron 34 líneas de arroz y 2 testigos (INTA Dorado Y Palos 2). A través de la utilización de diseño lattice o bloques incompletos.

#### **3.3.2. Enfoque**

Noriega, (2016) señala que la investigación cuantitativa es una forma estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, la investigación cuantitativa implica el uso de herramientas de informáticas, estadísticas y matemáticas para obtener resultado. Es concluyente en su propósito ya que trata de cuantificar el problema y entender que tan generalizado esta mediante la búsqueda de resultados proyectable de una población mayor.

esta investigación se basa en la recopilación de datos numéricos que se obtiene de la construcción de los instrumentos y análisis numéricos mediante programas estadísticos que tiene como objetivo comprobar hipótesis que se plantean en las investigaciones.

#### **3.3.3. Correlacional**

Es correlacional porque se observaron las relaciones y diferencias entre variables, explicativo porque se demostró las causas por la cual uno de los tratamientos genera o no genera mejores resultados.

Tiene como objetivo medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables, en un contexto en particular. En ocasiones solo se realiza la relación entre dos variables, pero frecuentemente se ubican en el estudio relaciones entre tres o más variables (Hernández, 2004).

#### **3.3.4 De corte transversal**

Jirón, (2010) Este tipo de estudio son los diseños básicos (ausencia de seguimiento) en el que una comunidad o muestra representativa de esta son estudiadas en un momento dado. La valoración de la variable se da en un mismo momento

Es de corte transversal debido a que la investigación se realizó en un determinado tiempo en el primer semestre del 2019. Donde los datos se recolectan a través del tiempo en puntos o periodos específicos para hacer inferencia respecto al cambio.

### **3.4. Diseño Experimental**

El diseño utilizado fue el de Lattice 6x6 con tres repeticiones. Cada parcela experimental, estuvo conformada de 2 surcos de 5 metros de largo cada uno. La separación entre surco fue de 0.3 m (APE: 3.0 m<sup>2</sup>). La parcela útil consistió en los 3 metros centrales de cada surco de la parcela experimenta (APU: 1.8 m<sup>2</sup>).

### **3.5. Descripción de los Tratamientos**

Se evaluaron 34 genotipos provenientes de la selección de realizada al vivero de Harvest Plus durante los ciclos de riego y lluvioso 2018. Como testigos se utilizaron las variedades de mayor rendimiento en la zona, siendo INTA Dorado y Palos 2. Las 34 líneas que fueron proporcionadas por el CIAT(Centro de Investigación de agricultura tropical) Colombia, todas tienen como característica principal mayor contenido de Zinc, mejores rendimientos y calidad industrial. en el cuadro dos se presenta el código de los 34 genotipos seleccionados, la investigación comenzó con 86 líneas y las 34 de la presente investigación son el resultado de la segunda fase de la validación de ensayos preliminares, seleccionados por obtener los mejores rendimientos productivos e industriales.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos a evaluar en la prueba preliminar de Rendimiento de arroz para condiciones de riego verano 2019.

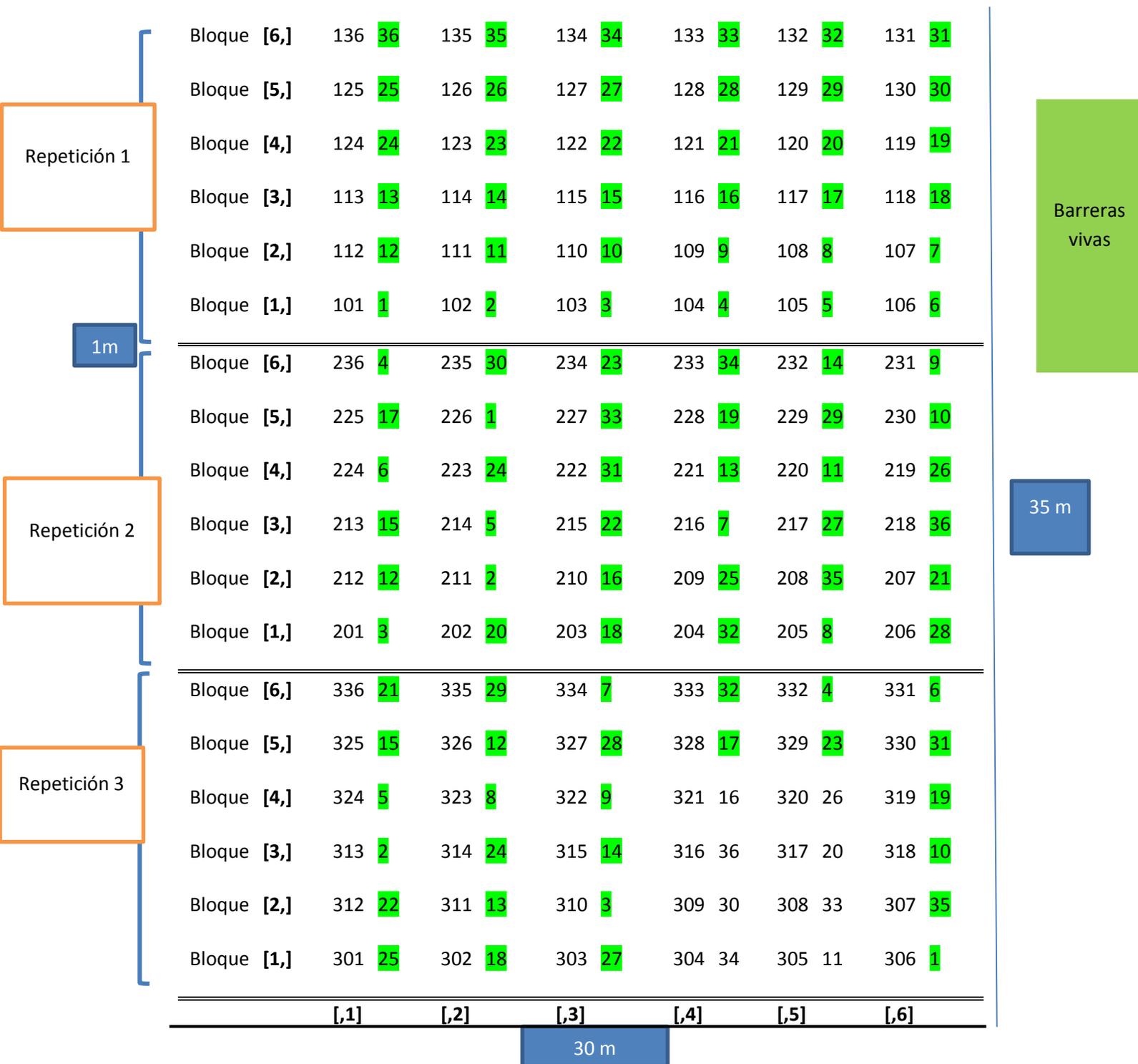
N°	Denominación	N°	Denominación
1	CT22099-8P-4SR-3P-3SR	19	CT22135-9P-5SR-2P-2SR
2	CT22062-5P-3SR-1P-2SR	20	CT22098-7P-10SR-2P-3SR
3	CT22099-8P-4SR-2P-2SR	21	CT22129-2P-8SR-1P-1SR
4	CT22135-7P-4SR-6P-2SR	22	CT22147-5P-6SR-4P-2SR
5	CT22098-5P-4SR-6P-2SR	23	CT22129-2P-8SR-1P-3SR
6	CT22089-5P-4SR-6P-1SR	24	CT22147-5P-6SR-4P-1SR
7	CT22089-20P-1SR-1P-1SR	25	CT22062-5P-3SR-1P-3SR
8	CT22065-7P-3SR-1P-3SR	26	CT22061-1P-1SR-3P-2SR
9	CT22098-7P-10SR-2P-2SR	27	IR64-2M-4-1-P
10	CT22089-5P-4SR-6P-3SR	28	CT22172-3P-6SR-1P-2SR
11	CT22118-1P-6SR-2P-3SR	29	CT22062-5P-3SR-2P-1SR
12	CT22098-4P-3SR-3P-3SR	30	CT22135-6P-1SR-3P-2SR
13	CT22099-8P-4SR-2P-3SR	31	CT22173-3P-7SR-2P-1SR
14	CT22098-9P-1SR-3P-1SR	32	CT22062-5P-3SR-2P-3SR
15	CT22117-1P-5SR-4P-1SR	33	CT22117-9P-1SR-1P-3SR
16	CT22129-2P-8SR-5P-1SR	34	CT22147-6P-1SR-2P-1SR
17	CT22098-7P-10SR-2P-1SR	35	Palos 2*
18	CT22135-9P-5SR-1P-3SR	36	INTA Dorado*

\*Testigos

Fuente: TAINIC

En el cuadro 2 se muestran los códigos de las 34 líneas que se investigaron y las 2 variedades testigos

### 3.6. Plano de campo



El plano de campo representa las 34 líneas y dos variedades, están divididas en tres repeticiones, cada repetición formada por 6 bloques donde cada bloque tiene 6 códigos los cuales están representado cada tratamiento en cada repetición. También se utilizaron barreras vivas para reducir la velocidad del viento y evitar el acame de las plantas.

**Área del experimento:** 1050 m<sup>2</sup>

### **3.7. Manejo Agronómico del Experimento**

#### **3.7.1. La preparación del suelo**

se realizó en fanguero con un pase de romplow, un pase de rotovalor y un pase de banca.

#### **3.7.2. La siembra**

Se realizó en surco a razón de 130 kg/ha de semilla a una distancia de 30 cm entre surco, sembrando a chorrillo ralo. Debido a las condiciones de temperaturas altas durante el periodo de siembra de verano 2018 se realizó pre germinación de la semilla, sometiéndola a 24hrs sumergida en agua y 48hrs en calor. Este proceso se conoce como escarificación, consiste en ablandar el pericarpio de la semilla para que la germinación de las semillas sea uniforme.

#### **3.7.3. control de Insectos, enfermedades y malezas**

En lo referente al control de Insectos, enfermedades y malezas se realizó según criterios técnicos, considerando el enfoque Agrosostenible del sistema.

En lo mínimo posible se realizaron aplicaciones preventivas y/o curativas de enfermedades con la finalidad de evaluar la incidencia de estas y la capacidad de tolerancia en los genotipos evaluados. Los productos utilizados para enfermedades fue Tebuconazole, Triadimenol. Y para control de insectos Imidacloprid.

#### **3.7.4. La fertilización se realizó de la siguiente forma:**

1. Fertilización base: Formula 18-46-00, 130 kg ha<sup>-1</sup> al momento de la siembra.
2. Complementación de fertilización nitrogenada: Formula Urea 46%, 390 kg ha<sup>-1</sup>, en forma fraccionada de la siguiente forma:
  - Primer fraccionamiento (15 dde) y segundo fraccionamiento (35 dde); 130 kg ha<sup>-1</sup> cada uno.
  - Tercer fraccionamiento (50 dde); 130 kg ha<sup>-1</sup>.
3. Complementación de fertilización potásica: Formula MOP (0-0-60), 130 kg ha<sup>-1</sup>, fraccionado en 2 momentos con el segundo y tercer fraccionamiento de urea.

### 3.8. Variables (cuantificación y calificación)

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

**Cuadro 3. Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.**

Calificación	Categorías
0	Germinación
1	Plántula
2	Ahijamiento
3	Elongación del tallo
4	Cambio de primordio
5	Panzoneo
6	Floración
7	Estado lechoso del grano
8	Estado pastoso del grano
9	Maduración fisiológica

Fuente: CIAT

**3.8.1. Habilidad de Macollamiento :** Se realizaron recuento de tallos productivos por metro lineal. Tiempo de evaluación, estado lechoso del grano.

**3.8.2. Floración:** Se registró el número de días, desde la emergencia hasta cuando el 50% de las plantas estén florecidas. Tiempo de evaluación, estado de floración.

**3.8.3. Altura de la planta:** Se registró la longitud de la planta en cm, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta. Tiempo de evaluación estado lechoso del grano.

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

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

FUENTE: CIAT

**3.8.4 Excursión de la Panícula:** se tomaron 5 panículas al azar, desde la hoja bandera al nudo ciliar. Se expresa en cm. Tiempo de evaluación, estado lechoso del grano

**3.8.5. Longitud de panícula:** Para determinar este carácter se eligieron al azar diez panículas, la medición es desde el nudo ciliar hasta el último grano, se expresará en cm. Tiempo de evaluación, maduración fisiológica.

**3.8.6. Rendimiento de grano :** 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 maduración fisiológica.

**3.8.7. Peso de 1000 granos :** Se pesaron 1000 granos, expresados en gramos al 14% de humedad. Tiempo de evaluación, en estado de maduración fisiológica.

**3.8.8. Calidad Industrial:** Se pesaron 200 gramos de arroz paddy seco y limpio, con un porcentaje de humedad del 14%, para obtener a través del proceso de molinería los porcentajes de calidad industrial de grano (índice de pilada, Relación E/Q).

### 3.8.9. Operacionalización de variable

Objetivos	Variables	Sub variables	Indicadores	Instrumentos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar cultivares de arroz con alto potencial de rendimiento, alto contenido nutricional y buena calidad industrial.</li> </ul>	Características agronómicas	<b>Estado Fenológico</b>	Crecimiento y desarrollo del cultivo	Tabla del CIAT 1983 (cuadro 3)
		<b>Habilidad de Macollamiento</b>	Numero de tallo	Tabla CIAT. Estado lechoso La escala de evaluación Recuento por metro lineal Hoja de campo ( Anexo 3)
		<b>Floración (Fl)</b>	Número de días a floración	Tabla CIAT. Estado 06 La escala de evaluación estándar para arroz del CIAT (1983). Hoja de campo( Anexo 3)
		<b>Altura de la planta (Ht)</b>	Se registró la longitud de la planta en cm	Tabla CIAT. Estado 07 <ul style="list-style-type: none"> <li>Cinta métrica</li> <li>Escala CIAT de altura</li> </ul> Hoja de campo( Anexo 3)
		<b>Excursión</b>	Longitud	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hoja de campo</li> </ul>
		<b>Longitud de panícula:</b>	Longitud, del nudo ciliar hasta el último grano de la panícula	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cinta métrica</li> <li>Estado 09</li> </ul> Hoja de campo( Anexo 6) ( Anexo 6)

	<b>Rendimientos productivos</b>	<b>Rendimiento del grano</b>	Cosecha	Tiempo de evaluación, estado de crecimiento 09 Balanza Calculadora Probador de humedad (22%)  Expresado kg ha <sup>-1</sup>
	<b>Calidad Industrial:</b>	<b>Peso de 1000 granos</b>	Peso al 14% de humedad	Balanza Probador de humedad Hoja de campo
			Relación Entero, quebrado (Q/E) al 11 % de humedad	Trillo y pulidora limpiadora Balanza Relación Q/E Hoja de campo( Anexo 4)

### **3.9. Procesamiento y Análisis de Datos Estadísticos**

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

Se realizó Análisis de Varianza para demostrar la aceptación o rechazo de la hipótesis investigativa por genotipo. Las medias de los cultivares fueron separadas utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de significancia ( $\alpha=0.05$ ).

También se efectuaron Análisis Multivariado (Conglomerado) y de Correlación (Pearson) para determinar el comportamiento adaptativo de los cultivares e identificar grupos con características en común. Se utilizaron los paquetes estadísticos SAS, InfoStat y Minitab, según cada tipo de análisis.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1. variables de características agronómicas de las líneas de *arroz (Oryza sativa)***

#### **4.1.1. Altura de planta**

Cuadro 5. Resultados de ANDEVA, prueba de Tukey y escala CIAT (1983) para la variable

Fuente: Resultado de investigación

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey con  $\alpha = 0.005$  Altura de planta

La selección de una determinada altura 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 y natural es otro factor de importancia al considerar la altura en el proceso de selección (Zeledón, 1993).

Los promedios de datos de altura de las plantas (Cuadro 5), reportó alta significancia estadística para los tratamientos, con  $r^2$  de 0.72 y coeficiente de variación de 4.72. en cuanto a los resultados obtenidos por separación de media por Tukey tuvo variaciones de 93.13 cm

Tratamientos	Genotipos	Tukey	cm	Escala CIAT 100- 60 cm
3	CT22099-8P-4SR-2P-2SR	A	93,13	Semienanas (menos de 100 cm)
6	CT22089-5P-4SR-6P-1SR	AB	90,47	Semienanas (menos de 100 cm)
1,2,4,7,8,9,10, 11, 12, 13, 14, 19, 20 30		ABC	83,8	Semienanas (menos de 100 cm)
5, 16, 17, 21, 24, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 36		ABCD	80,87	Semienanas (menos de 100 cm)
15, 22, 25, 32, 33		BCD	79,33	Semienanas (menos de 100 cm)
18, 23		CD	77,47	Semienanas ( menos de 100 cm)
31	CT22173-3P-7SR-2P-1SR	D	70,73	Semienanas (menos de 100 cm)
p-valor (ANDEVA)	0.0001			
R <sup>2</sup> :	0, 72			
CV :	4,72			

y 70.73 cm. Los tratamientos 3 y 6 (CT22099-8P-4SR-2P-2SR y CT22089-5P-4SR-6P-1SR) alcanzaron la mayor altura con 93.13 y 90.47 cm. las líneas con menor altura fueron los tratamientos 23 y 31 (CT22129-2P-8SR-1P-1SR y CT22173-3P-7SR-2P-1SR) con 76.87 cm y 70.73cm.

Al aplicar la escala CIAT (anexo 5) para el análisis de altura de las plantas los 36 genotipos se clasifican como semienanas, con alturas menores a los 100 cm. Es un factor importante para evitar el acame de las plantas.

altura promedio 82, 8875, obtuvo menor promedio de altura en comparación con los estudios realizados por Dávila y Sánchez (2010) que fue de 97.8 cm y la investigación de Romero y Meza (2016) que fue de 98.9 centímetros.



Gráfico 1. Altura de los tratamientos

Fuente: Resultados de investigación

#### 4.1.2 Floración

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

**Cuadro 6.** Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable días a floración

TTO	GENOTIPO	Tukey	días
2, 9, 32, 36		A	97
3, 20, 25, 35		AB	96
12		ABC	95, 67
6, 17, 29,		ABCD	94,67
1, 7, 8		ABCDE	93,33
4, 10, 14,		ABCDEF	91
5, 13, 15, 16, 21,22, 23,27, 28, 37		ABCDEFGF	84, 67
26		BCDEFEG	82,67
11		CDEFEG	81, 67
30		DEFG	81,33
18,33		EFG	79, 33
19, 24		FG	78,67
31	CT22173-3P-7SR-2P-1SR	G	76
P- Valor( ANDEVA)	< 0.0001		
R <sup>2</sup>	0,82		
CV	4,79		

Fuente: Resultado de investigación

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey con  $\alpha=0.005$

En el Cuadro 6 se observan los promedios de días a floración. El análisis de la varianza reporto alta significancia estadística según ANDEVA (< 0.0001) en los tratamientos con un coeficiente de variación de 4.79.

En esta sub variable se pueden observar alta significancia estadística entre los tratamientos, según la separación de media por Tukey, los tratamientos más precoces en florecer fueron:

31, 19 y 24 (CT22173-3P-7SR-2P-1SR, CT22135-9P-5SR-2P-2SR y CT22147-5P-6SR-4P-1SR) con 76, 78.67 y 79 días; los más tardíos en florecer fueron los tratamientos 2, 9, 32 y 36 (CT22062-5P-3SR-1P-2SR, CT22098-7P-10SR-2P-2SR, CT22062-5P-3SR-2P-3SR y Palos2) con 97 días respectivamente.

Cuando la floración de una planta es precoz significa que su ciclo vegetativo es rápido pero los rendimientos que ella alcanza no son muy altos debido a que se acorta todo el tiempo de cada etapa, por lo cual recibe menos luz, sin embargo, cuando son de ciclo tardío la planta obtiene mejores rendimientos ya que recibe mayor cantidad de luz.

Es importante tomar en cuenta que las variedades precoces ayudan a entrar en el ciclo productivo cuando hay retraso por preparación de suelo o por el tiempo.

#### **4.1.3. Excursión de la panícula.**

La excursión de la panícula además de ser considerada como un defecto genético es también un aspecto de excelente cualidad, desde el punto agronómico, ya que la panícula que emerge completamente de la vaina de la hoja, evita la esterilidad o el mal llenado de la espiguilla, así como el ataque de patógenos en la base de la panícula completamente excerta, es supuestamente dominante, sobre la panícula parcialmente encerrada. La temperatura del aire y posiblemente, el sombrero modifican drásticamente la excursión (Jennings, 1985).

La formación de la panícula se inicia con la diferenciación del primordio de las mismas, esto sucede a los 30 o 34 días antes de la emergencia de la hoja bandera y se hace visible hasta los 11 días después de su emergencia.

**Cuadro 7.** Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable excersión.

Tratamientos	Genotipo	Tukey	Excersión
33	CT22117-9P-1SR-1P-3SR	A	2,91 cm
11	CT22118-1P-6SR-2P-3SR	AB	2,42 cm
1, 2,3,4,5,6,7,8,9,10,14,15,16,18,19,20,21,23,25,26,27,28,30,31,32,34,36		ABC	0,67 cm
12, 13,17, 24, 35		BC	0,25 cm
22, 29		C	0, 17 cm
P- Valor( ANDEVA)	0.0022		
R <sup>2</sup>	0,7		
Cv	62,95		

Fuente: Resultado de investigación

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey

El cuadro 7 refleja en cuanto a la sub variable excersión de la panícula, que se identificó diferencia estadística significativa según ANDEVA (0.0022), varios tratamientos al realizar las medidas no presentaban excersión y si presentaban eran menos de 1 cm y solo 6 de los 36 tratamientos presentaron excersiones mayores que 1 pero menores que 2cm.

en cuanto a los resultados obtenidos por la separación de media por Tukey, el tratamiento que presentó mayor excersión fue el 33 (CT22135-6P-1SR-3P-2SR) con 2.91 cm superando estadísticamente a los tratamientos 22 y 29 (CT22147-5P-6SR-4P-2SR y CT22062-5P-3SR-2P-1SR) con 0.17 cm.

Para Oporta (2019). los tratamientos que presenta excersión mínima o no tienen son líneas que no son recomendables para sembrar en época de invierno en zonas donde las precipitaciones son muy altas, debido a que las plantas están más susceptibles la pudrición de panícula por el desarrollo de hongos entre la vaina de la hoja y la panícula.

## 4.2. Variables de rendimientos productivos de las líneas de arroz (*Oryza sativa*)

### 4.2.1 Rendimiento del grano kg ha<sup>-1</sup>

Cuadro 8.. Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable rendimiento Kg/ha.

Tratamientos	Código	Tukey	kg/ha
6	CT22089-5P-4SR-6P-1SR	A	11638,83
7	CT22089-20P-1SR-1P-1SR	AB	11186,72
10	CT22089-5P-4SR-6P-3SR	AB	11288,88
1, 2,3, 4,5,8,9,11,12,14,16,17,20, 35		ABC	10999,23
13, 15, 19,21,22, 23, 25, 26, 27,29, 30, 33, 36		ABCD	9582,64
28, 32		BCD	
18, 24,34		CD	6943,97
31	CT22173-3P-7SR-2P-1SR	D	5523,38
P- Valor( ANDEVA)	<0,0001		
R2	0,76		
CV	13,58		

Fuente: Resultado de investigación

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey

En el cuadro 8 se muestra que los resultados de la variable rendimiento kg ha<sup>-1</sup> se encontró diferencia estadística significativa ( $p=0.001$ ) según ANDEVA. En cuanto los resultados obtenidos de la separación de medias por Tukey lo divide en 7 categorías diferentes, siendo la línea 6 (CT22089-5P-4SR-6P-1SR) con mayor rendimiento productivo obteniendo media

de 11,638.83 Kg/ha, resultando con categoría A, seguido por el tratamiento 7(CT22089-20P-1SR-1P-1SR) con 11186,72 y el tratamiento 10 con 11288,88 kg/ha. superando a los testigos Palos 2 con rendimiento de 10506,22 e INTA Dorado con 8731,41 kg/ha, aunque según Tukey son estadísticamente similares entre sí. El tratamiento con menor rendimiento fue el 18 y 31 (CT22135-9P-5SR-1P-3SR y CT22173-3P-7SR-2P-1SR) con una media de 6943.96 kg/ha y 5523, 38 kg/ha.

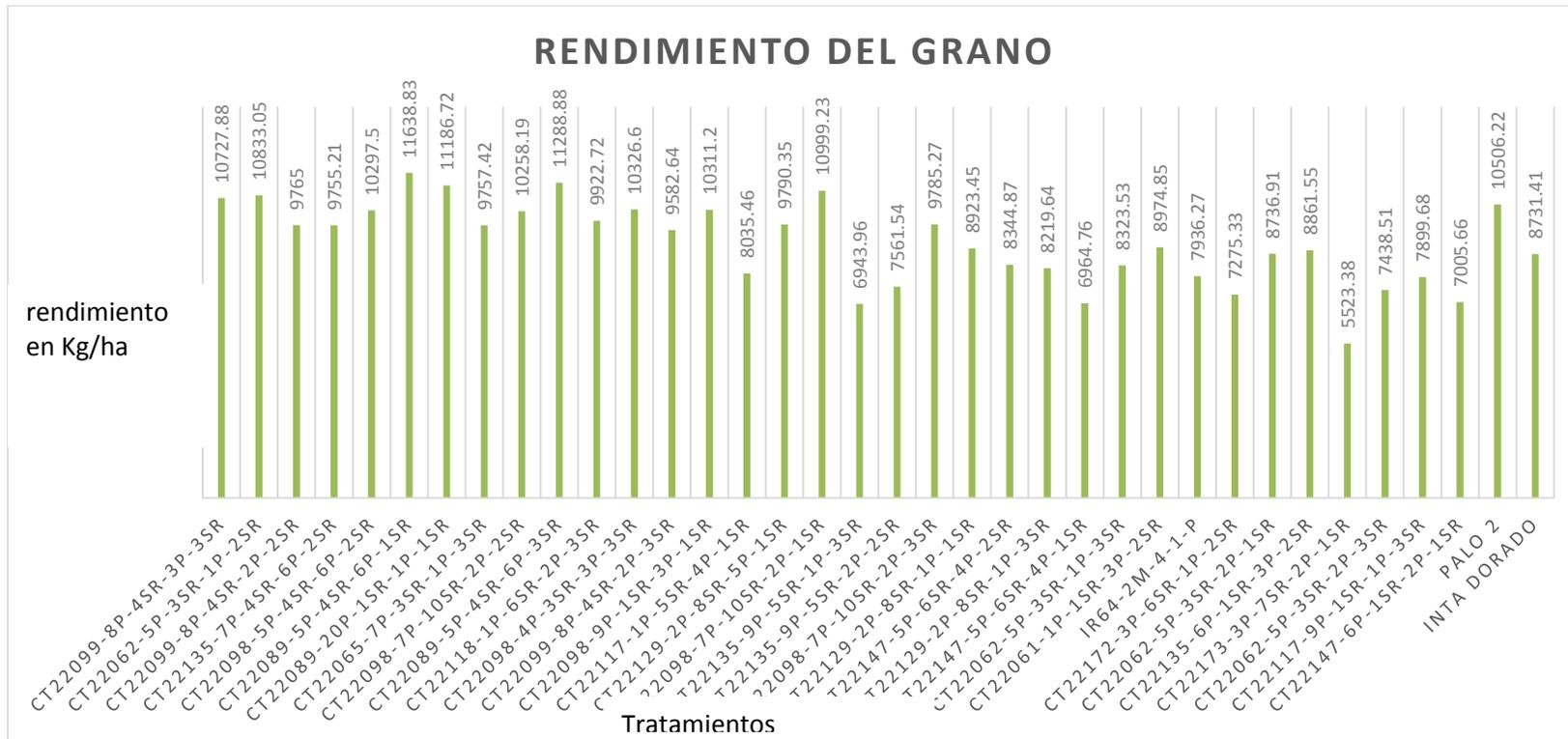


Gráfico 2. Rendimientos kg/ha

Fuente: Resultado de investigación

Gráfico 2. Indica que las medias variaron para rendimiento de granos entre 11,638 y 5523,38 kilogramos por hectárea. En esta investigación el promedio fue de 9123 Kg/ha. Superando los promedios de rendimiento alcanzado de Dávila y Sánchez (2010) que obtuvo rendimientos de 9006.7 Kg/ha y también superó a Romero y Meza (2016) que obtuvieron resultados de 5940 Kg/ha.

#### 4.2.2 Macollamiento

Según Cardoza y González (2004), la habilidad de macollamiento es un carácter cuantitativo que está ligado a características genéticas y depende al mismo tiempo de las condiciones en las cuales el cultivo se desarrolle, por ejemplo: densidad de siembra, fertilidad del suelo y temperaturas bajas que no permiten la formación de macollas.

**Cuadro 9.** Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable macollamiento.

Tratamiento	Genotipo	Tukey	Macollas/plantas
29	CT22062-5P-3SR-2P-1SR	A	206,83
5, 7, 25		AB	198,33
1, 2,3, 6, 8,9,10, 11, 12, 13, 14, 15,16,17,19, 20, 21, 22, 23, 24,26, 27, 28,30,31, 32, 33, 34, 35, 36		ABC	145,67
4		BC	141,17
18	CT22135-9P-5SR-1P-3SR	C	132
P- Valor( ANDEVA)	0.0014		
R <sup>2</sup>	0,7		
CV	11,68		

Fuente: Resultado de investigación  
Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey

En el cuadro 9. indica que al realizar el análisis de varianza la sub variable macollas/ metro lineal se determinó diferencia estadística significativa en los tratamientos y en la separación de media por Tukey, el tratamiento 29 (CT22062-5P-3SR-2P-1SR) alcanzó el mayor

macollamiento por metro lineal con 206.83 plantas/metro lineal y el menor macollamiento se encontró en el tratamiento 18 (CT22135-9P-5SR-1P-3SR) con 132 macollas de plantas/metro lineal. Con un coeficiente de variación de 11.68 y  $r^2$  de 0.7.

Es importante tomar en cuenta esta variable ya que es un indicador de rendimiento, porque cada macolla de cada planta da origen a una panícula y entre más macollas produzca una planta el rendimiento será mejor.

#### 4.2.3. Longitud de panícula

En la sub variable longitud de panícula se encontró diferencia estadística significativa, según ANDEVA y en la separación de media por Tukey sobre sale el tratamiento 4 (CT22135-7P-4SR-6P-2SR) con longitud de 24.33 cm, superando estadísticamente al tratamiento 18 que obtuvo el menor número de panícula con 19,47 cm.

**Cuadro 10.** Resultados de ANDEVA y prueba de Tukey para la sub variable longitud de Panícula

Tratamiento	Genotipo	Tukey	Long/paníc.
4	CT22135-7P-4SR-6P-2SR	A	24,33 cm
1,2,3,5,6,7,8,9,19,11,12,13 14,15,16,17,19,20,21,22,2 3,24,25,26,27,28,29,30,31, 32,33,34,35,36		AB	19,67 cm
18	CT22135-9P-5SR-1P-3SR	B	19,47 cm
P- Valor( ANDEVA)	0.001		
$R^2$	0.66		
CV	6,57		

Fuente: Resultado de investigación

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey

Entre mayor longitud tenga la panícula, mayor número de granos produce.

#### **4.2.4 Peso de mil granos**

En los resultados obtenidos en el análisis de varianza se encontró que existe diferencia estadística significativa; la separación de medias de Tukey encontró 10 categorías, asignando la categoría A al tratamiento 14 (CT22098-9P-1SR-3P-1SR) que obtuvo una media de 30,67 gramos. El tratamiento que obtuvo menos peso fue el 22 (CT22098-7P-10SR-2P-3SR) con 21,7 gramos se clasificó en la categoría F.

Estos resultados son similares al encontrado por Ténarrelli (1989), quien señala que el peso entre 20 – 28, son límites para definir como muy pesado y moderadamente pesado cualquier tipo de arroz. El rendimiento en grano oro y entero varía de acuerdo a la línea o variedad y estado de maduración en que se corte.

Es importante porque podemos compararlos con variedades que para rendir 1 kg se necesitan muchos granos y hay otras las cuales en menos granos hay más peso.

**Cuadro 11.** Resultados de ANDEVA Y prueba de Tukey para la sub variable peso de mil

TTO	Genotipo	Tukey	Peso en gramos
14	CT22098-9P-1SR-3P-1SR	A	30,67
36	INTA Dorado	AB	29,93
15		ABC	29,5
23,31		ABCD	28,4
21,35		ABCDE	27,6
2,3,4,5,7,8,9,11,18,20,24,25,26,27,30,33		ABCDEF	25
10,13,19,34		BCDEF	24,13
1,17		CDEF	23,67
6,12,16,29,32		DEF	22,8
28		EF	22,47
22	CT22147-5P-6SR-4P-2SR	F	21,7
P- Valor( ANDEVA)	<0.0001		
R <sup>2</sup>	0,76		
CV	6,88		

granos

Fuente: Resultados de investigación

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey

En los resultados obtenidos en el análisis de varianza se encontró que existe diferencia estadística significativa (ANDEVA= <0.001); la separación de medias de Tukey encontró 10 categorías, asignando la categoría A al tratamiento 14 (CT22098-9P-1SR-3P-1SR) que obtuvo una media de 30, 67 gramos. El tratamiento que obtuvo menos peso fue el 22 (CT22098-7P-10SR-2P-3SR) con 21,7 gramos se clasificó en la categoría F.

#### 4.2.5 Calidad industrial

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).

#### Cuadro 12. Resultados de calidad industrial

Relación: E/Q =Relación entero/quebrado

Tratamientos	Genotipos	calidad industrial
4	CT22135-7P-4SR-6P-2SR	99%
30	CT22135-6P-1SR-3P-2SR	99%
7, 12, 13, 19, 29, 24, 25, 26, 34, 36		94%
22,23, 27		93%
20, 32, 35		92%
5 , 9, 21		91%
2	CT22062-5P-3SR-1P-2SR	90%
17, 31		89%
11, 14,15, 28.		88%
8,16		86%
3		84%
6		83%
18		82%
10	CT22089-5P-4SR-6P-3SR	76%
1	CT22099-8P-4SR-3P-3SR	71%
33	CT22117-9P-1SR-1P-3SR	68%

Fuente: Resultado de investigación

En la tabla 12 se presentan los resultados del análisis que se realizó en el laboratorio del centro experimental TAINIC, con respecto a la calidad industrial, donde se encontró que los tratamientos 4, 30 fueron los de mejor calidad con una relación entero/ quebrado de 99/1; los tratamientos 7, 12, 13, 19, 29, 24, 25, 26, 34 y 36 obtuvieron la relación E/Q de 94/6. Los tratamientos de menor calidad industrial fueron el 1, 10 y 33 que presentaron una relación entera/quebrado de 71/29, 76/24, 68/32.

Los tratamientos que se encuentran en relación mayor o igual a 80/20 se les puede considerar como líneas de buena calidad. La importancia de encontrar genotipos con buena calidad industrial es porque los consumidores demandan la mejor calidad del arroz, en Nicaragua es aceptable consumir una calidad la relación a entero/quebrado de 80/20.

### 4.3. análisis de conglomerado

Se usa para formar cohesión de los conglomerados que se han formado y proporcionar información sobre el número adecuado de conglomerados que deben conservarse (Pérez, 2004).

En el Dendograma se muestran la relación que hay entre los tratamientos. El grupo uno está conformado por la línea roja y resultaron con características similares 22 líneas, en el grupo dos está representado con las líneas azules y solo 2 tratamientos presentaron características similares; el grupo tres está representado por las líneas amarillas con 7 tratamientos; el grupo cuatro representado por líneas verdes con tres tratamientos y el grupo cinco no tuvo relación con ningún otro tratamiento.

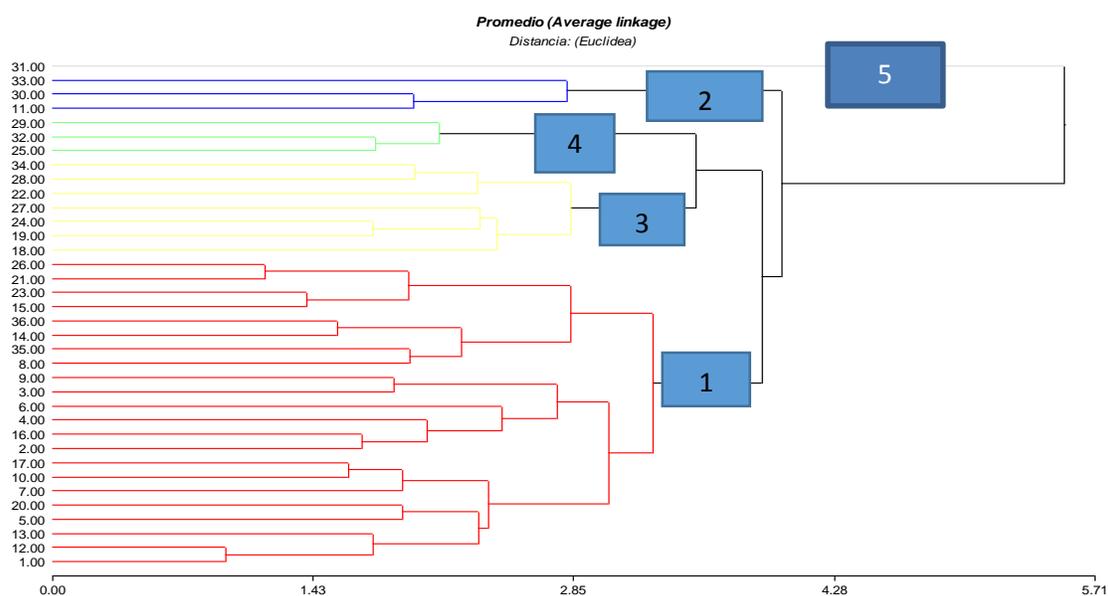


Gráfico 3. Separación de tratamientos por características similares.

Fuente: Resultado de Investigación

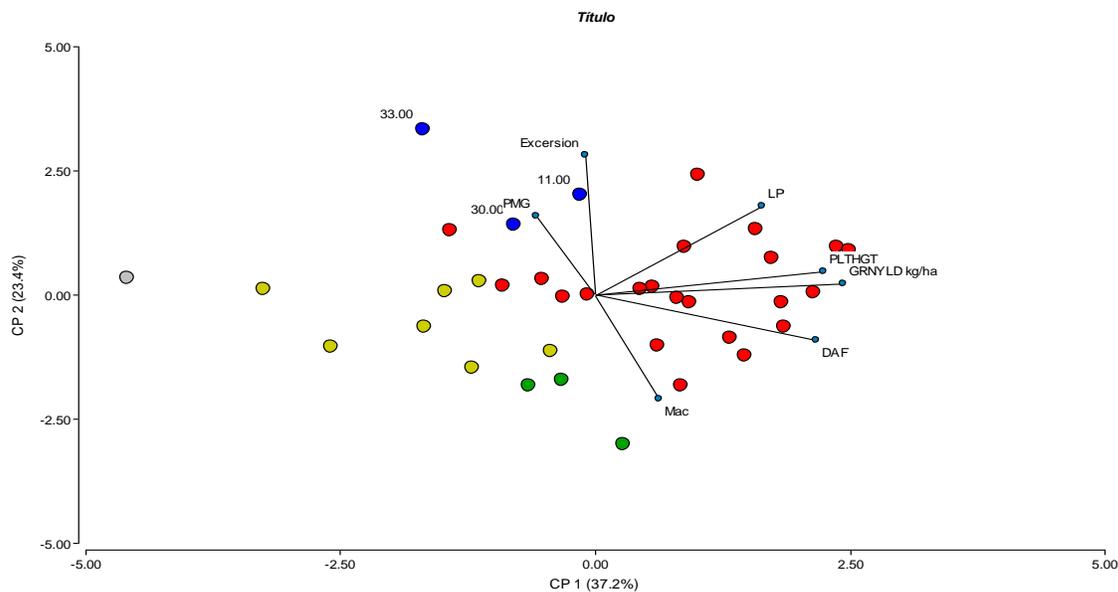


Gráfico 4. características similares de los tratamientos  
Fuente: Resultado de Investigación

En el gráfico de Biplot se comprueba en el Dendograma a través de la separación de las características que presentó cada grupo de tratamiento.

En el grupo uno representado por puntos rojos las líneas presentaron: mayor longitud de panícula, altura de planta, mejores rendimientos productivos, días a floración más tardíos y mayor macollamiento. Los genotipos con estas características fueron: 26, 21, 23, 15, 36, 14, 35, 8, 9, 3, 6, 4, 16, 2, 17, 10, 7, 20, 5, 13, 12 y 1 (códigos, anexo 2)

Grupo dos colores azules; son las líneas que presentaron buena excersión y buen peso de mil granos fueron: 33, 30 y 11 (Códigos, anexo 2).

En el grupo tres; representados por el color amarillo son las líneas que presentaron menor longitud de panícula, son más pequeñas la panícula, menos macollamiento, días a floración más precoz y por tal razón menos rendimientos, fueron: 34, 28, 22, 27, 24, 18 y 18(anexo 2).

El grupo cuatro representado por el color verde presentaron buen macollamiento. Las líneas fueron: 25, 29 y 32. El Grupo cinco colores grises fue el tratamiento que se diferencia de todos los demás por que no presentó características similares a los demás. fue solo el tratamiento 31 que fue el que mostró las características agronómicas y productivas más bajas, según todos los análisis estadísticos realizados.

#### 4.4. Prueba de correlación por Pearson

**Cuadro 13.** Resultados del análisis de correlación de la variable rendimiento.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 108						
Prob >  r  suponiendo H0: Rho=0						
	PLTHGT	LP	Mac	GRNYLD	PMG	Excersion
PLTHGT	1	0,39315	-0,13543	0,50634	-0,21784	0,05339
		<.0001	0,1623	<.0001	0,0235	0,5831
LP	0,39315	1	-0,15218	0,29413	-0,05527	0,18391
	<.0001		0,1159	0,002	0,5699	0,0567
Mac	-0,13543	-0,15218	1	0,1153	-0,04199	-0,05974
	0,1623	0,1159		0,2347	0,6661	0,5391
GRNYLD	0,50634	0,29413	0,1153	1	-0,01298	0,05645
	<.0001	0,002	0,2347		0,8939	0,5617
PMG	-0,21784	-0,05527	-0,04199	-0,01298	1	0,21067
	0,0235	0,5699	0,6661	0,8939		0,0286
Excersion	0,05339	0,18391	-0,05974	0,05645	0,21067	1
	0,5831	0,0567	0,5391	0,5617	0,0286	

Fuente: Resultado de Investigación

**PLTHGT=** Altura de la planta

**LP:** Longitud de la panícula

**Mac:** Macollamiento

**GRNYLD:** Rendimientos productivos

**PMG:** peso de ml granos

La sub variable altura de la planta del grano se relacionó con longitud de panículas y rendimientos positivamente y de manera negativa con peso de mil granos.

La variable longitud de panícula se relacionó con rendimiento productivos

La sub variable rendimientos productivos con altura de la planta y longitud de panículas

Peso de mil granos con altura de las plantas y excersion de las panículas

#### 4.5 Selección de los mejores tratamientos

Tomando en cuenta las características agronómicas de los materiales, se seleccionaron 14 líneas de arroz, para pasar a la segunda etapa de pruebas avanzadas de rendimiento. Los principales caracteres de selección fueron rendimiento y calidad industrial. El tratamiento 10 fue el tercero que demostró mejor rendimiento, pero no se incluyó ya que al realizar la prueba de calidad industrial obtuvo una relación entero/quebrado de 76/24.

**Cuadro 14. selección de las mejores líneas para nuevos ensayos**

Código	TTO	Rendimientos	Calidad industrial
CT22089-5P-4SR-6P-1SR	6	11638,83	83%
CT22089-20P-1SR-1P-1SR	7	11186,72	94%
CT22098-7P-10SR-2P-1SR	17	10999,23	89%
CT22062-5P-3SR-1P-2SR	2	10833,05	90%
CT22117-9P-1SR-1P-3SR	35	10506,22	92%
CT22098-4P-3SR-3P-3SR	12	10326,6	94%
CT22098-9P-1SR-3P-1SR	14	10311,2	88%
CT22098-5P-4SR-6P-2SR	5	10297,5	91%
CT22098-7P-10SR-2P-2SR	9	10258,19	91%
CT22118-1P-6SR-2P-3SR	11	9922,72	88%
CT22129-2P-8SR-5P-1SR	16	9790,35	86%
CT22098-7P-10SR-2P-3SR	20	9785,27	92%
CT22099-8P-4SR-2P-2SR	3	9765	84%
CT22065-7P-3SR-1P-3SR	8	9757,42	86%
CT22135-7P-4SR-6P-2SR	4	9755,21	99%
CT22099-8P-4SR-2P-3SR	13	9582,64	94%
CT22147-5P-6SR-4P-1SR	26	8974,85	94%

Fuente: Resultado de investigación

## CAPITULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

En la variable comportamiento agronómico de las líneas de arroz (*oryza sativa L*) al realizar análisis de varianza (ANDEVA) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa al 95%, en las sub variables: altura de la planta, floración y excursión de la panícula.

En el rendimiento productivo y calidad industrial de las líneas de arroz (*Oryza sativa L*) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa al 95% de confianza, en las sub variables Rendimientos por hectárea, macollas por planta, longitud de panícula, peso de mil granos.

El tratamiento 6 (CT22089-5P-4SR-6P-1SR) obtuvo el mayor rendimiento productivo según la separación de media por Tukey con 11,638.83 Kg/ha, seguido por el tratamiento 7(CT22089-20P-1SR-1P-1SR) con 11186,72 kg/ha y el tratamiento 10 (CT22089-5P-4SR-6P-3S) con 11288,88 kg/ha.

En cuanto al porcentaje de calidad industrial sobresalen los tratamientos 4 y 30 ( CT22135-7P-4SR-6P-2SR Y CT22135-6P-1SR-3P-2SR) obtuvieron la mejor relación entero/quebrado con 99/1 respectivamente.

Los tratamientos 12, 13, 7, 19, 24, 25, 26, 29, 34, 36, 22, 23, 27, 20, 32, 35,5, 9 y 21 también presentaron buena calidad industrial con una relación entero/ quebrado de 90/10 y 94/6

Se seleccionaron 14 genotipos que presentaron los mejores rendimientos productivos y buena calidad industrial, una relación entera/ quebrado de 80/20 a 99/1.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Se recomienda evaluar en el ciclo de invierno las 14 líneas seleccionadas.

Someter a nuevos ensayos las 14 líneas que presentaron buen rendimiento y calidad industrial.

Realizar otras investigaciones para evaluar las 14 líneas en las diferentes zonas arroceras de Nicaragua.

### 5.3 Bibliografía

Andrade, F y Hurtado, J. (2007). Manual del Cultivo de Arroz. Boliche. P. 7-9.

BCN. (2018). Plan de producción, consumo y comercio. Recuperado el 24 de mayo del 2019, de revista electrónica

<https://www.bcn.gob.ni/publicidad/img/landscape/Plan%20de%20Produccion%20y%20Comercio%20Ciclo%202017%202018.pdf>

Cardoza y González, E. (2004). Evaluación y pruebas de rendimientos de catorce líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L) bajo condiciones de riego en el Valle de Sébaco, Matagalpa. Primera 2003. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua 35 p.

CIAT. (1983). Sistema de Evaluación Estándar para arroz. 2ª.ed. Manuel Rosero traductor y adaptador). Cali, Colombia. Autor.

Contín, A. (1990). Cultivo del arroz. Manual de producción. Editorial LIMUSA, cuarta edición. México D, F., México

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.

DIGTA.(2003). manual tecnico del cultivo del arroz. recuperado el 15 de abril, 2019. Obtenido de https:

[//curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf](https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf)

FEDEARROZ.(2000). Fundamentos técnicos de los fertilizantes y la fertilización en el cultivo de arroz. Ibagé- Colombia. pág. 7,8

FEDEARROZ. (2012). Fondo nacional de arroz. Manejo integrado del cultivo de arroz. Colombia.

FAO.(2002) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Los Fertilizante y sus usos.

FAO. (2004). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. La ONU declara 2004 como Año Internacional del Arroz. Obtenido de

<http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/24159-es.html>

Gregorio, G. (2002). Avances en la cría de minerales traza en cultivos básicos. J Nutr.

Grenier, C; Borrero, J; Sanchez, A; Urbina R; Espinosa, A; Taboada, R. et al. (2014). Biofortificación del arroz para américa latina y el caribe. CIAT- COLOMBIA

Gonzales, N., Zamorano, D. 2009. El cultivo de arroz (*Oryza sativa L*). (En línea). Consultado el 20 de Febrero del 2019. Disponible en: [http://www.sap.uchile.cl/descargas/fisiogenetica/fisiologia\\_del\\_arroz.pdf](http://www.sap.uchile.cl/descargas/fisiogenetica/fisiologia_del_arroz.pdf)

Hernández.(2004). Investigacion cuali-cuantitativa

Hernández, O; Medina,M; Alvarado, J; Vergara, O & Henríquez, T..(2013).ANÁLISIS SENSORIAL DE VARIEDADES BIOFORTIFICADAS DE ARROZ. IDIA. Panamá

Heros, E. (2013). Manejo integrado en el cultivo de arroz. San Martín- Perú.26 pág.

Holdridge, L. (1987). Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 216 pp.

INTA, (2012). Instituto Nicaragüense Tecnológico Agropecuario. Guía tecnológica del cultivo de arroz. Managua, Nicaragua.

INTA, (2013). Instituto Nicaragüense tecnológico agropecuario. Guía Tecnológica del cultivo de arroz. Managua, Nicaragua. 7

INATEC,(2017). Instituto Nicaragüense Tecnológico Agropecuario. Guia de granos básicos. Managua. Nicaragua.

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

Johnson I & Swissinfo ch. (2009). Científicos desarrollan arroz enriquecido con hierro. Obtenido de: [http://www.swissinfo.ch/spa/Portada/Actualidad/Cientificos\\_desarrollan\\_arroz\\_enriquecido\\_con\\_hierro.html?cid=907370](http://www.swissinfo.ch/spa/Portada/Actualidad/Cientificos_desarrollan_arroz_enriquecido_con_hierro.html?cid=907370). Última actualización 15 de marzo del 2010 Consultado el 24/05/2019.

Ley N°280 (1998). Ley de producción y comercio de semillas. Diario Oficial de la República de Nicaragua, Managua, Nicaragua.

Meza, P. y Romero, J. (2016). 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, Monografía de ingeniería agronómica. Matagalpa, Nicaragua. UNAN ( universidad Nacional Autónoma de Nicaragua)

Nestel, P. (2006). Biofortificación de cultivos alimentarios básicos. p. 136.

NTON 11 006-02 (2002). Norma técnica para la producción y comercialización de semilla certificada de granos básicos y soya. Managua, Nicaragua. Obtenido de:

[http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/D91B40D2A2206580062577200051E6F7?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/D91B40D2A2206580062577200051E6F7?OpenDocument)

Pérez, A (2004).Bioestadística sus principios. Introducción al análisis cluster.

Siebenmorgen, T .; Counce, P .; Wilson, C ( 2014) . Factores que afectan la calidad de la molienda de arroz Servicio de extensión cooperativa de la Universidad de Arkansas. Hoja de datos 2164. Disponible en: <http://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-2164.pdf>

Somarriba. R.(1998). Texto de Granos Básicos. Universidad Nacional

Steel y Torrie (1986) Bioestadísticas: principios y procedimientos. Segunda edición. Mexico, D.F

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

Viruez, J; Yonekura, p; Taboada, R; Borrero, J & Grenier, c. (2016). Arroz biofortificado para Bolivia- Proyecto HARVERSPLUS. Colombia.

Welch, R .(1999).Un nuevo paradigma para la agricultura mundial: satisfacer las necesidades humanas: productivo, sostenible y nutritivo. Cultivos de campo. p. 1-10.

# **Anexos**

### 1. Cronograma de actividades

Actividades	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				junio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración de protocolo	x	x	x	x	x	x																										
Elaboración del instrumento				x	x																											
Entrega y revisión de protocolo													x																			
Establecimiento del experimento						x								x																		
corrección del protocolo							x	x														x	x	x								
Fertilización del cultivo									X																							
Monitoreo del cultivo										x																						
Aplicación de insecticida													x																			
segunda Fertilización														x																		
Toma de datos															x	x	x	x	x	x	x	x										
Cosecha del experimento																							x	x								
ordenamiento de datos																						x	x	x								
Análisis e interpretación de resultados																											x	x	x	x		
Elaboración del informe final																															x	x

**ANEXO 1. Cronograma de actividades**

**ANEXO 2. Código de los tratamientos. Descripción de los tratamientos que se evaluaron en la prueba preliminar de Rendimiento de arroz para condiciones de riego verano 2019.**

<b>N°</b>	<b>Denominación</b>	<b>N°</b>	<b>Denominación</b>
1	CT22099-8P-4SR-3P-3SR	19	CT22135-9P-5SR-2P-2SR
2	CT22062-5P-3SR-1P-2SR	20	CT22098-7P-10SR-2P-3SR
3	CT22099-8P-4SR-2P-2SR	21	CT22129-2P-8SR-1P-1SR
4	CT22135-7P-4SR-6P-2SR	22	CT22147-5P-6SR-4P-2SR
5	CT22098-5P-4SR-6P-2SR	23	CT22129-2P-8SR-1P-3SR
6	CT22089-5P-4SR-6P-1SR	24	CT22147-5P-6SR-4P-1SR
7	CT22089-20P-1SR-1P-1SR	25	CT22062-5P-3SR-1P-3SR
8	CT22065-7P-3SR-1P-3SR	26	CT22061-1P-1SR-3P-2SR
9	CT22098-7P-10SR-2P-2SR	27	IR64-2M-4-1-P
10	CT22089-5P-4SR-6P-3SR	28	CT22172-3P-6SR-1P-2SR
11	CT22118-1P-6SR-2P-3SR	29	CT22062-5P-3SR-2P-1SR
12	CT22098-4P-3SR-3P-3SR	30	CT22135-6P-1SR-3P-2SR
13	CT22099-8P-4SR-2P-3SR	31	CT22173-3P-7SR-2P-1SR
14	CT22098-9P-1SR-3P-1SR	32	CT22062-5P-3SR-2P-3SR
15	CT22117-1P-5SR-4P-1SR	33	CT22117-9P-1SR-1P-3SR
16	CT22129-2P-8SR-5P-1SR	34	CT22147-6P-1SR-2P-1SR
17	CT22098-7P-10SR-2P-1SR	35	Palos 2*
18	CT22135-9P-5SR-1P-3SR	36	INTA Dorado*

Fuente: TAINIC

### ANEXO 3. Hojas de campo para la recolección de datos

PLOT	REP	Entry	Block	FLW	Altura						LP						Excursion					macollas/h			
101	1	1	1		85	101	76	83	86	86,2	26	27	24	23	26	25,2	1	2	2	2	1	1,6	206	147	177
102	1	2	1		87	89	99	89	87	90,2	25	23	28	27	24	25,4	1	1	1	1	0	0,8	131	131	131
103	1	3	1		100	97	100	94	97	97,6	22	25	24	27	24	24,4	0	2	1	1	3	1,4	171	148	160
104	1	4	1		86	83	87	88	84	85,6	25	29	26	27	28	27	0	3	3	2	2	2	106	132	119
105	1	5	1		86	89	90	80	82	85,4	22	28	24	25	24	24,6	0	0	1	2	1	0,8	210	237	224
106	1	6	1		90	90	94	92	97	92,6	24	22	23	27	25	24,2	0	4	1	1	2	1,6	129	120	125
107	1	7	2		85	96	94	87	88	90	23	24	22	25	25	23,8	1	0,5	1	0	1	0,7	175	194	185
108	1	8	2		86	88	95	99	82	90	20	21	23	20	18	20,4	0	0	0	0	1	0,2	140	176	158
109	1	9	2		85	90	90	83	94	88,4	21	19	24	27	23	22,8	2	3	2	3	4	2,8	174	176	175
110	1	10	2		87	86	90	93	92	89,6	23	24	21	15	23	21,2	0	0	1	0	0	0,2	184	199	192
111	1	11	2		84	81	95	84	86	86	20	22	23	24	24	22,6	1	1	1	2	3	1,6	205	182	194
112	1	12	2		88	84	95	87	87	88,2	20	21	23	24	20	21,6	0	0	1	0	1	0,4	160	142	151
113	1	13	3		83	88	89	90	82	86,4	21	20	23	21	23	21,6	0	0	0	0	0	0	178	187	183
114	1	14	3		87	94	80	87	83	86,2	22	23	21	20	21	21,4	0	0	1	2	0	0,6	178	194	186
115	1	15	3		79	77	80	80	75	78,2	21	25	25	26	26	24,6	0	2	2	2	0	1,2	172	178	175
116	1	16	3		80	84	87	80	89	84	24	25	26	24	25	24,8		0	0	0	0	0	166	168	167
117	1	17	3		80	89	79	79	77	80,8	22	21	22	21	20	21,2	0	0	0	0	0	0	143	156	150
118	1	18	3		73	81	78	84	88	80,8	20	23	21	20	17	20,2	0	1	2	0	0	0,6	164	144	154
119	1	19	4		80	79	79	80	89	81,4	20	20	21	26	21	21,6	1	0	0	9	0	2	239	163	201
120	1	20	4		85	86	87	82	85	85	24	25	24	23	24	24	0	0	0	0	0	0	210	201	206

Fuente: Oporta

Hoja de campo para tomar las variables de altura, longitud de panícula, excursión, y macollamiento de las plantas de arroz (oryza sativa)

PLOT	REP	Entry	Block	FLW	Altura					LP					Excursion					macollas/h					
121	1	21	4		73	72	74	90	83	78,4	20	24	22	21	25	22,4	1	1	0	0	0	0,4	187	171	179
122	1	22	4		84	85	84	86	83	84,4	27	22	28	21	21	23,8	0	1	0	0	0	0,2	131	147	139
123	1	23	4		80	81	80	85	79	81	24	27	22	20	23	23,2	1	2	1	1	0	1	170	178	174
124	1	24	4		82	78	90	87	80	83,4	19	22	18	20	17	19,2	0	0	0	0	0	0	163	152	158
125	1	25	5		78	80	82	80	88	81,6	20	20	21	21	18	20	0	0	0	0	0	0	213	174	194
126	1	26	5		84	82	88	78	89	84,2	22	23	23	25	22	23	0	0	0	0	0	0	166	188	177
127	1	27	5		84	80	79	84	82	81,8	19	19	18	19	22	19,4	0	1	1	1	2	1	133	186	160
128	1	28	5		89	80	86	83	77	83	24	21	19	22	22	21,6	0	2	1	1	3	1,4	157	212	185
129	1	29	5		87	80	89	84	87	85,4	19	20	19	21	21	20	0	0	0	0	0	0	179	121	150
130	1	30	5		79	72	84	85	76	79,2	19	22	20	22	23	21,2	3	1	1	0	1	1,2	148	158	153
131	1	31	6		70	73	73	70	79	73	15	16	19	29	22	20,2	1	0	0	4	2	1,4	165	176	171
132	1	32	6		71	74	77	80	90	78,4	23	25	23	21	21	22,6	4	1	0	1	0	1,2	176	168	172
133	1	33	6		70	74	80	78	70	74,4	21	22	25	21	25	22,8	1	1	3	2	4	2,2	118	146	132
134	1	34	6		87	80	86	89	84	85,2	27	18	24	25	23	23,4	1	1	0	1	0	0,6	111	117	114
135	1	35	6		78	73	89	80	83	80,6	20	21	20	28	18	21,4	0		0	0	0	0	145	163	154
136	1	36	6		80	80	76	81	76	78,6	25	21	19	22	18	21	0	0	0	0	0	0	170	162	166

Hoja de campo para tomar las variables de altura, longitud de panícula, excursión, y macollamiento de las plantas de arroz (oryza sativa), para la repetición 1

## Hoja de campo, para la repetición 2

PLOT	REP	Entry	Block	FLW	Altura										LP					Excursion					macollas/h				
201	2	3	1		90	87	91	89	86	88,6	23	26	20	22	24	23	0	0	4	1	0	1	222	164	193				
202	2	20	1		95	99	94	88	87	92,6	23	24	25	24	27	24,6	1	2	0	0	2	1	157	159	158				
203	2	18	1		82	8	78	85	87	68	21	20	9	20	19	17,8	0	0	0	1	1	0,4	115	119	117				
204	2	32	1		84	88	76	75	89	82,4	18	22	20	23	21	20,8	1	0	0	0	1	0,4	169	175	172				
205	2	8	1		90	82	80	88	82	84,4	21	21	20	23	21	21,2	1	0	0	0	1	0,4	173	185	179				
206	2	28	1		87	88	85	82	87	85,8	25	26	21	20		23	0	0	0	0	2	0,4	162	154	158				
207	2	21	2		81	80	82	88	82	82,6	21	23	20	25	25	22,8	2	2	0	0	2	1,2	160	167	164				
208	2	35	2		86	83	83	86	80	83,6	22	19	20	23	20	20,8	0	0	1	2	3	1,2	195	180	188				
209	2	25	2		71	77	80	78	70	75,2	27	19	21	21	20	21,6	3	0	2	2	0	1,4	206	196	201				
210	2	16	2		88	80	83	87	85	84,6	21	27	22	23	26	23,8	0	0	0	2	3	1	150	134	142				
211	2	2	2		88	89	76	90	9	70,4	22	20	23	25	23	22,6	0	1	1	2	2	1,2	177	168	173				
212	2	12	2		87	90	84	78	80	83,8	24	25	20	20	24	22,6	0	0	1	0	1	0,4	187	172	180				
213	2	15	3		70	78	84	75	81	77,6	22	22	22	25	24	23	0	4	1	0	0	1	120	127	124				
214	2	5	3		84	77	80	74	75	78	21	23	20	21	26	22,2	3	0	1	2,5	2,3	1,76	183	167	175				
215	2	22	3		80	82	79	74	84	79,8	25	20	19	19	19	20,4	0	0	0	0	0	0	135	152	144				
216	2	7	3		89	87	83	85	86	86	22	21	19	24	23	21,8	0	1	1	1	1	0,8	173	179	176				
217	2	27	3		80	80	83	71	80	78,8	23	20	19	19	19	20	0	2	0	1	0	0,6	166	146	156				
218	2	36	3		82	85	84	80	86	83,4	21	23	21	18	20	20,6	2	0	2	0,5	0	0,9	188	165	177				
219	2	26	4		83	78	80	85	89	83	23	25	24	27	24	24,6	1	0	0	2	1	0,8	179	172	176				
220	2	11	4		90	76	82	82	83	82,6	25	20	21	26	9	20,2	0	3	0	0	3	1,2	155	161	158				

221	2	13	4		80	89	80	84	79	82,4	22	19	22	32	22	23,4	0	2	0	0	2	0,8	162	170	166
222	2	31	4		76	75	67	70	75	72,6	21	15	18	20	23	19,4	0	5	2	1	0	1,6	142	137	140
223	2	24	4		80	82	79	75	87	80,6	20	22	17	22	24	21	0	2		1	0	0,75	132	145	139
224	2	6	4		95	80	87	93	94	89,8	18	19	19	22	23	20,2	1	1	2			1,333333	158	147	153
225	2	17	5		80	79	79	80	74	78,4	22	22	22	20	23	21,8	0	1	2	0	1,5	0,9	232	220	226
226	2	1	5		90	89	82	97	83	88,2	24	23	21	24	22	22,8	0	0	0	0	0	0	172	183	178
227	2	33	5		75	87	75	80	82	79,8	26	22	23	28	26	25	0	0	4	9	2	3	161	159	160
228	2	19	5		84	87	86	85	79	84,2	23	0	19	21	21	16,8	1	1	0	0	0	0,4	153	148	151
229	2	29	5		84	82	80	75	74	79	20	22	23	21	19	21	0	0	0	0	0	0	218	203	211
230	2	10	5		87	80	86	90	83	85,2	18	21	21	20	19	19,8	0	0	1	0	0	0,2	190	168	179
231	2	9	6		88	85	88	90	86	87,4	19	25	24	19	26	22,6	0	0	0	2	1	0,6	164	175	170
232	2	14	6		76	85	83	90	85	83,8	22	20	21	22	23	21,6	4	1	0	2	0	1,4	185	181	183
233	2	34	6		82	75	83	80	82	80,4	20	23	22	20	26	22,2	1	1	0	0	0	0,4	158	150	154
234	2	23	6		80	79	74	79	76	77,6	23	23	27	24	24	24,2	1	1	1	0	0	0,6	194	133	164
235	2	30	6		87	82	90	88	92	87,8	23	24	23	25	19	22,8	1	1	3	0	1	1,2	138	143	141
236	2	4	6		87	80	83	74	81	81	23	23	22	23	24	23	3	1	2	0	0	1,2	143	136	140

Hoja de campo para tomar las variables de altura, longitud de panícula, excursión, y macollamiento de las plantas de arroz (oryza sativa), para la repetición 2

### Hoja de campo, para la repetición 3

301	3	25	1		83	81	87	80	74	81	22	20	21	19	19	20,2	2	2,5	1,5	2	0,5	1,7	206	199	203
302	3	18	1		80	93	83	79	83	83,6	22	22	17	21	20	20,4	1	1,2	0	4,3	0	1,3	126	124	125
303	3	27	1		89	74	85	78	87	82,6	21	23	19	18	22	20,6	2	3,3	3	3	2,8	2,82	169	163	166
304	3	34	1		86	82	82	73	83	81,2	22	21	23	22	23	22,2	2	1,8	0,3	2,2	2	1,66	185	189	187
305	3	11	1		90	90	94	88	82	88,8	23	21	23	24	22	22,6	5	3,8	5,5	2	6	4,46	158	154	156
306	3	1	1		90	88	91	82	95	89,2	22	29	22	22	23	23,6	1	0,8	2	0,5	0	0,86	149	151	150
307	3	35	2		87	83	83	81	87	84,2	24	24	25	22	25	24	0	0	0,8	0	0	0,16	130	119	125
308	3	33	2		81	84	77	83	85	82	21	23	22	20	24	22	2,7	3,3	5,5	2,8	3,3	3,52	142	148	145
309	3	30	2		80	84	85	88	85	84,4	21	21	21	25	22	22	5	0,5	5	0,3	2	2,56	156	161	159
310	3	3	2		96	95	86	99	90	93,2	21	24	21	24	22	22,4	2	3,3	1,8	2,5	3	2,52	162	155	159
311	3	13	2		81	83	88	89	83	84,8	19	21	23	22	23	21,6	0,2	0	1	0	0,2	0,28	172	178	175
312	3	22	2		90	5	92	87	95	73,8	18	19	18	21	19	19	1,5	0	0	0	0	0,3	179	183	181
313	3	2	3		87	95	93	87	94	91,2	23	22	25	25	22	23,4	0	1,8	0	0	2,9	0,94	143	152	148
314	3	24	3		83	74	83	71	82	78,6	20	18	20	18	18	18,8	0	0	0	0	0	0	168	165	167
315	3	14	3		79	83	86	80	87	83	20	21	20	20	22	20,6	0	0,8	3	0	1	0,96	174	178	176
316	3	36	3		79	80	84	81	85	81,8	23	18	26	26	23	23,2	3,3	2	3	1,8	0	2,02	180	187	184
317	3	20	3		88	82	80	85	90	85	21	20	24	21	19	21	3	0,5	5	1,8	2	2,46	212	199	206
318	3	10	3		93	83	84	81	82	84,6	21	23	27	21	21	22,6	2	1,8	3	2	3	2,36	172	176	174
319	3	19	4		85	87	88	85	87	86,4	22	24	20	22	24	22,4	1,2	0		0	0	0,3	154	159	157
320	3	26	4		75	77	87	81	83	80,6	21	19	19	22	22	20,6	1,8	3	1,8	2,5	0	1,82	187	180	184

PLOT	REP	Entry	Block	FLW	Altura										LP					Excursion					macollas/h		
321	3	16	4		81	77	80	83	83	80,8	22	24	24	24	23	23,4	2	1,8	3	2	6	2,96	158	138	148		
322	3	9	4		83	89	87	93	86	87,6	19	20	22	24	23	21,6	3	2,3	4,5	2	2,5	2,86	157	178	168		
323	3	8	4		83	83	87	93	88	86,8	21	21	21	21	21	21	2	0	6	4	2	2,8	153	138	146		
324	3	5	4		80	85	84	78	74	80,2	20	23	25	25	24	23,4	2	2	3	0	0	1,4	206	187	197		
325	3	15	5		81	79	78	73	78	77,8	22	21	22	18	23	21,2	0	0	1	3,3	2,8	1,42	185	177	181		
326	3	12	5		90	91	89	87	88	89	25	23	23	29	23	24,6	1,8	1,9	0	0	2	1,14	167	185	176		
327	3	28	5		80	77	88	79	83	81,4	22	18,7	23	21	20	20,9	3	0	0	0,5	0	0,7	199	192	196		
328	3	17	5		86	84	83	79	85	83,4	22	19	21	17	19	19,6	0	2	0	0	2,5	0,9	188	185	187		
329	3	23	5		70	71	66	74	79	72	20	24	21	22	21	21,6	0,5	0,5	1	0,3	0	0,46	166	164	165		
330	3	31	5		74	70	67	72	50	66,6	21,5	20	19	21	18	19,9	2	1,5	1	4	3	2,3	220	225	223		
331	3	6	6		90	86	87	85	97	89	26	25	25	22	25	24,6	0,5	2,6	2	0	0,5	1,12	160	170	165		
332	3	4	6		85	87	90	92	86	88	21	20	26	23	25	23	2	0	3	2,5	2	1,9	172	158	165		
333	3	32	6		74	73	80	78	60	73	18	22	21	18	20	19,8	0	0	0	1	1,8	0,56	190	195	193		
334	3	7	6		86	79	80	72	79	79,2	18	23	21	19	17	19,6	2	0	0	0,5	0	0,5	248	244	246		
335	3	29	6		74	80	82	83	95	82,8	20	23	20,9	21	19	20,8	2	0	0	0,5	0	0,5	258	262	260		
336	3	21	6		79	77	82	84	76	79,6	23	23	22	25	24	23,4	3	1	2	0	0	1,2	185	187	186		
										97,6						27						4,46		262	262		

Hoja de campo para tomar las variables de altura, longitud de panícula, excursión, y macollamiento de las plantas de arroz (oryza sativa), para la repetición 3.

## ANEXO 4. Hoja de campo de calidad industrial

Tratamiento	Peso bruto	peso neto	peso integral	peso arroz oro	peso arroz entero	Puntilla	porcentaje de grano Entero	Impurezas	peso cascara	peso semolina	payana	peso de quebrados
101	200	198	138	130	102,7	6,4	83%	1%	60	8	20,9	27,3
102	200	174,4	147,1	113	100,3	2,7	91%	13%	27,3	34,1	10	12,7
103	200	197	136	117	98,5	4,6	88%	2%	61	19	13,9	18,5
104	200	193	133,3	117,1	102,7	1,3	89%	4%	59,7	16,2	13,1	14,4
105	200	197,4	143,1	121,5	88,3	5	76%	1%	54,3	21,6	28,2	33,2
106	200	198,5	133,7	118,8	80,5	5,9	71%	1%	64,8	14,9	32,4	38,3
107	200	194	132,8	116,4	96,6	0,9	84%	3%	61,2	16,4	18,9	19,8
108	200	196,3	143,2	128	108,4	1,8	86%	2%	53,1	15,2	17,8	19,6
109	200	198,9	146,3	123,8	106,6	2,8	88%	1%	52,6	22,5	14,4	17,2
110	200	198	140	122	108,1	2,3	90%	1%	58	18	11,6	13,9
111	200	197	145	122	113,8	0,5	94%	2%	52	23	7,7	8,2
112	200	198,5	141	123	104,6	1,4	86%	1%	57,5	18	17	18,4
113	200	198	140	126,6	101,2	2,5	82%	1%	58	13,4	22,9	25,4
114	200	194,5	147,2	126	112,5	1,7	91%	3%	47,3	21,2	11,8	13,5
115	200	193	153,4	135,5	125,4	0,9	93%	4%	39,6	17,9	9,2	10,1
116	200	194	134	125,7	117,8	0,9	94%	3%	60	8,3	7	7,9
117	200	197	141	112	109,5	1,9	99%	2%	56	29	0,6	2,5
118	200	198,1	144,8	127	114,2	3,1	92%	1%	53,3	17,8	9,7	12,8
119	200	190	130	110	108,4	0,5	99%	5%	60	20	1,1	1,6
120	200	176,6	132,6	119,2	102,3	2,5	88%	12%	44	13,4	14,4	16,9
121	200	199	142	126	113,3	2,8	92%	1%	57	16	9,9	12,7
122	200	194	138	131	118,9	4	94%	3%	56	7	8,1	12,1
123	200	197,5	143,6	136,6	127,8	0,6	94%	1%	53,9	7	8,2	8,8
124	200	198	142	124	114,6	2	94%	1%	56	18	7,4	9,4
125	200	198,5	149,4	136,6	127,5	0,6	94%	1%	49,1	12,8	8,5	9,1
126	200	198,6	128	108	100,8	0,9	94%	1%	70,6	20	6,3	7,2
127	200	196,6	193	127,4	110,2	1,8	88%	2%	3,6	65,6	15,4	17,2
128	200	197,4	150,7	133,2	120	3,2	92%	1%	46,7	17,5	10	13,2
129	200	197,7	146	137,7	126,4	1,3	93%	1%	51,7	8,3	10	11,3
130	200	195,5	138	105	94,3	1,3	91%	2%	57,5	33	9,4	10,7
131	200	198,7	142,8	131	122,3	1,2	94%	1%	55,9	11,8	7,5	8,7
132	200	198	136	112,9	98,9	1,4	89%	1%	62	23,1	12,6	14
133	200	199,3	147,3	132,3	122,1	2,4	94%	0%	52	15	7,8	10,2
134	200	193	140	113	76	1,2	68%	4%	53	27	35,8	37
135	200	197	150	131	121,2	1,9	94%	2%	47	19	7,9	9,8
136	200	198	142,9	124,8	114,9	1,7	93%	1%	55,1	18,1	8,2	9,9

## **ANEXO 5. Tabla CIAT(1983)**

Aplicación de la escala CIAT para altura de planta.

<b>Clasificación</b>	<b>Categorías</b>
1	Menos de 100 cm planta semienanas.
5	101-130 cm Intermedias.
9	Más de 130 cm altas.

FUENTE: CIAT

## ANEXO 6. Datos generales

Departamento: Matagalpa Municipio: \_\_\_\_\_

Localidad : \_\_\_\_\_ Nombre de la  
finca: \_\_\_\_\_ Nombre del productor: \_\_\_\_\_

Fecha de siembra: \_\_\_\_\_ Fecha de cosecha: \_\_\_\_\_

Ciclo de siembra/año: \_\_\_\_\_

### II. Características Edafoclimáticas

a) Altitud: \_\_\_\_\_ (m.s.n.m) b) T° media anual (°C): \_\_\_\_\_

d) Coordenadas: Latitud \_\_\_\_\_, Longitud \_\_\_\_\_

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

## ANEXO 7. Fotografías del experimento



Fuente: Propia

**Fertilización nitrogenada a los 15 días después de establecido el experimento**



## **Toma de datos, en la variable folración**



Fuente: Propia



Fuente: propia

Fertilización del cultivo a los 45 días después de germinación, con urea y muriato de potasio.

## Toma de datos de altura y excursión



Fuente: propia



Fuente: propia

Uso de prelimpiadora en el laboratorio de TAINIC, para limpiar el grano de los residuos de la cosecha.



Fuente: propia

Trilladora y pulidora

**Seleccionadora de arroz entero/quebrado**



Fuente: Propia

**Muestra de los 36 tratamientos en arroz oro**



Fuente: propia

## ANEXO 8. Tablas de análisis de varianza (ANDEVA)

En los resultados de investigación fue necesario el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), Coeficiente de variación (CV) Y el P-Valor de los tratamientos

### Variable días a floración

Variable	N	$R^2$	$R^2$ Aj	CV
DAF	108	0,82	0,65	4,79

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4569,91	52	87,88	4,77	<0.0001
ENTRY	4400,85	35	125,74	6,83	<0.0001
REP	30,13	2	15,06	0,82	0,4466
REP>BLOCK	138,93	15	9,26	0,5	0,9286
Error	1012,94	55	18,42		
Total	5582,85	107			

### Variable altura de la planta

Variable	N	$R^2$	$R^2$ Aj	CV
PLTHGT	108	0,72	0,46	4,72

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2160,85	52	41,55	2,72	0,0002
ENTRY	1909,68	35	54,56	3,57	<0.0001
REP	81,69	2	40,84	2,67	0,0781
REP>BLOCK	169,48	15	11,3	0,74	0,7347
Error	840,61	55	15,28		
Total	3001,46	107			

### Variable longitud de panícula

Variable LP	N 108	R <sup>2</sup> 0,66	R <sup>2</sup> Aj 0,34	CV 6,57
----------------	----------	------------------------	---------------------------	------------

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	222,64	52	4,28	2,05	0,0047
ENTRY	185,11	35	5,29	2,53	0,001
REP	11,27	2	5,63	2,7	0,0762
REP>BLOCK	26,26	15	1,75	0,84	0,6317
Error	114,76	55	2,09		
Total	337,4	107			

### Variable macollamiento

Variable Mac	N 108	R <sup>2</sup> 0,7	R <sup>2</sup> Aj 0,41	CV 11,68
-----------------	----------	-----------------------	---------------------------	-------------

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	49394,2	52	949,89	2,44	0,0007
ENTRY	33392,25	35	954,06	2,45	0,0014
REP	2281,51	2	1140,76	2,92	0,0621
REP>BLOCK	13720,44	15	914,7	2,34	0,0112
Error	21454,55	55	390,08		
Total	70848,75	107			

### Variable rendimientos kg/ha

Variable GRNYLD	N 108	R <sup>2</sup> 0,76	R <sup>2</sup> Aj 0,53	CV 13,58
--------------------	----------	------------------------	---------------------------	-------------

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	264644852	52	5089324,07	3,31	<0.0001
ENTRY	230422293	35	6583494,08	4,29	<0.0001
REP	16876612,3	2	8438306,13	5,5	0,0067
REP>BLOCK	17345946,6	15	1156396,44	0,75	0,7206
Error	84444820,7	55	1535360,38		
Total	349089672	107			

### Variable peso de mil granos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PMG	108	0,76	0,53	6,88

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	546,72	52	10,51	3,36	<0.0001
ENTRY	508,73	35	14,54	4,65	<0.0001
REP	4,2	2	2,1	0,67	0,515
REP>BLOCK	33,79	15	2,25	0,72	0,7537
Error	172,04	55	3,13		
Total	718,76	107			

### Variable excersión

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Excersión	108	0,7	0,42	62,95

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	59,07	52	1,14	2,47	0,0006
ENTRY	37,71	35	1,08	2,35	0,0022
REP	12,07	2	6,03	13,14	<0.0001
REP>BLOCK	9,29	15	0,62	1,35	0,2067
Error	25,25	55	0,46		
Total	84,32	107			

