



Universidad  
Nacional  
Francisco Luis  
Espinoza Pineda

**Informe final de investigación para optar al título de Ingeniero  
Agropecuario**

**Densidades de siembra de arroz (*Oryza sativa L*) variedad  
Lazarroz FL, con cuatro fuentes de fertilizantes en la  
Finca El Espigón Ciudad Darío, Matagalpa 2024**

**Autor**

Samuel Constantino Herrera López

José Carlos Torres Torres

**Tutor**

M.Sc. Didier Gabriel Matey Fajardo

Estelí, agosto de 2025



Este informe final de investigación fue aceptado en su presente forma por la Oficina de Investigación de la Dirección de Ciencias Agropecuarias (DCA) de la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda (UNFLEP) y aprobado por el Honorable Comité Evaluador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título de: **INGENIERO AGROPECUARIO.**

### **Tutor**

M.Sc. Didier Gabriel Matey Fajardo

### **Miembros del Comité**

Ing. Richard Ali Valenzuela Betanco

Ing. Gicella de los Ángeles Cano Zelaya

Ing. Byron Uriel Rojas Valverde

### **Sustentantes**

Br. Samuel Constantino Herrera López

Br. José Carlos Torres Torres

# ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
ÍNDICE DE TABLAS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES .....	2
III. JUSTIFICACIÓN .....	3
IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
V. OBJETIVOS .....	5
5.1. Objetivo general.....	5
5.2. Objetivos específicos .....	5
VI. LIMITACIONES .....	6
VII. MARCO TEÓRICO .....	7
7.1. Granos Básicos .....	7
7.2. Descripción botánica (origen y botánica).....	8
7.3. Órganos Vegetativos.....	8
7.4. Órganos Reproductores .....	10

7.5. Requerimientos nutricionales .....	10
7.6. Preparación de suelo .....	13
7.7. Requerimientos edafoclimáticos.....	14
7.8. Lazarroz FL.....	15
7.9. Carta tecnológica del cultivo .....	19
VIII. HIPÓTESIS .....	23
IX. DISEÑO METODOLÓGICO .....	24
9.1. Ubicación geográfica.....	24
9.2. Enfoque alcance de la investigación.....	24
9.3. Nivel de amplitud.....	24
9.4. Descripción de unidad de análisis experimental.....	24
9.5. Definición de variables con su operacionalización .....	26
9.6. Diseño experimental .....	28
9.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos. ....	29
9.8. Procesamiento de análisis de datos.....	29
9.9. Consideraciones éticas.....	29
X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
10.1. Crecimiento y desarrollo Fisiológico de la planta.....	30
10.2. Rendimientos de la variedad Lazarroz FL.....	33
10.3. Relación beneficio costo.....	37
XI. CONCLUSIONES .....	38
XII. RECOMENDACIONES.....	39

XIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	40
XIV.	ANEXOS .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Extracción de macronutrientes .....	20
<b>Tabla 2.</b> Principales abonos utilizados .....	21
<b>Tabla 3.</b> Definición de variables con su operacionalización .....	26
<b>Tabla 4.</b> Datos de insumos y costos por manzana .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Plantas en dos metros <sup>2</sup> .....	30
<b>Figura 2.</b> Altura de las plantas.....	31
<b>Figura 3.</b> Tamaño del sistema radicular (cm).....	32
<b>Figura 4.</b> Rendimientos por tratamiento.....	33
<b>Figura 5.</b> Peso de 1000 granos de semilla (gr) .....	34
<b>Figura 6.</b> Plantas cosechadas en dos metros <sup>2</sup> .....	35
<b>Figura 7.</b> Espigas llenas/Panoja.....	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Anexo 1.</b> Ubicación geográfica del estudio .....	45
<b>Anexo 2.</b> Hoja de campo .....	46
<b>Anexo 3.</b> Distribución de los tratamientos en campo.....	47
<b>Anexo 4.</b> Estudio de suelo de la finca. ....	48
<b>Anexo 5.</b> Cálculo de las dosis .....	48
<b>Anexo 6.</b> Galería fotográfica .....	49
<b>Anexo 7.</b> Análisis Estadísticos .....	51

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo especialmente a Dios por haberme dado el don de la vida, salud y sabiduría, entendimiento, motivación y perseverancia en mis momentos donde sentía que no podía seguir adelante en hacer posible este momento.

A mis padres: Samuel Constantino Herrera Mansell un hombre sabio, derecho con valores y mi único ejemplo a seguir esta vida y Karla Edelmira López Obando una mujer clara y justa que me motivaba a seguir adelante por más difícil que fuese el camino. Bendecido por haberme dado todo en esta vida, motivación, confianza, las ganas de seguir en esta profesión.

A mi hermano: Carlos Iván Herrera López pilar fundamental en mi formación profesional, tanto de manera económica y como impulsor motivacional durante mi carrera y en mis inicios, con sus consejos, dedicación y perseverancia en esta vida.

A mis tíos tanto por parte de mi padre como de mi madre, agradezco por todo lo que hicieron por mí, por su motivación y las ganas de seguir adelante y por haberme ayuda económicamente y a mi querida abuela Sara María Mansell por darme todo lo que tuvo a su alcance desde niño se lo agradezco.

***Samuel Constantino Herrera López.***

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo con profunda gratitud y devoción a **Dios**, fuente inagotable de vida, salud, sabiduría, entendimiento, motivación y perseverancia. En los momentos en que sentí que ya no podía continuar, Tu presencia me fortaleció y guio cada paso hacia este logro significativo.

A mis padres, pilares de mi vida: José Marvin Torres González, hombre íntegro, lleno de valores, sabiduría y rectitud. Tu ejemplo firme y constante ha sido la base de mi carácter; gracias por enseñarme a ser fuerte, justo y persistente. Imelda Torres Martínez, mujer clara, justa, amorosa y sabia. Tu apoyo incondicional, tus palabras alentadoras y tu confianza en mí me impulsaron a avanzar incluso cuando el camino parecía difícil e inaccesible. Gracias por transmitirme amor, seguridad y el deseo de superación en esta profesión.

A mis hermanos: Janilda Torres, tu cariño, constancia y entrega familiar han sido una fuente constante de inspiración. Gracias por tu respaldo emocional, por tus palabras de aliento y por estar siempre presente, ayudándome a fortalecer mis principios y valores. Marvin José Torres, hermano querido y compañero leal, agradezco tu impulso motivacional y tu firme apoyo en cada etapa de este camino. Gracias por creer en mí, por tus consejos, tu dedicación y por construir juntos recuerdos que me dan fuerza en la vida y en lo profesional.

Me siento inmensamente bendecido por contar con una familia tan especial. Ustedes me han entregado aquello que no se mide en palabras: amor, confianza, motivación y la convicción profunda de avanzar con fe, responsabilidad y perseverancia.

***José Carlos Torres Torres***

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios**, sobre todas las cosas por haberme guiado en esta magnífica y respetada profesión tan importante, por la salud y felicidad durante este largo camino.

A mis padres que sacrificaron tanto y sus ganas para así yo seguir adelante sin importar las adversidades en el camino.

A todos los profesores, que me transmitieron todas sus enseñanzas que hoy en día en mi trabajo me están siendo de mucha utilidad, sus consejos y valores son algo que siempre estaré agradecido con ellos, excelentes personas muy sabias y pacientes al momento de educar siempre estaré agradecido.

A la universidad que me recibió con los brazos abiertos cuando empecé mi profesión, una universidad que ya no existe, pero siempre vivirá en mi mente, muy prestigiosa llena de profesionales rectos y sabios, todo mi conocimiento se lo debo a ese hogar de enseñanza y formadora de carácter profesional.

A todas aquellas personas que de forma directa e indirecta incidieron en mi etapa de formación de profesional.

***Samuel Constantino Herrera López***

## AGRADECIMIENTO

Quiero elevar mi sincero agradecimiento a **Dios**, por ser la luz que ha iluminado mi camino profesional. mi guía, fortaleza y sabiduría fueron pilares fundamentales durante este proceso; sin Tu presencia, nada de esto hubiera sido posible.

A mis amados **padres**, quienes, con su amor incondicional, sacrificio y ejemplos de vida, me enseñaron el verdadero sentido de la perseverancia y los valores. Su confianza y entrega me impulsaron a seguir adelante en los días más difíciles.

A todos los **profesores** que me brindaron su conocimiento, paciencia y orientación, gracias por haberme mostrado el camino y transmitirme los principios que hoy guían mi desempeño profesional. Su dedicación dejó una huella imborrable en mi formación.

*José Carlos Torres Torres*

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la Finca El Espigón, ubicada en Ciudad Darío, Matagalpa, durante el ciclo agrícola 2024, con el objetivo de evaluar el comportamiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), variedad Lazarroz FL, bajo diferentes densidades de siembra y cuatro fuentes de fertilización. Las variables analizadas fueron: número de plantas por 2 m<sup>2</sup>, número de plantas cosechadas, número de espigas llenas por panoja y el porcentaje de llenado en 96%. Se utilizó el diseño de bloque completamente al azar (BCA), con arreglo factorial 2m × 2m, resultando en 4 bloques por tratamiento para un total de 16 unidades experimentales. Cada bloque tuvo dos metros de largo y dos de ancho. La investigación es de corte transversal ya que se realizó en un periodo de tres meses que correspondieron a la etapa de campo y recolección de los datos. En los resultados se encontró diferencias significativas para las variables de número de plantas por dos metros cuadrados en tratamiento 3, mostrando una diferencia estadística en relación al con un p-Valor de 0.0005, en cuanto al porcentaje de espigas llenas quien mostró mejores resultados fue el tratamiento 4 con un porcentaje de espigas llenas de 96, y un p-Valor de 0.0423 para los tratamientos. Las demás variables no presentaron diferencias estadísticas. Se concluye que no existe un único tratamiento que haya sobresalido en todas las variables, lo que demuestra la importancia de considerar múltiples indicadores al momento de tomar decisiones agronómicas. El tratamiento 4 se perfila como el más eficiente desde el punto de vista del rendimiento final, mientras que el tratamiento 3 destaca por su vigor inicial y establecimiento.

**Palabras claves:** fuentes de fertilización, plantas, espigas, rendimiento, vigor.

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza Sativa L*) es el principal alimento para más de la mitad de la población global. Aunque ocupa una vasta extensión de terreno para su cultivo y muchas personas dependen de su cosecha, su relevancia es mayor aún. A nivel mundial, es el segundo cultivo en cuanto a superficie cosechada, después del trigo. Sin embargo, cuando se considera su papel en la alimentación, más del 40% de la población mundial obtiene el 80% de su dieta del arroz (*Oryza Sativa L*), aportando alrededor del 20% de las calorías consumidas por persona en el planeta. (Cuadra., 2009-2013).

Con casi 3,000 millones de personas que comparten la cultura, tradiciones y el potencial no explotado del arroz, su producción mundial ha crecido de manera muy moderada. Más del 90% de esta producción se concentra en Asia, con China e India suministrando más de la mitad del arroz global (51.2%). Brasil es el mayor productor fuera de Asia, representando el 2.2% de la producción mundial, seguido de Estados Unidos con un 1.6%. América Latina y el Caribe, excluyendo a Brasil, contribuyen con un 2%, mientras que los 27 países de la Unión Europea solo producen el 0.4%, siendo Italia y España los mayores productores en la región, con el 50% y 33% respectivamente. (Cuadra., 2009-2013).

Por tanto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar cuatro densidades de siembra de arroz (*Oryza Sativa L*), variedad Lazarroz FL, con cuatro fuentes de fertilizantes a base de fósforo y zinc, bajo condiciones de riego de inundación en la finca El Espigón Ciudad Darío, Matagalpa 2024

## II. ANTECEDENTES

Mendez. R, (2015) en estudio realizado en Uruguay planteo la investigación de “Manejo alternativo de fósforo en arroz”. Los registros de las variables evaluadas en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L*), no mostraron alteraciones significativas como resultado de los tratamientos de anticipación aplicados y localización. Se notó un efecto positivo en la producción del raigrás el cultivo que precedía al arroz (*Oryza Sativa L*), junto con las aplicaciones de 150 y 90 días antes de la siembra se lograría los niveles óptimos para el cultivo de arroz.

Danna, (2019) en el municipio de Piedras – Tolima, Colombia indagó en la “Evaluación de los micro elementos Zinc, y Manganeso, como en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L*), de las variedades Fedearroz 67, Fedearroz 68 y Oryzica, se busca evaluar el efecto de un enraizante aplicando cinco tratamientos con cuatro microelementos Zn, Cu, Mg, Mn. El objetivo es verificar cómo responden las raíces de estas variedades confrontado con un testigo necesario, por lo cual regulará las varias enzimas y evaluar el desarrollo radicular.

Moreno, (2004) en la Ciudad de Darío, Matagalpa en estudio realizado sobre La evaluación del Sistema de Intensificación de arroz en el cultivo de (*Oryza Sativa L*). Se realizó comparando su desempeño con dos sistemas tradicionales de siembra bajo condiciones de riego, realizó un análisis económico para los diferentes sistemas. Los resultados tuvieron mejor comportamiento en el SRI con respecto a las variables de desarrollo y crecimiento.

Danis (2019) llevó a cabo en la ciudad de Sébaco, Matagalpa, la evaluación sobre líneas de arroz (*Oryza sativa L.*) con alto contenido de zinc se centra en su adaptación a condiciones de riego en el sistema TAINIC. Los principales resultados indicaron que los tratamientos de mayores genotipos mostraron los mayores rendimientos productivos, fueron el tratamiento 7 (CT22089-20P-1SR-1P-1SR) con 11,186.72 kg/ha y el tratamiento 10 (CT22089-5P-4SR-6P-3S) con 11,288.88 kg/ha, respectivamente. Los componentes productivos fueron fundamentales para alcanzar estos altos rendimientos en los genotipos.

### III. JUSTIFICACIÓN

Lo que es densidad de siembra hoy en día ocurre por muchos factores, tanto biológicos como por la mano del hombre puede llegar a influir de una gran manera, la importancia que tiene dentro del trabajo del agricultor es importante ya que va de la mano con el rendimiento que se desea obtener, no solo en el cultivo de arroz si no en cualquier producción que este dentro de la categoría de granos básicos. La problemática en esto incide al momento de la siembra ya que el agricultor no está al tanto de los diversos factores que ocasionan una baja densidad, esto se verá influenciado por la germinación de la semilla, el potencial de macollamiento de la variedad, el sistema de siembra utilizado otras causas pueden ser las condiciones de siembra si son óptimas o no, la fecha de siembra, la región, el tipo de suelo incluso hasta el mismo manejo del agricultor.

Se habla de densidad de siembra al porcentaje de semillas germinadas después de haber transcurrido la etapa o la temporada de siembra en un metro cuadrado dentro de la parcela del cultivo del arroz o cualquier otro grano básico dicho esto se necesita una densidad de siembra positiva para que así los resultados de la producción sean óptimos para el agricultor y todo esto con la información técnica necesaria, tener conocimiento sobre el tema de la densidad es importante tanto para pequeños agricultores de arroz tanto para los grandes agricultores porque así obtendrán producciones óptimas ya que algunos subsisten de la producción de este cultivo, el motivo de esta investigación es condicionar información sobre el tema de la investigación. Cabe mencionar que la densidad de siembra recae en la parte agrícola ya que el arroz consta de dos partes, la parte agrícola y la parte industrial.

Esta investigación brindará información a pequeños agricultores en el país ya que no todos disponen del servicio de un ingeniero o de un técnico ya que su conocimiento se basa en sus años de experiencia dentro del área de campo.

#### IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Nicaragua es el mayor productor de arroz (*Oryza Sativa L*), en América Central, pero la producción ha sido afectada por el comportamiento agronómico de las variedades cultivadas, además presenta baja resistencia a enfermedades, es importante señalar que el fósforo y el zinc son fertilizantes para la nutrición de la planta, favoreciendo el macollaje y desarrollo después de su germinación y los factores de la producción deben ser considerados como un factor clave para incrementar los rendimientos (José Margarito Mendoza Díaz S. E., 2018).

A partir de lo anterior se formularon las siguientes preguntas:

¿Qué efecto tienen los diferentes niveles de fósforo y zinc sobre el rendimiento y el comportamiento agronómico en la variedad Lazarroz FL en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L*), evaluadas bajo las condiciones de riego en la finca El Espigón, Darío, Matagalpa, 2024?

¿Cuál es la interacción entre los niveles de fósforo y zinc y la variedad evaluada?

¿Cuáles son los niveles óptimos de fósforo y zinc para garantizar un mayor rendimiento productivo en la variedad de estudio?

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Evaluar cuatro densidades de siembra de arroz (*Oryza Sativa L*), variedad Lazarroz FL, con cuatro fuentes de fertilizantes en la finca El Espigón Ciudad Darío, Matagalpa 2024

### **5.2. Objetivos específicos**

Determinar el efecto de cuatro densidades de siembra con cuatro fuentes de fertilizantes a base de fósforo y zinc sobre las variables de crecimiento y desarrollo en la variedad Lazarroz FL.

Identificar el potencial de rendimiento de la variedad Lazarroz FL, usando cuatro densidades de siembra con cuatro fuentes de fertilizantes a base de fosforo y zinc.

Realizar análisis de costos de los tratamientos al usar cuatro densidades de siembra con cuatro fuentes de fertilizantes a base de fosforo y zinc.

## VI. LIMITACIONES

Una de las limitaciones que se puede presentar en esta investigación es la de la variabilidad ambiental, las condiciones climáticas y del suelo pueden variar significativamente a lo largo de la investigación y el espacio, lo que puede afectar el rendimiento del cultivo. Esta variabilidad puede dificultar la atribución de diferencias en el rendimiento solo a las densidades de siembra y las fuentes de fertilizantes.

Otra limitación importante que puede presentarse en la evaluación de densidades de siembra y fuentes de fertilizantes en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L*), es la falta de uniformidad en la aplicación de los tratamientos. Esto puede incluir variaciones en la distribución de fertilizantes, la profundidad de siembra y la distancia entre semillas, entre otros aspectos.

Existe también el factor de falta de asesoramiento, ya que esto retrasaría el proceso de investigación convirtiéndose en una limitación importante a considerar.

## VII. MARCO TEÓRICO

En el marco teórico se llevarán a cabo conceptos generales sobre el cultivo y manejo agronómico del arroz (*Oryza Sativa L*).

### 7.1. Granos Básicos

Los granos básicos como fuente sostenible de la alimentación de los pobladores centroamericanos, son importantes, ya que garantizan la seguridad alimentaria de las familias más pobres también generan un nivel de ingreso que le garantiza estabilidad económica al productor (Lanzas Ceas & Reñazco, 2016).

#### **Arroz**

Es la semilla de la planta (*Oryza Sativa L*), es de origen asiático y se cultiva en las aéreas tropicales y subtropicales del mundo, este cereal es el más importante seguido del frijol y maíz. Es un componente básico para más de la mitad de la población del mundo, este contiene carbohidratos, pero el contenido de proteínas es bajo, esta es una deficiencia que los investigadores en el transcurso del tiempo han tratado de corregir esta deficiencia (Br.Kenia, 2016).

El cultivo del arroz (*Oryza Sativa L*), en Nicaragua muestra debilidad y beneficios muy bajos y escasos competidores. Las producciones son los más bajos en américa central. En esta región, el intermedio es de 3.1 t/ha, en tanto que en Nicaragua es de 2.5 t/ha debido a las condiciones tecnológicas que incurren en la competitividad. Constituye el 11% del PIB agrícola nacional y genera cerca de 30,000 empleos por año, gracias a unos 17,167 productores que cultivan alrededor de 134,000 manzanas. De esta superficie, el 60% se cultiva en condiciones de secano, sobre todo en pequeñas parcelas de menos de 5 hectáreas, destinadas al autoconsumo y a la comercialización local a pequeña escala.

Por otro lado, el 40% se cultiva bajo condiciones de riego, utilizando tecnología más avanzada, aunque con una producción inferior a la esperada en paralelo con otras técnicas de riego con mejor tecnología, pero menos productiva que lo esperado en términos comparativos (Br.Kenia, 2016).

## **7.2. Descripción botánica (origen y botánica)**

### **Morfología General**

El arroz (*Oryza Sativa L*), es una gramínea anual que presenta tallos redondos y huecos, formados por nudos y entrenudos. Sus hojas son de lámina plana y están unidas al tallo a través de una vaina. La inflorescencia del arroz se presenta en forma de panícula. El volumen del cultivo varía de 0.4m (enanas) hasta de 7.0m (flotantes). Para los propósitos de esta descripción los órganos de la planta se han dividido en dos grupos: A) granos vegetativos: raíces, tallos y hojas. B) granos reproductores: espigas y granos (CIAT, 2005).

## **7.3. Órganos Vegetativos**

### **Raíz**

Durante su desarrollo la planta tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes. Las raíces seminales, poco ramificadas, sobreviven corto tiempo después de la germinación, siendo luego reemplazadas por las raíces adventicias o secundarias, las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes.

En los primeros estados de crecimiento, las raíces de la planta de arroz (*Oryza Sativa L*), son de color blanco, poco ramificadas y relativamente gruesas. A medida que la planta se desarrolla, estas raíces se alargan, se vuelven más delgadas y flácidas, y comienzan a ramificarse de manera abundante. La punta de las raíces está protegida por una masa de células que tiene una forma similar a la de un dedal, lo que facilita su penetración en el suelo. Las raíces adventicias maduras son fibrosas y muestran raíces secundarias y pelos radicales, creando frecuentemente verticilos a partir de los nudos, que se encuentran sobre la superficie del suelo (CIAT, 2005).

## **Tallo**

El tallo es una estructura erecta, de forma cilíndrica y compuesta por un número variable de nudos. La parte del tallo situada entre los nudos es hueca y presenta estrías finas, y se denomina entrenudo. En cuanto al crecimiento vegetativo, la unidad básica y repetitiva del desarrollo del tallo se funda en el concepto de fitómetro.

Esta unidad se concreta como un entrenudo que crea una hoja en su parte superior, una yema de macollo en la parte inferior, y raíces en la parte superior e inferior. Así cada tallo está formado por nudos y entrenudos. El nudo es la parte compacta del tallo donde se adhiere la base de la vaina de la hoja. La formación y expansión de un entrenudo hueco sobre la corona da origen al tallo, estableciendo su longitud y, en parte, la altura de la planta. (Mario Paredes C., 2020)

## **Hoja**

Las hojas de la planta se generan de manera repetitiva como órganos laterales del meristema apical del tallo. El desarrollo de la hoja es un transcurso complejo que abarca la división y expansión celular, la determinación del eje, la diferenciación y la especificación de los tejidos. (Itoh et al., 2005). Las hojas de la planta se distribuyen de manera alterna a lo largo del tallo y están compuestas por tres elementos: (Mario Paredes C., 2020)

## **Vaina**

La vaina es la parte proximal de la hoja que envuelve el ápice del tallo y las hojas nuevas, protegiéndolas de posibles daños físicos. Se adhiere al nudo en su parte basal y actúa como soporte durante la etapa vegetativa de la planta. Además, la vaina sirve como un lugar de depósito de almidón y azúcar antes de la emergencia de la panoja.

## **Cuello**

El cuello es el límite de unión entre la lámina y la vaina de la hoja, pudiendo tener un color verde o púrpura. En esta región se encuentran la lígula y la aurícula, que son estructuras importantes para la funcionalidad de la hoja.

## **Lámina**

La lámina es la región distal de la hoja, señalada por ser larga y lanceolada. Posee venas paralelas y su superficie puede ser pubescente (con pelos) o glabra (sin pelos). La lámina es el órgano principal para la fotosíntesis y la transpiración de la planta. Su longitud aumenta a medida que se encuentra en posiciones más altas de la planta. (Mario Paredes C., 2020).

## **7.4. Órganos Reproductores**

### **Flores**

Las flores de arroz (*Oryza Sativa L*), son de color verde blanquecino y se disponen en espiguillas. El conjunto de estas espiguillas forma una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración. Esta estructura es fundamental para la producción de granos, ya que alberga las flores que se fertilizarán y darán origen a los granos de arroz. (Enrique, 2018).

### **Semilla**

Los granos se pueden clasificar según su longitud de la siguiente manera:

Extra largo (EL): granos que miden de 7,6 mm o más.

Largo (L): granos que miden de 7,5 mm a 6,6 mm.

Medio (M): granos que miden de 6,5 mm a 5,6 mm.

Corto (C): granos que miden de 5,5 mm o menos (CIAT, 2005).

## **7.5. Requerimientos nutricionales**

### **Fósforo**

El fósforo (P) es un componente esencial de la adenosina trifosfato (ATP), nucleótidos, ácidos nucleicos y fosfolípidos. Sus principales funciones incluyen el transporte y almacenamiento de energía, así como el mantenimiento de la integridad de la membrana celular. El fósforo es móvil dentro de la planta y desempeña un papel crucial en el macollamiento, el desarrollo de las raíces, la floración temprana y la maduración, especialmente en condiciones de baja temperatura. Es particularmente importante en las

primeras etapas de crecimiento de la planta. Por lo tanto, se recomienda aplicar fertilizantes fosfatados cuando el sistema radicular de la planta de arroz (*Oryza Sativa L*), aún no está completamente desarrollado y el contenido de fósforo nativo en el suelo es bajo.

El fósforo (P) es movilizado dentro de la planta durante las etapas posteriores de crecimiento si se ha absorbido suficiente f durante las fases iniciales. (Fairhurst A. D., 2002).

Las plantas de arroz (*Oryza Sativa L*), que sufren deficiencia de fósforo (P) tienden a ser más pequeñas y muestran un macollamiento muy limitado. Sus hojas son más estrechas, pequeñas y erectas, con un color verde oscuro. Los tallos se vuelven delgados y alargados, lo que retrasa el desarrollo de la planta. Además, se reduce el número de hojas, panojas y la cantidad de granos por panoja. Aunque las hojas jóvenes pueden parecer sanas, las hojas viejas adquieren un tono parduzco y mueren.

En variedades que tienden a producir antocianinas, las hojas pueden presentar colores rojizos o púrpuras. Cuando la deficiencia de fósforo se combina con una falta de nitrógeno (N), las hojas adquieren un color verde pálido. Es importante destacar que es difícil detectar una deficiencia moderada de fósforo en el campo. A menudo, esta deficiencia se asocia con otros problemas nutricionales, como la toxicidad de hierro (Fe) en suelos de bajo pH, deficiencia de zinc (Zn), deficiencia de hierro (Fe) así como condiciones de salinidad y alcalinidad del suelo. (Fairhurst A. D., 2002).

### **Potasio**

El potasio (K) es un nutriente esencial que facilita diversos procesos normales en la planta. Algunas de sus funciones incluyen la osmoregulación, la activación de enzimas, la regulación del pH y el balance entre aniones y cationes en las células. Además, el potasio regula la transpiración a través de los estomas y la carga de asimilados (productos de la fotosíntesis) hacia los granos. También fortalece las paredes celulares y está involucrado en la lignificación de los tejidos escleróticos, el potasio (K) incrementa el área foliar y el contenido de clorofila, retrasa la senescencia y, por lo tanto, contribuye a una mayor fotosíntesis y al crecimiento del cultivo. A diferencia del nitrógeno (N) y el fósforo (P), el potasio no tiene

un impacto característico en el macollamiento. No obstante, su presencia es crucial, ya que aumenta el número de granos por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de 1000 granos. (Fairhurst, Achim, & Thomas, 2001).

La deficiencia de potasio (K) resulta en acaparamiento en la planta de azúcares lábiles de bajo peso molecular, amino ácidos y aminos que son una buena fuente de alimento para los patógenos que atacan las hojas. Por otro lado, el potasio mejora el aguante de la planta a condiciones climáticas adversas, al acame y al ataque plagas.

Los síntomas de deficiencia tienden a aparecer primero en las hojas viejas, debido a que el K es móvil dentro de la planta y se transluce de las hojas en senescencia a las hojas jóvenes. A menudo, la respuesta en rendimiento a la aplicación de K solamente se observa cuando el suplemento de otros nutrientes, especialmente N y P es suficiente. (Fairhurst, Achim, & Thomas, 2001).

Los síntomas de deficiencia de K en arroz (*Oryza Sativa L*), aparecen como plantas de color verde oscuro que tienen hojas con márgenes de color amarillo parduzco o puntos necróticos. Estos síntomas aparecen primero en las puntas de las hojas viejas (Fairhurst, Achim, & Thomas, 2001).

## **Zinc**

El zinc (Zn) es un elemento con poca movilidad dentro de la planta, pero desempeña numerosas funciones críticas. La estructura y funcionalidad de muchas enzimas dependen de la presencia de zinc en la planta, ya que aproximadamente 2,800 proteínas requieren zinc para su síntesis y actividad. El zinc es esencial para la síntesis de carbohidratos durante la fotosíntesis y en la transformación de azúcares en almidón. Además, el zinc participa en el metabolismo hormonal al regular los niveles de auxinas mediante la síntesis del aminoácido triptófano. Durante los procesos de maduración y producción de semillas, el zinc favorece la formación y fertilidad del polen. Por esta razón, la deficiencia de zinc afecta más el rendimiento del grano que el desarrollo vegetativo de la planta. También contribuye al

mantenimiento de la integridad de las membranas celulares y proporciona tolerancia a las plantas frente a patógenos, especialmente los que se encuentran en el suelo. (Fertilab, 2015).

## **7.6. Preparación de suelo**

En el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L*), la preparación de tierras se realiza con tracción animal o mecánica, Una adecuada preparación del suelo favorece la reducción de las pérdidas de agua y nutrientes por lixiviación, percolación e infiltración. Además, permite un mejor control de las malezas y disminuye la incidencia de plagas. Esto impide el desarrollo agresivo de esta lo que resulta en una menor competencia con el cultivo de arroz y, en consecuencia, se logran mejores rendimientos. (DICTA, 2003).

### **Preparación de suelos en condiciones de suelo seco**

El arado en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L*), se recomienda solo en tierras nuevas o compactadas para mejorar el crecimiento de raíces y al final de la cosecha en cultivos de secano. No se debe usar en terrenos nivelados, ya que puede dañar la nivelación y causar encharcamientos que afecten la germinación y la cosecha. (DICTA, 2003).

### **Preparación de suelos en condiciones de fangueo o bajo inundación**

La preparación de tierras bajo condiciones de inundación o de fangueo, se recomienda cuando se cuenta con el equipo necesario de fangueo y se tiene un sistema de riego o infraestructura necesaria para mantener una lámina de agua permanente en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L*). O sea que, para la preparación de tierras por este sistema se requiere que el terreno cuente con una infraestructura de melgas a cero desniveles para el control y manejo del agua de riego. El sistema de fangueo se recomienda para la producción de semilla o bien para la producción de granza de buena calidad para consumo. Sin embargo, el fangueo es más costoso que las siembras en seco. Las siembras por transplante o al voleo con semilla pregerminada son favorables y recomendables con el sistema de preparación de suelo por fangueo. (DICTA, 2003).

## 7.7. Requerimientos edafoclimáticos

### Clima

El arroz es un cultivo tropical y subtropical, aunque su mayor producción a nivel nacional se concentra en las zonas de climas húmedos tropicales, también puede ser cultivado en regiones de clima cálido. El área de cultivo abarca desde los 49-50° de latitud norte hasta los 35° de latitud sur, y se cultiva desde el nivel del mar hasta altitudes de 2,500 metros sobre el nivel del mar. Las precipitaciones juegan un papel crucial en el sistema y las técnicas de cultivo, especialmente en las tierras altas, donde la variabilidad de las lluvias tiene un mayor impacto en las prácticas agrícolas y en el rendimiento del cultivo de arroz. (Mairena., 2018).

### Temperatura

El calor acelera los procesos biológicos en el arroz (*Oryza Sativa L*), haciendo que la temperatura y sus variaciones sean cruciales para su crecimiento. Para germinar, necesita al menos 10-13 °C, siendo óptima entre 30 y 35 °C; por encima de 40 °C, no germina. En el ahijamiento, la temperatura del agua es más relevante, con un rango óptimo de 30-32 °C. Durante la floración, las temperaturas ideales son de 22 a 32 °C, ya que las bajas pueden retrasar la fecundación. Para la maduración, se requiere aproximadamente 25 °C. Las altas temperaturas nocturnas aumentan la respiración, consumiendo las reservas acumuladas durante el día. (Mairena., 2018).

### Suelo

El arroz (*Oryza Sativa L*), se cultiva en una amplia variedad de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, siendo más común en suelos de textura fina y media de zonas inundadas y deltas. Los suelos finos, aunque difíciles de trabajar, son más fértiles por su mayor contenido de arcilla y nutrientes. La textura del suelo es clave para el manejo del riego y los fertilizantes, ya que afecta la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes. (José Margarito Mendoza Díaz S. E., 2018).

## **pH**

El pH óptimo para el arroz (*Oryza Sativa L*), es 6.6, ya que en este nivel la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica es alta, al igual que la disponibilidad de fósforo. Además, las concentraciones de sustancias que interfieren con la absorción de nutrientes, como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, se mantienen por debajo de niveles tóxicos. (José Margarito Mendoza Díaz S. E., 2018).

## **Densidad de semilla**

En suelos recién cosechados, caen unos 100 kg/ha de granos parte se pierde al preparar el suelo, y el resto germina, reduciendo la cantidad de semilla necesaria para la siguiente siembra a 25-40 kg/ha. Si la densidad es alta, las plantas se debilitan y los rendimientos bajan. Para la siembra mecanizada, se emplean 50-60 kg/ha. (Aguilar I. E., 2013).

## **7.8. Lazarroz FL**

Es una variedad de macollamiento intermedio, moderadamente tolerante al volcamiento y tiene buena calidad molinera. Su floración la alcanza entre los 75 a 80 días después de la germinación; mientras que la cosecha se da aproximadamente a los 115 a 120 días después de la germinación. Posee moderada tolerancia a la hoja blanca, la *Pyricularia* sp, *Sarocladium* sp, y a *Helminthosporium* sp y es moderadamente susceptible a *Rhizoctonia* sp y *Pseudomonas* sp. Además, es una variedad con buena adaptación a sistemas de riego, muy buena adaptación a sistemas de secano y una buena respuesta a condiciones de baja luminosidad. (Raffaele Vignola, 2018).

## **Densidad de siembra de la variedad Lazarroz FL**

Esta variedad tiene que sembrarse a densidades no menores de 2,5 qq de semilla / ha, esto para minimizar los problemas de manejo y para aumentar los rendimientos productivos por hectárea. (Campos-Rodríguez, 2019).

## **Fertiarroz Inicio**

Fertilizante diseñado a la medida para cubrir las necesidades nutricionales del cultivo de Arroz. Su balance de macronutrientes favorece un rápido desarrollo del cultivo y un buen

desarrollo de su sistema radicular, aportando la energía necesaria para etapas tempranas del cultivo. (Disagro, 2022)

### **Beneficios**

Fórmula especialmente diseñada para cubrir los requerimientos nutricionales del cultivo del arroz. (Disagro, 2022)

### **Nutrientes**

5% Nitrógeno (N)

20% Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

10% Potasio (K<sub>2</sub>O)

1% Azufre (S)

2.2% Zinc (Zn)

11% Silicio (Si)

### **Características físicas y químicas**

Fórmula del fertilizante 5-20-10+1S+2.2Zn+11Si

Tipo de fertilizante: Mezcla física.

Color y forma: Mezcla de gránulos de diferentes colores.

Uso: Fertilizante agrícola al suelo.

### **Recomendaciones de uso**

Se recomienda hacer la aplicación al momento de la siembra.

Dosis recomendada: 300 lb/mz o 190 kg/ha.

Se recomienda realizar una mezcla previa a la aplicación para verificar compatibilidades.

(Disagro, 2022)

### **Clomazone**

Es un herbicida sistémico pre-emergente y postemergente temprano a base de clomazone 360 g/L. Pertenece a la familia de las isoxazolidinona, es absorbido por los brotes y raíces. Actúa

inhibiendo la formación de la clorofila y de los pigmentos carotenoides. Con una formulación suspensión encapsulada (CS). (Disagro, 2022)

### **Beneficios**

Formulación microencapsulada lo que brinda selectividad al cultivo.

Amplio espectro de control de malezas de hoja ancha y gramínea.

Disminuye el riesgo de desarrollo de la resistencia de las malezas debido a que posee un mecanismo diferente de acción comparado contra los herbicidas más utilizados. (Disagro, 2022)

### **Recomendaciones de uso**

No realizar aplicaciones cerca de cultivos susceptibles como girasol o maíz.

Evitar mezclar con productos de reacción alcalina.

Utilizar un volumen de agua de 200L/mz

Aplicar entre los 8-12 días después de la emergencia y cuando la maleza tenga máximo de 2 a 3 hojas. (Disagro, 2022)

### **Dosis**

– 3.5L/ha o 0.7 – 2.44L/mz. (Disagro, 2022)

### **Propanil**

Propanil es un herbicida post - emergente selectivo al arroz y de amplio espectro de acción, contra las principales malezas que afectan el cultivo. (ADAMA, 2024)

### **Características**

Actúa rápidamente por contacto, obligando a que las malezas deban estar emergidas en el momento de la aplicación. Las aplicaciones deben realizarse en las primeras fases de desarrollo de las malezas (2 a 3 hojas). Controla gramíneas, hoja ancha y ciperáceas.

## **Dosis**

2 Lts/ manzana.

### **Amansador 46 SL**

Es un herbicida postemergente, sistémico y de contacto a base de bentazone y MCPA 460 g/L. (Disagro, 2022)

## **Características**

Pertenece a la familia de las benzotiadiazinona y fenoxis. Bentazone actúa por contacto inhibiendo la fotosíntesis y MCPA es translocado hacia las regiones meristemáticas en donde inhibe el crecimiento y los procesos de desarrollo de las plantas susceptibles. (Disagro, 2022)

### **Kasumin 2 SL**

Es un fungicida-bactericida sistémico a base de kasugamicina 20 g/L. Pertenece a la familia de los piranosidos. Actúa inhibiendo la incorporación de aminoácidos a la síntesis de proteínas en bacterias y hongos. Con formulación solución concentrada (SL). (Disagro, 2022)

## **Dosis**

0.7-1.4 L/mz. (Disagro, 2022)

### **Nativo SC300**

Nativo es un fungicida multipropósito, de acción sistémica y mesostémica que ofrece un control para un amplio espectro de enfermedades, nativo con sus dos activos inhibe la biosíntesis de esterol y detiene el transporte de electrones en la cadena respiratoria, inhibiendo la respiración de los hongos a nivel mitocondrial, impidiendo el desarrollo de las células. (Bayer, 2022). La dosis de este fungicida va a variar según la enfermedad presente en el cultivo.

## **Armero 35 SC**

Es un insecticida sistémico a base de imidacloprid 350 g/L que pertenece a la familia de los neonicotinoides, actúa bloqueando los receptores de la acetil colina. Con formulación de suspensión concentrada. (Disagro, 2022)

### **Dosis**

0.14-0.42 L/mz. (Disagro, 2022)

## **7.9. Carta tecnológica del cultivo**

### **Funciones de los principales nutrientes en el arroz**

#### **Nitrógeno**

Promueve el desarrollo rápido e incrementa la altura de la planta y el número de tallos.

Incrementa el tamaño de las hojas y del grano.

Aumenta el número de granos por panícula, el porcentaje de granos llenos, y el contenido proteico del gran.

#### **Fósforo**

Estimula el desarrollo radicular.

Favorece el ahijamiento.

Mejora la calidad del grano.

Se moviliza por toda la planta

#### **Potasio**

Estimula la obtención de panículas más grandes, más fértiles y granos más llenos.

Promueve la maduración más rápida y completa.

Favorece la resistencia al encamado y al ataque de parásitos y enfermedades (principalmente en condiciones de altos contenidos de N en la tierra).

## Extracciones del arroz

La cantidad de nutrientes que la cosecha extrae del suelo son conocidos (Tabla 1). Cuando abonamos deberíamos compensar estas extracciones de elementos teniendo en cuenta otras pérdidas inevitables.

**Tabla 1.** Extracción de macronutrientes

Extracciones	Nitrógeno (N)	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)
Kg/ha	130	45	27

## Estrategias de abonado.

### La dosis dependerá de:

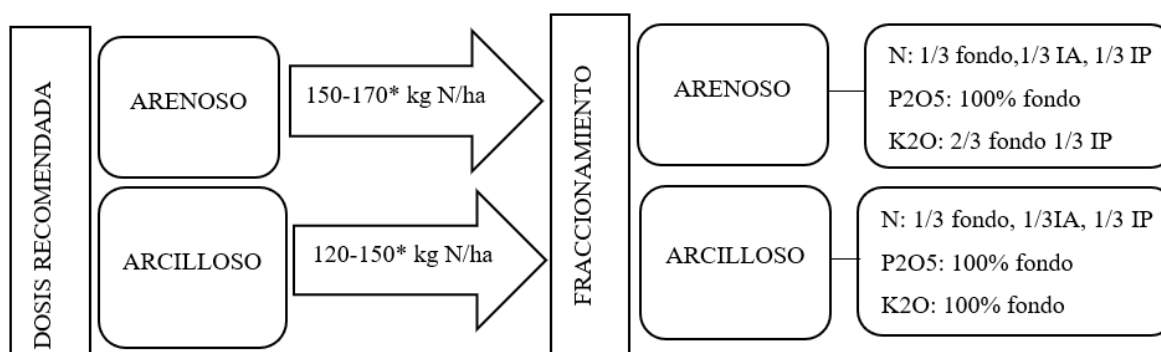
La fertilidad y el tipo de suelo.

El tipo y cantidad de restos de cosecha.

Las enmiendas orgánicas realizadas.

La variedad a sembrar.

El abonado nitrogenado es determinante para obtener una buena producción. El fraccionamiento de este abonado incrementa la eficiencia en la absorción del fertilizante y reduce el riesgo de pérdidas. La aportación de nitrógeno al inicio de panícula (IP) repercute muy positivamente en un incremento de la producción mediante el aumento del número de granos por panícula.



Se recomienda hacer uso de Fertiarroz para encontrar la dosis óptima de N

IA: Inicio del ahijado.

IP: Inicio de panícula.

**Tabla 2.** Principales abonos utilizados

Abono	N total	N (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	N (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	N Ureico	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Indicaciones
Urea	-	-	-	46	-	-	-	Para el abonado en fondo, incorporar y dejar pasar 5 días antes de inundar para que se fije en el suelo. En cobertera, en drenaje, de no ser así las pérdidas serían demasiado importantes.
Amoniaco anhídrido	82	82	-	-	-	-	-	Pérdidas por evaporación muy importantes si la tierra no tiene el grado de humedad adecuado y se hace una buena incorporación.
27-8-10	27	3,4	-	23,6	8	10	-	Para abonar en fondo. Debido al alto contenido en N ureico, igual manejo que la urea.
15-15-15	15	8,5	6,5	-	15	15	-	Recomendable en fondo.
Sulfato amónico	21	21	-	-	-	-	-	Indicado para abono en cobertera, ya que las condiciones anaeróbicas facilitan

<b>Abono</b>	<b>N total</b>	<b>N (NH4+)</b>	<b>N (NO3-)</b>	<b>N Ureico</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>SO3</b>	<b>Indicaciones</b>
								la fijación del NH4 + en el suelo.
Fosfato biamónico	-	18	-	-	46	-	-	Recomendado en fondo.
Sulfamid	40	5	-	35	-	-	14	Igual uso que la urea.
Fosfato biamónico	-	18	-	-	46	-	-	Recomendado en fondo.
Superfosfato 18	-	-	-	-	18	-	30	Recomendado en fondo.
Entec (20-10-10)	20	11	9	-	10	10	7,5	Contiene la molécula DMPP, que inhibe la actividad de las bacterias Nitrosomonas responsables de la transformación de amonio en nitrito.
UreaTEC®4 6	46	-	-	-	-	-	-	Contiene la molécula inhibidora de la ureasa NBPT.
eNelent 27-8-10	27	5,7	-	12,4+ 9UF*+	8	10	11	Contiene urea-formaldehido, N de degradación lenta. Adecuado para fertilización en fondo.

\*UF: Urea-formaldehido.

## VIII. HIPÓTESIS

Se espera que la densidad de siembra y el tipo de fuente de fertilizante a base de fósforo y zinc tengan un efecto en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L*), maximizando las ganancias de la plantación en términos de cantidad y calidad.

## **IX. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **9.1. Ubicación geográfica**

El estudio se realizó en la finca El Espigón en la ciudad de Darío del departamento de Matagalpa, ubicada en el kilómetro 97 carretera Panamericana Norte entre (Sébaco-Ciudad Darío), 5 kilómetro al oeste en la comunidad de palos verdes Dentro de las coordenadas geográficas 12°46'39'' N 86°10'13''W. (Ver anexo 1)

Los bosques matorralazos son propios de los llanos y lugares secos donde la precipitación pluvial es inferior a 1200 milímetros, la vegetación está adaptada a resistir estaciones secas el municipio presenta características de suelos muy variables en cuanto a su topografía, elevaciones o altitudes, así como de estructuras, texturas, profundidad efectiva, colores, permeabilidad lo cual hace posible el desarrollo de distintas especies de flora y fauna.

### **9.2. Enfoque alcance de la investigación**

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, orientado a la recopilación y análisis de datos, para poder responder incógnitas e hipótesis de investigación establecidas, donde se pretendió acotar intencionalmente la información, siguiendo una secuencia lógica y probatoria del proceso de investigación, por lo tanto, considerando lo anterior, el diseño de la presente investigación es puramente experimental, ya que se tuvo control sobre las variables y factores en estudio.

### **9.3. Nivel de amplitud**

La investigación es de corte transversal ya que se realizó en un periodo de tres meses que correspondieron a la etapa de campo y recolección de los datos.

### **9.4. Descripción de unidad de análisis experimental**

El ensayo se estableció en una parcela denominada terraza sembrada (siembra en fanguero) con la variedad Lazarroz FL en etapa de maduración equivalente a 120 días después de germinado, el cual consta de cuatro bloques con cuatro repeticiones aleatorias con un total

de 16 unidades experimentales, se definió un área de dos metros cuadrados, se detalló el número de plantas (Macolladas). Cada unidad experimental estuvo constituida por el número de plantas (Macolladas) encontradas en dos metros cuadrados.

### **Densidad de siembra**

Los productos que se aplicaron fueron los siguientes, en fertilizantes Fertiarroz inicio (5-20-10+1S+2.2Zn+11Si) una vez después de la germinación, se usó la variedad Lazarroz FL, de herbicidas se aplicaron post-emergentes (sello) Comand (Clomazone), Propanil(Propanil), Bispiribac (Bispyribac Sodio) y Amansador (Bentazone+ MCPA) sin descartar una segunda posible aplicación la cual se monitoreo, otros fertilizantes que se usaron fue Nitro-xtend + S (40%N+5.7S) 4 veces y 0-0-60 (muriato K) 2 veces junto con las fuentes de fósforo y zinc se aplicó BoronMax como fertilizante foliar en etapa de cambio de primordio y embuche o máximo embuche, los fungicidas fueron Kasugamicina (Kasumin), Nativo (Trifloxistrobina), como insecticida se usó Armero (Imidacloprid), todos estos productos fueron aplicados de manera preventiva en cambio de primordio, el experimento en las parcelas no se realizó preparación de suelo tampoco siembra ya que las parcelas estaban cultivadas y listas para realizar y aplicar el experimento junto con los objetivos planteados.

### **Estudio del suelo**

La finca en donde se realizó el experimento cuenta con un estudio de suelo evaluando los elementos del suelo disponible y el nivel de pH. (Ver anexo 4).

## 9.5. Definición de variables con su operacionalización

**Tabla 3.** Definición de variables con su operacionalización

Objetivos específicos	Variables	Definición conceptual	Subvariables	Indicadores	Técnico de recolección de información	Fuentes de información
Determinar el efecto de cuatro densidades de siembra con cuatro fuentes de fertilizantes a base de fosforo y zinc sobre las variables de crecimiento y desarrollo en la variedad Lazarroz FL.	Crecimiento y desarrollo fisiológico de la planta	Tamaño de la planta, espiga y desarrollo de sistema radicular	Altura Sistema radicular Número de hijo por planta	Cm Cm Porcentaje	Hojas de campo	Parcela
Identificar el potencial de rendimiento de la variedad Lazarroz FL, usando cuatro densidades de siembra con	Calcular el rendimiento de la variedad Lazarroz FL	Rendimiento por manzana qq/mz de la variedad Lazarroz FL	Cantidad de grano por espiga Peso de 1000 granos de semilla	Porcentaje de espiga llena Peso de grano por macollamiento	Hojas de campo	Parcela

<b>Objetivos específicos</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Subvariables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnico de recolección de información</b>	<b>Fuentes de información</b>
cuatro fuentes de fertilizantes a base de fósforo y zinc.						
Realizar análisis de costos de los tratamientos al usar cuatro densidades de siembra con cuatro fuentes de fertilizantes a base de fosforo y zinc.	Relación beneficio costo	Considerar un análisis a nivel económico de los tratamientos llevados acabo	Semilla Fertilizante Mano de obra Productos químicos	Quintales manzana fertilizante  Quintales de semilla  D/H	por de  de	Hojas de campo  Parcelas

## 9.6. Diseño experimental

El estudio se realizó en la finca El Espigón, ubicada en la comunidad llamada Palos Verdes, Dario del departamento de Matagalpa, se utilizó el diseño de bloque completamente al azar (BCA), con arreglo factorial  $2m \times 2m$ , resultando en 4 bloques por tratamiento para un total de 16 unidades experimentales. Cada bloque tuvo dos metros de largo y dos de ancho. Los tratamientos fueron aleatorizados dentro de cada bloque. Para la recolección de datos se tomaron en cuenta los dos surcos centrales para eliminar el efecto borde. Para calcular las dosis que se programaron se utilizó una regla de tres simple. (Ver anexo 5)

### Tratamiento 1:

T1R1= 1810 gr fósforo + 900 gr zinc + 150 semillas por dos metros cuadrado

T1R2= 1850 gr fósforo + 920 gr zinc + 150 semillas por dos metros cuadrado

T1R3= 1800 gr fósforo y + 930 gr zinc + 150 semillas por dos metros cuadrado

T1R4= 1820 gr fósforo y + 910 gr zinc + 150 semillas por dos metros cuadrado

### Tratamiento 2:

T2R1= 1850 gr fósforo y + 950 gr zinc + 120 semillas por dos metros cuadrado

T2R2= 1810 gr fósforo y + 960 gr zinc + 120 semillas por dos metros cuadrado

T2R3= 1830 gr fósforo y + 980 gr zinc + 120 semillas por dos metros cuadrado

T2R4=1860 gr fósforo y +900 gr zinc + 120 semillas por dos metros cuadrado

### Tratamiento 3:

T3R1= 1800 gr fósforo y + 910 gr zinc + 100 semillas por dos metros cuadrado

T3R2= 1830 gr fósforo y + 930 gr zinc + 100 semillas por dos metros cuadrado

T3R3= 1840 gr fósforo y + 920 gr zinc + 100 semillas por dos metros cuadrado

T3R4= 1810 gr fósforo y + 900 gr zinc + 100 semillas por dos metros cuadrado

### Tratamiento 4:

T4R1= 1810 gr de fósforo y + 950 gr zinc + 90 semillas por dos metros cuadrado

T4R2= 1830 gr de fósforo y + 940 gr zinc + 90 semillas por dos metros cuadrado

T4R3= 18240 gr de fósforo y + 910 gr zinc + 90 semillas por dos metros cuadrado

T4R4= 1860 gr de fósforo y + 900 gr zinc + 90 semillas por dos metros cuadrado

## **9.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos.**

El estudio es de tipo experimental observacional, la técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la observación tomando como instrumento de apoyo la hoja de campo. Todos los datos para las variables, se realizó recorrido de campo cada ocho días valorando el estado vegetal y fisiológico de la planta considerando el efecto de los tratamientos a utilizar hasta que se llegó al levantamiento de cosecha y así se finalizó con la recopilación de datos

Los instrumentos que se utilizaron durante la investigación y la recolección de datos fue la hoja de campo, respecto a la recolección de datos fue respaldada por las parcelas establecidas y las plantas, el tipo de técnica utilizada fue la observación por lo tanto se recolectaron los datos de los indicadores planteados en las variables.

## **9.8. Procesamiento de análisis de datos.**

El análisis de la información se realizó teniendo en cuenta las particularidades propias del instrumento, de tal manera que, para procesar los datos, se utilizaron técnicas básicas de estadística utilizando el programa estadístico INFOSTAT versión estudiantil, Se realizó prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, para los datos normales se realizó análisis de varianza con Tukey al 95 % de confiabilidad, para los datos no normales se realizó prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

## **9.9. Consideraciones éticas**

Los resultados obtenidos en el marco de la investigación serán dados a conocer a las familias productoras, además será de uso académico a nivel institucional para realizar otros estudios y que de esta manera se puedan mejorar los rendimientos esperados.

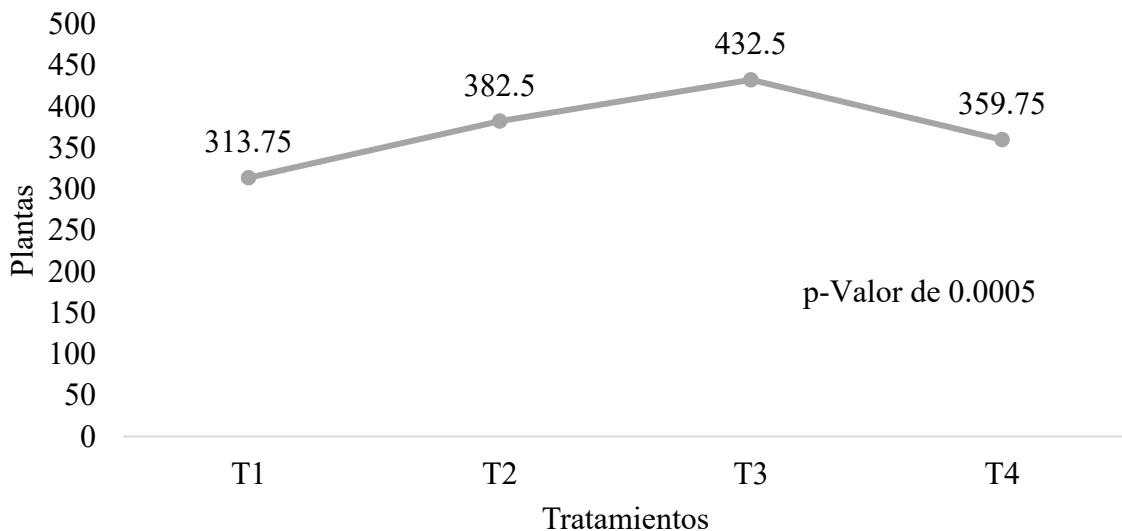
## X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente apartado se describen los principales resultados obtenidos durante el estudio es importante mencionar que se realizó la prueba de normalidad y test de Tukey a aquellos datos de rendimientos agronómicos.

### 10.1. Crecimiento y desarrollo Fisiológico de la planta

#### Número de plantas en dos metros cuadrados

De acuerdo a la figura 1 se observan cuatro tratamientos con diferentes números de plantas por dos metros cuadrados, quien tuvo mejor resultado fue el tratamiento 3, mostrando una diferencia estadística con un p-Valor de 0.0005.



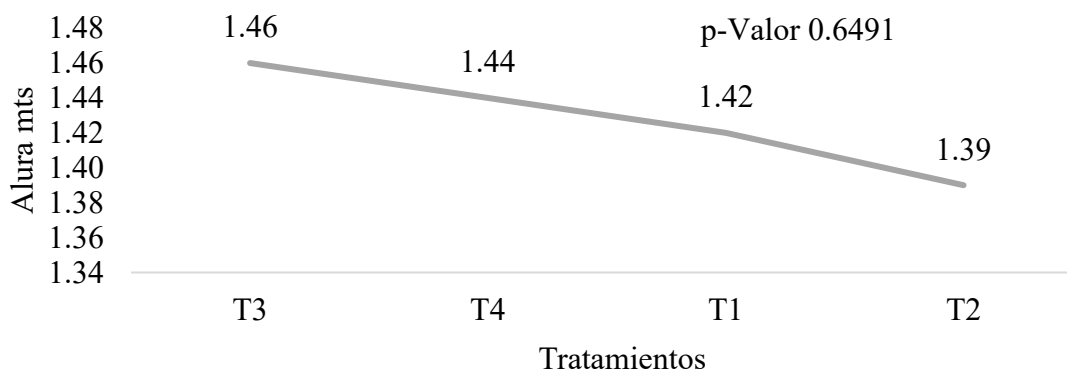
**Figura 1.** Plantas en dos metros<sup>2</sup>

En la figura 1 se muestra que el tratamiento que mostró mejores resultados fue el tercer tratamiento con un total de 432 plantas en dos metros cuadrados es importante mencionar que todos los tratamientos recibieron el mismo manejo agronómico y las mismas condiciones en el campo, sin ningún tipo de afectaciones por plagas ni problemas de riego.

Según Discua (2003) menciona que una cobertura adecuada del cultivo de arroz, se logra con 150 a 300 plantas de arroz por metro cuadrado. Pueden obtenerse rendimientos satisfactorios de grano con una menor cobertura o un número menor de plantas por m<sup>2</sup>, si las malezas se mantienen bajo control y se fertiliza en forma suficiente y oportuna.

### Altura de las plantas

En la figura 2 se muestran las alturas de las plantas en todos los tratamientos, siendo el tratamiento número 3 con mayor altura con un promedio de 1.46 mts, demostrando una nula diferencia estadística de p-Valor de 0.6491



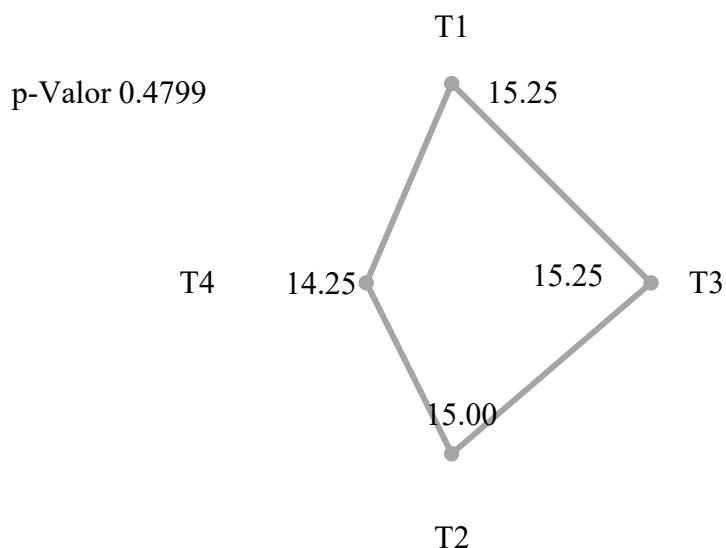
**Figura 2.** Altura de las plantas

Según (CONARROZ, 2020) menciona es uno de sus informes anuales que la variedad establecida en la investigación Lazarroz FL que su crecimiento puede llegar a ser de 115 a 120 cm, por lo que los datos obtenidos en la investigación son similares a otras investigaciones.

Cabe mencionar que el aumento de este crecimiento en la variedad se debe al factor de la pureza de la semilla ya que es semilla genética por lo que tiende a tener mayores características en el momento donde la planta se expresa en el campo.

### Sistema radicular cm

En la figura 3 se muestra el tamaño promedio de las raíces en todos los tratamientos siendo este el tratamiento número 3 y el número 1 con tamaños similares, estadísticamente no hay diferencia alguna debido al p-Valor 0.4799.



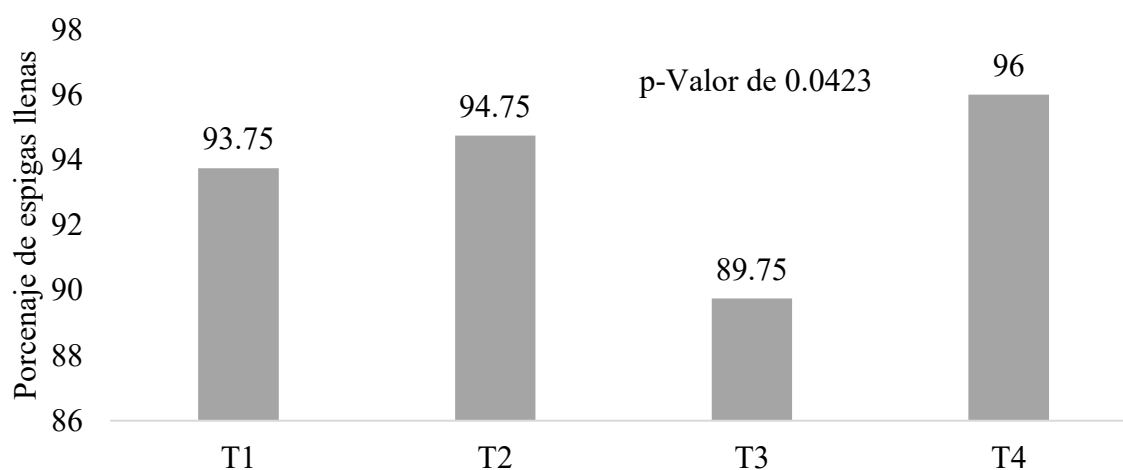
**Figura 3.** Tamaño del sistema radicular (cm)

Según Silva (2018) describe el sistema radicular del arroz El sistema radical del arroz está formado por dos tipos de raíces. Las raíces de la corona y las raíces de los nudos. Si bien ambas clases se desarrollan de nudos, las de corona lo hacen de nudos bajo el suelo; mientras que las raíces en los nudos superiores se logran adaptar a condiciones de excepcionales en anegamiento profundo (inundación) las raíces comunes; Las raíces comunes solo crecen hasta aproximadamente los 40 cm de profundidad.

Hay que tomar en cuenta que cada variedad o línea liberada tiene sus propias características físicas.

## 10.2. Rendimientos de la variedad Lazarroz FL

De acuerdo a la figura 4, los rendimientos por tratamiento en dos metros cuadrados en los cuales se observan los cuatro tratamientos, el cual el tratamiento 4 con un porcentaje de espigas llenas de 96, estadísticamente hablando se refleja una diferencia alta en todos los tratamientos con un p-Valor de 0.0423.

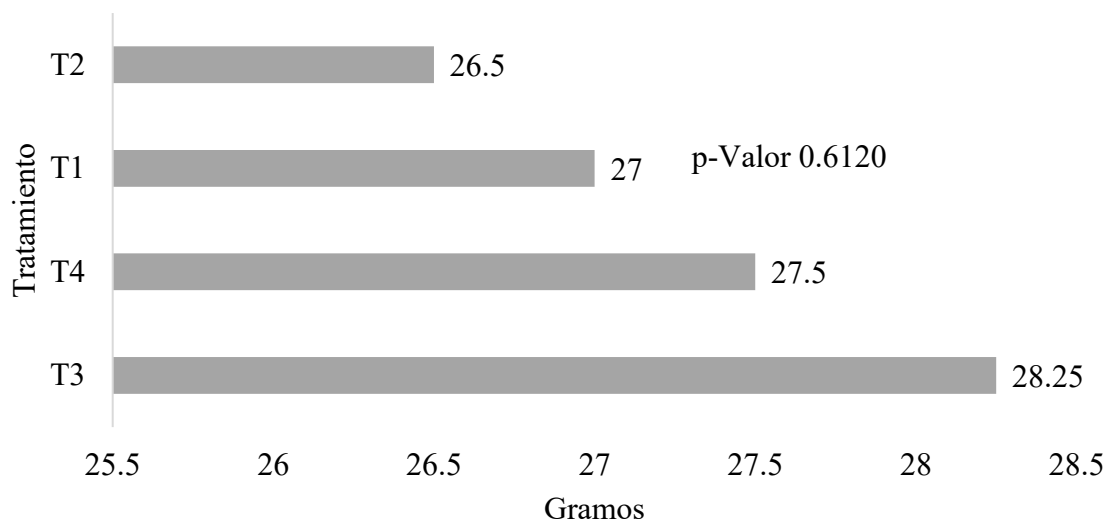


**Figura 4.** Rendimientos por tratamiento

El porcentaje por cada tratamiento resulto ser más alto el tratamiento 4, cabe mencionar que todos los tratamientos tuvieron el mismo manejo agronómico, tanto fertilizaciones como protección de cualquier incidencia de plaga que pudo haber alterado los rendimientos finales.

### Peso de 1000 granos de semilla

De acuerdo a la figura 5 sobre el peso de 1000 granos de semilla en gramos, tratamiento que sobresalió el número 3 con un peso de 28.25 grms, con una diferencia estadística no significativa con p-Valor de 0.6120.



**Figura 5.** Peso de 1000 granos de semilla (gr)

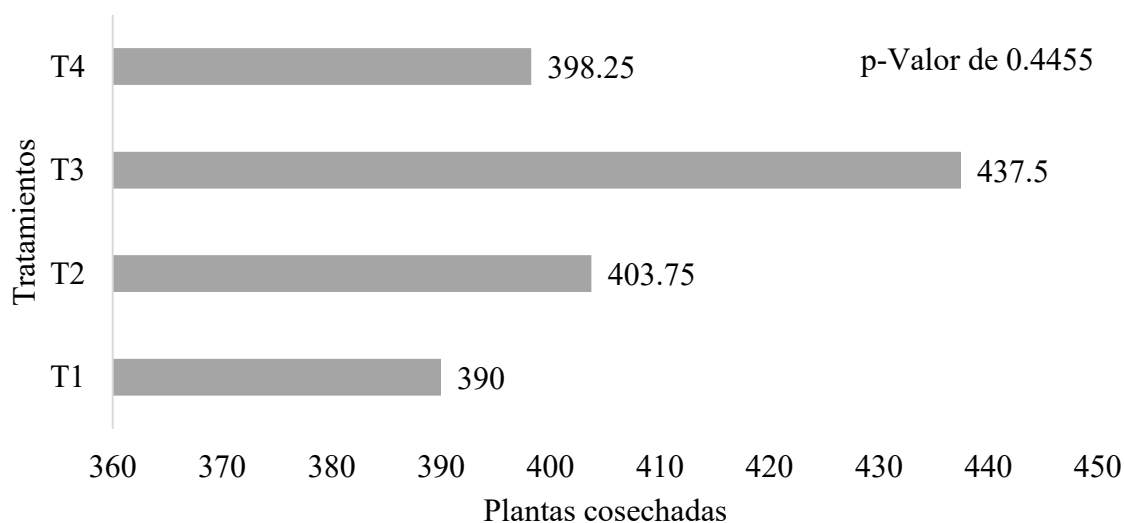
INTA (2013) menciona que el peso de los 1000 granos en gramos puede variar según variedades de 25.6 grms a 32.2 grms por lo tanto los resultados obtenidos son válidos.

Según Cuadra (2015) menciona que el rendimiento promedio de arroz de riego a nivel nacional está por los 75 qq/mz., por lo que mejorar esta brecha de rendimientos es un desafío que se espera superar en los próximos años y, aun así, el uso del riego en la producción sigue siendo fundamental en la mejora de los rendimientos.

Cabe mencionar que estos rendimientos pueden llegar a variar según por ciclos, ciclo de verano que se esperan rendimientos por arriba de 100 qq/mz o invierno que bien pueden llegar a los 100 qq/mz esto claro teniendo en cuenta un excelente plan de manejo agronómico durante el ciclo de producción.

## Número de plantas cosechadas

En la figura 6 se muestran el número de plantas cosechadas en dos metros cuadrados, se debe de tomar en cuenta que en un conteo de plantas ya sea en un metro cuadrado la cantidad no siempre será exacta por diversos factores dentro de campo ya sea la incidencia de algún insecto plaga o una mala preparación que eso afecta gravemente tanto al tema del riego como al momento de la germinación de la semilla. El tratamiento 3 obtuvo más plantas cosechadas, pero esto no represento diferencia estadística ya que mostro un p-Valor de 0.4455.



**Figura 6.** Plantas cosechadas en dos metros<sup>2</sup>

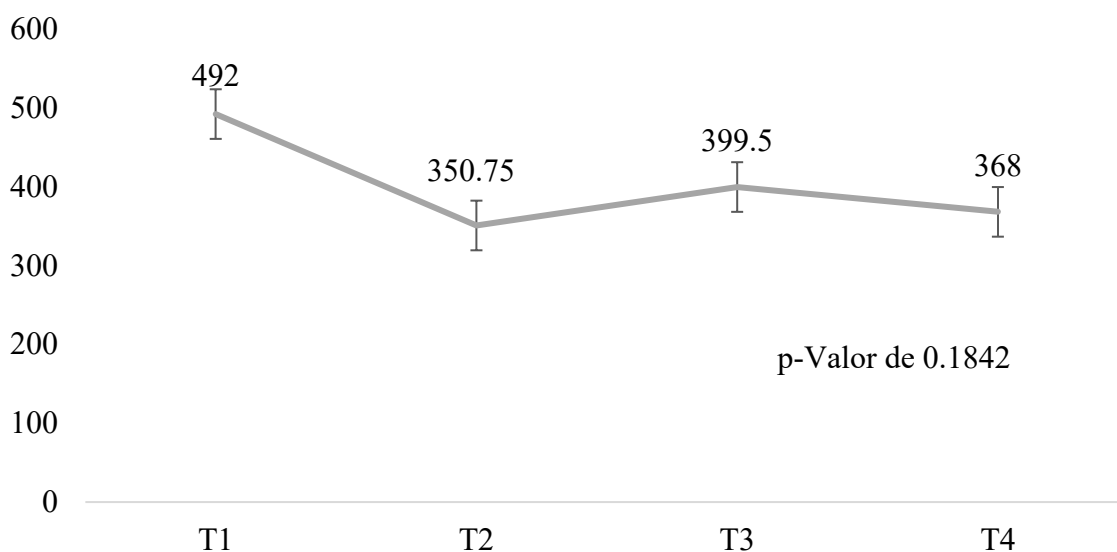
Según Discua (2003) menciona que con una excelente densidad de siembre y de cobertura adecuada del cultivo de arroz, se logra con 150 a 300 plantas de arroz por metro cuadrado. Pueden obtenerse rendimientos satisfactorios de grano con una menor cobertura o un número menor de plantas por m<sup>2</sup>, si las malezas se mantienen bajo control y se fertiliza en forma suficiente y oportuna.

Un número de plantas cosechadas excelente debe de empezar con una densidad excepcional ya que así tendremos más plantas en un metro cuadrado por lo tanto se cosecharán más plantas.

Por cada dos metros de plantas cosechadas se cosecharon aproximadamente 2 libras de arroz para un total 70 qq por manzana. Cabe mencionar que los rendimientos pueden variar en el momento donde el arroz está maduro, por ejemplo el ciclo en el que estemos sea verano o inviernos, los pájaros pueden provocar daños en áreas considerables si no se controla, en caso que el arroz este acamado completamente ya que la cosechadora no lo puede recoger con el molinete, una mala calibración de la maquina puede hacer que la zaranda dentro de las maquinas boten granos junto con el desperdicio, hay varios factores que pueden afectar los rendimientos.

### Número de espigas llenas por panoja

En la siguiente figura 7 se muestran los diferentes datos en los cuatro tratamientos, donde podemos ver que el tratamiento número 1 tuvo mejores resultados, pero se debe considerar que estadísticamente no hubo diferencia con los demás tratamientos obteniendo un p-Valor de 0.1842.



**Figura 7.** Espigas llenas/Panoja

### 10.3. Relación beneficio costo

**Tabla 4.** Datos de insumos y costos por manzana

<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total (C\$)</b>
<b>Mano de obra</b>	6	1500
<b>Glifosato</b>	42.50 lts	5,585.70
<b>Fosfato diamonico</b>	14.07	22,312.77
<b>Capiate (Oxicloruro de cobre)</b>	2.00 kl	1,113.36
<b>Trazex Zinc</b>	3.30 kl	1,929.54
<b>Ureas</b>	65.66 qq	77,351.80
<b>Agrichek</b>	18.60kl	8,174.51
<b>Total Insumos</b>		<b>112,381.98</b>

El costo de producción por cada metro cuadrado es de C\$ 16.00, esto dado que el rendimiento estimado es de 75 que por manzana (7,026 m), el rendimiento por metro cuadrado es de 0.01067qq por manzana. El precio de venta es de 1,300 C\$/qq, por lo que el ingreso bruto por metro cuadrado es de C\$ 21,71.

Con los datos anteriores se calculó la relación B/C obteniendo que un valor de C\$ 1.36 indicando que por cada córdoba invertido la ganancia es de C\$ 0.36.

## **XI. CONCLUSIONES**

La presente investigación se desarrolló en la Finca El Espigón, ubicada en Ciudad Darío, Matagalpa, durante el ciclo agrícola 2024, con el objetivo de evaluar el comportamiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), variedad Lazarroz FL, bajo diferentes densidades de siembra y cuatro fuentes de fertilización.

Las variables analizadas fueron crecimiento y desarrollo fisiológico de la planta, teniendo en cuenta el número de plantas por 2 m<sup>2</sup>, número de plantas cosechadas, número de espigas llenas por panoja y el porcentaje de llenado en 96% por parte del tratamiento 4

Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos evaluados tuvieron efectos diferenciados en las variables agronómicas. El tratamiento 3 presentó el mayor número de plantas por 2 m<sup>2</sup> (indicador de establecimiento efectivo) y también obtuvo el mayor número de plantas cosechadas (437 plantas), lo cual evidencia una buena supervivencia y adaptación al manejo aplicado. Por su parte, el tratamiento 1 alcanzó el mayor número de espigas llenas por panoja (482), lo cual refleja una mayor eficiencia reproductiva. Finalmente, el tratamiento 4 fue el que generó el mayor porcentaje de llenado con un 96%, consolidándose como el tratamiento más productivo en términos económicos.

Se concluye que no existe un único tratamiento que haya sobresalido en todas las variables, lo que demuestra la importancia de considerar múltiples indicadores al momento de tomar decisiones agronómicas. El tratamiento 4 se perfila como el más eficiente desde el punto de vista del rendimiento final, mientras que el Tratamiento 3 destaca por su vigor inicial y establecimiento.

La fórmula de fertilizante o sea Zinc y Fosforo fue efectiva en el tratamiento 4 ya que se perfila como el más productivo desde el punto de vista en rendimientos finales.

## **XII. RECOMENDACIONES**

Para futuras investigaciones en ensayos experimentales se recomienda los siguientes puntos que deben de ser tomados en cuenta por el productor.

Al adoptar un programa de fertilización balanceado (edáfico y foliar) se recomienda complementar la fertilización edáfica (al suelo) con aplicaciones foliares estratégicas durante las etapas críticas del cultivo (ahijamiento, embuche y floración) para mejorar la absorción de nutrientes, fortalecer el sistema vegetativo y maximizar el llenado de grano.

Mejorar el manejo del riego y drenaje para mantener un terreno con una excelente lámina uniforme debemos de tener una preparación de terreno con nivelación así aseguramos un riego aceptable se recomienda mantener un riego uniforme en la etapa de establecimiento, y controlar los niveles de agua durante el desarrollo para evitar encharcamientos prolongados que afecten la aireación del suelo, la salud radicular, y evitamos la aparición de malezas indeseables.

Incluir en las aplicaciones foliares utilizar bioestimulantes o enraizadores en la etapa de establecimiento para mejorar el porcentaje de germinación y el desarrollo radicular temprano, se recomienda el uso de productos bioestimulantes o enraizadores naturales (como extractos de algas o aminoácidos) en la siembra o al momento del trasplante, según el sistema utilizado.

Se recomienda profundizar en futuras investigaciones que integren análisis económicos, evaluación de calidad de grano y sostenibilidad del uso de fertilizantes, así como validar los resultados en diferentes ciclos productivos

### XIII. BIBLIOGRAFÍA

- ADAMA. (Agosto de 2024). *ADAMA*. Obtenido de ADAMA: <https://www.adama.com/colombia/es/agroquimicos/herbicida/propanil>
- Aguilar. (2000).
- Aguilar, I. E. (N.p de 2013). *Manejo integrado en el cultivo de arroz* . Obtenido de Manejo integrado en el cultivo de arroz : <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/006-a-arroz.pdf>
- Aignerren, B. B. (2006; Beck, Bryman y Futing, 2004). [http://sacopsi.com/articulos/Grupo%20focal%20\(2\).pdf](http://sacopsi.com/articulos/Grupo%20focal%20(2).pdf). Obtenido de [http://sacopsi.com/articulos/Grupo%20focal%20\(2\).pdf](http://sacopsi.com/articulos/Grupo%20focal%20(2).pdf).
- ANAR. (2015). <http://www.anar.com.ni/arroz/que-es-el-arroz>. Obtenido de [.http://www.anar.com.ni/arroz/que-es-el-arroz](http://www.anar.com.ni/arroz/que-es-el-arroz).
- Arguello. (05 de 07 de 2012). <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/510284/>. Obtenido de <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/510284/>.
- Arias. (2006 p. 146). <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0094262/cap03.pdf>. Obtenido de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0094262/cap03.pdf>.
- B. L. (2016). *Análisis de la producción del cultivo de arroz*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3438/1/tne701297.pdf>: <https://repositorio.una.edu.ni/3438/1/tne701297.pdf>
- Bayer. (2022). *Bayer*. Obtenido de Bayer: [https://www.agro.bayer.co/es-co/productos/product-details.html/fungicide/nativo\\_sc300.html](https://www.agro.bayer.co/es-co/productos/product-details.html/fungicide/nativo_sc300.html)
- Bejarano. (2016). <https://repositorio.unan.edu.ni/3357/1/17323.pdf>. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/3357/1/17323.pdf>.
- Campos-Rodríguez, J. G.-B.-S. (16 de Octubre de 2019). *Evaluación de la densidad de siembra y nivel de fertilización en arroz, para las variedades Palmar-18, Lazarroz FL y NayuribeB FL, en Parrita (Pacífico Central), Costa Rica*. Obtenido de Evaluación de la densidad de siembra y nivel de fertilización en arroz, para las variedades Palmar-18, Lazarroz FL y NayuribeB FL, en Parrita (Pacífico Central), Costa Rica: [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/4363/](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/4363/)



- Enrique, B. J. (N.p de abril de 2018). *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA: <https://repositorio.unan.edu.ni/10202/1/6947.pdf>
- Fairhurst, A. D. (febrero de 2002). *repositorio.una.edu.ni*. Obtenido de Evaluación de cuatros niveles de nitrógeno y tres dosis de siembra en arroz (*Oryza sativa* L.) var. NutreZinc en el Valle de Sébaco, 2020-2021: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/89720C599E1D0F0E852579A300788FA5/\\$FILE/Manejo%20del%20P%20en%20arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/89720C599E1D0F0E852579A300788FA5/$FILE/Manejo%20del%20P%20en%20arroz.pdf)
- Fairhurst, Achim, D., & Thomas. (octubre de 2001). Obtenido de Informacion Agronomica: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31284BF1C88DB0D9852579A30078FA9F/\\$FILE/Manejo%20del%20K%20en%20arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31284BF1C88DB0D9852579A30078FA9F/$FILE/Manejo%20del%20K%20en%20arroz.pdf)
- Fertilab. (N.p de 2015). *La Importancia del Zinc en las Plantas y su Dinámica en el Suelo*. Obtenido de La Importancia del Zinc en las Plantas y su Dinámica en el Suelo: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Importancia%20del%20zinc%20en%20las%20plantas.pdf>
- Heros. (2013).
- INTA. (2013). Obtenido de <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2023/11/Catalogo-de-semillas-de-granos-basicos.pdf>
- INTA. (2018). <https://inta.gob.ni/project/guia-tecnologica-del-cultivo-de-de-secano-arroz/>. Obtenido de <https://inta.gob.ni/project/guia-tecnologica-del-cultivo-de-de-secano-arroz/>.
- José Margarito Mendoza Díaz, S. E. (Abril de 2018). *Evaluación de tres niveles de potasio en tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L), evaluadas bajo las condiciones de secano simulado en el Valle de Darío, Matagalpa, II Semestre 2017*. Obtenido de repositorio.unan.edu.ni: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unan.edu.ni/10202/1/6947.pdf>
- José Margarito Mendoza Díaz, S. E. (Abril de 2018). *repositorio.unan.edu.ni*. Obtenido de Evaluación de tres niveles de potasio en tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L), evaluadas bajo las condiciones de secano simulado en el Valle de Darío, Matagalpa,

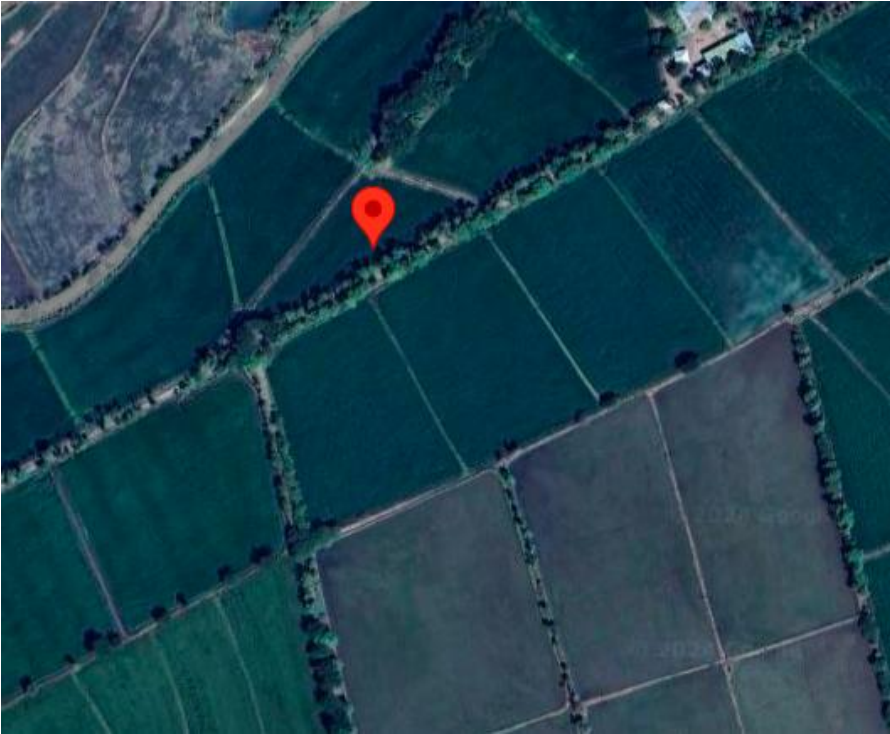
- II Semestre 2017.: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.unan.edu.ni/10202/1/6947.pdf>
- Lanzas Ceas, K. J., & Reñazco, T. A. (octubre de 2016). *Análisis de la producción del cultivo de arroz (Oryza sativa) en Nicaragua 2004-2014*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3438/1/tne701297.pdf>: <https://repositorio.una.edu.ni/3438/>
- León, J. (1 de 2018). [https://betuco.be/rijst/Morfologia\\_planta\\_arroz.pdf](https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf). Obtenido de [https://betuco.be/rijst/Morfologia\\_planta\\_arroz.pdf](https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf).
- Mairena., B. J. (Abril de 2018). *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA* . Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA : <https://repositorio.unan.edu.ni/10202/1/6947.pdf>
- Mario Paredes C., V. B. (n.p de n.p de 2020). . *Morfología y estados desarrollo de la planta de arroz*. Obtenido de . Morfología y estados desarrollo de la planta de arroz: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68052/Capitulo%2014.pdf?sequence=3>
- Mendez.R. (Junio de 2015). *INIA*. Obtenido de MANEJO ALTERNATIVO DE FÓSFORO EN ARROZ: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4766/1/Articulo-RMendez.pdf>
- Moreno, L. (9 de Septiembre de 2004). *Repositorio Institucional*. Obtenido de Evaluación del sistema de intensificación de arroz (*Oryza sativa* L.) en comparación a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego en Darío, Matagalpa, postrera 2003: <https://repositorio.una.edu.ni/1946/>
- Raffaele Vignola, K. P. (Abril de 2018). *PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS CULTIVO DE ARROZ*. Obtenido de PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS CULTIVO DE ARROZ: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8148.pdf>
- Rivas, s. (s.f). <https://repositorio.unan.edu.ni/3357/1/17323.pdf>. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/3357/1/17323.pdf>.
- Silva. (2018).

Tamayo, T. y. (2006 p 119). <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0094262/cap03.pdf>. Obtenido de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0094262/cap03.pdf>.

Yamir, E. (n.p de n.p de 2019). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD*. Obtenido de Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos comparados con fertilización convencional, en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28026/eyperez.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

## XIV. ANEXOS

### Anexo 1. Ubicación geográfica del estudio



Coordenadas geográficas 12°46'39'' N 86°10'13''W.

**Anexo 2.** Hoja de campo

Tratamientos	Repeticiones	N° panícula por planta	N° planta vigorosa por dos m2	Porcentaje de espiga llena	N° hijo por planta madre	Rendimiento	N° espiga llena por panaja	Peso de 1000 granos	N° de plantas cosechadas	Relación beneficio costo
T1	R1									
	R2									
	R3									
	R4									
T2	R1									
	R2									
	R3									
	R4									
T3	R1									
	R2									
	R3									
	R4									
T4	R1									
	R2									
	R3									
	R4									

**Anexo 3.** Distribución de los tratamientos en campo

T1 R1 150 semillas por dos metros cuadrados		T2 R1 120 semillas por dos metros cuadrados		T3 R1 100 semillas por dos metros cuadrados	T4 R1 90 semillas por dos metros cuadrados
T1 R2 150 semillas por dos metros cuadrados		T2 R2 120 semillas por dos metros cuadrados		T3 R2 100 semillas por dos metros cuadrados	T4 R2 90 semillas por dos metros cuadrados
T1 R3 150 semillas por dos metros cuadrados		T2 R3 120 semillas por dos metros cuadrados		T3 R3 100 semillas por dos metros cuadrados	T4 R3 90 semillas por dos metros cuadrados
T1 R4 150 semillas por dos metros cuadrados		T2 R4 120 semillas por dos metros cuadrados		T3 R4 100 semillas por dos metros cuadrados	T4 R4 90 semillas por dos metros cuadrados

**Anexo 4.** Estudio de suelo de la finca.

Análisis Suelo Finca, El Espigón, Interciclo-2024 133.84 Mz															
Lotes	pH	P mg/kg	K meq/100 g	Ca meq/100 g	Mg meq/100 g	S mg/kg	B mg/kg	Zn mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Na meq/100 g	CE us/cm a 20°	CIC meq/100 g	R C/N
Lote 1	7.63	13.9	0.97	28.4	9.86	25.1	<0.5	3.08	286	>250	8	2.03	128	18.4	13
Lote 2	7.38	<9.8	0.9	30.6	8.6	29.1	<0.5	3.03	104	132	5.2	1.45	117	16	13
Lote 4	7.58	10.8	0.86	31.4	7.38	42.1	<0.5	2.82	142	99.1	6.4	2.58	241	17	12.6
Minimo	6	20	0.5	8	1	10	1	5	40	30	8	0	150	35	9
Máximo	7	40	1.5	14	3	100	5	15	200	100	25	0.5	400	45	12

**Anexo 5.** Cálculo de las dosis

1 MZ  $\longrightarrow$  Cantidad de libras por manzana

¿Tamaño de la parcela demostrativa  $\longrightarrow$  ?

$$\frac{\text{Tamaño de la parcela demostrativa} * \text{cantidad de libras por manzana}}{1 \text{ MZ}} = \text{Cantidad en libras para parcela demostrativa}$$

Resultado de libras para parcela demostrativa \* 450 Gramos (Constante) = Cantidad de resultados en gramos.

## Anexo 6. Galería fotográfica



Montaje de los tratamientos



Tratamientos establecidos



Desarrollo de los tratamientos



Toma de resultados



Medición de plantas



Medición de raíces



Tamaño promedio de los tratamientos

## Anexo 7. Análisis Estadísticos

### Análisis de la varianza

#### No plantas vigorosas por dos metros

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No plantas vigorosas por d..	16	0.63	0.38	13.26

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37391.00	6	6231.83	2.56	0.0992
Tratamientos	29254.25	3	9751.42	4.01	0.0458
Repeticiones	8136.75	3	2712.25	1.11	0.3933
Error	21912.75	9	2434.75		
Total	59303.75	15			

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=108.92237

Error: 2434.7500 gl: 9

Tratamientos Medias n E.E.

T3	432.50	4	24.67	A
T2	382.50	4	24.67	A B
T4	359.75	4	24.67	A B
T1	313.75	4	24.67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Rendimientos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimientos	16	0.64	0.40	2.84

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	112.38	6	18.73	2.65	0.0914
Tratamientos	87.69	3	29.23	4.14	0.0423
Repeticiones	24.69	3	8.23	1.17	0.3756
Error	63.56	9	7.06		
Total	175.94	15			

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.86637

Error: 7.0625 gl: 9

Tratamientos Medias n E.E.

T4	96.00	4	1.33	A
T2	94.75	4	1.33	A B
T1	93.75	4	1.33	A B
T3	89.75	4	1.33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### No espiga llena por panoja

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No espiga llena por panoja..	16	0.48	0.14	22.10

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	66773.88	6	11128.98	1.41	0.3098
Tratamientos	47550.19	3	15850.06	2.00	0.1842
Repeticiones	19223.69	3	6407.90	0.81	0.5198
Error	71238.06	9	7915.34		
Total	138011.94	15			

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=196.39241

Error: 7915.3403 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	492.00	4	44.48 A
T3	399.50	4	44.48 A
T4	368.00	4	44.48 A
T2	350.75	4	44.48 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### No de plantas cosechadas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No de plantas cosechadas	16	0.46	0.10	10.36

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13726.50	6	2287.75	1.28	0.3531
Tratamientos	5223.25	3	1741.08	0.98	0.4455
Repeticiones	8503.25	3	2834.42	1.59	0.2588
Error	16037.25	9	1781.92		
Total	29763.75	15			

#### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=93.18234

Error: 1781.9167 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3	437.50	4	21.11 A
T2	403.75	4	21.11 A
T4	398.25	4	21.11 A
T1	390.00	4	21.11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Altura mts

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura mts	16	0.12	0.00	5.85

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	3	3.9E-03	0.56	0.6491
Tratamiento	0.01	3	3.9E-03	0.56	0.6491
Error	0.08	12	0.01		
Total	0.10	15			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.17533**

Error: 0.0070 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	1.46	4	0.04	A
T4	1.44	4	0.04	A
T1	1.42	4	0.04	A
T2	1.39	4	0.04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Peso de los 1000 granos (gramos)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de los 1000 granos (g..	16	0.14	0.00	6.91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.69	3	2.23	0.63	0.6120
Tratamiento	6.69	3	2.23	0.63	0.6120
Error	42.75	12	3.56		
Total	49.44	15			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.96240**

Error: 3.5625 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	28.25	4	0.94	A
T4	27.50	4	0.94	A
T1	27.00	4	0.94	A
T2	26.50	4	0.94	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Tamaño de raíces cm**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tamaño de raíces cm	16	0.18	0.00	6.76

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.69	3	0.90	0.88	0.4799
Tratamiento	2.69	3	0.90	0.88	0.4799
Error	12.25	12	1.02		
Total	14.94	15			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.12109**

Error: 1.0208 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	15.25	4	0.51	A
T3	15.25	4	0.51	A
T2	15.00	4	0.51	A
T4	14.25	4	0.51	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Hijos por planta

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hijos por planta	16	0.05	0.00	35.78

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.19	3	0.06	0.20	0.8944
Tratamiento	0.19	3	0.06	0.20	0.8944
Error	3.75	12	0.31		
Total	3.94	15			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.17356

Error: 0.3125 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	1.75	4	0.28 A
T4	1.50	4	0.28 A
T3	1.50	4	0.28 A
T1	1.50	4	0.28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )