



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

## **Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa**

### **Departamento de Ciencias, Tecnología y Salud.**

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

##### **Tema:**

Evaluación de tres niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra para el genotipo de arroz (*Oryza sativa*) Milyang23 en el Valle de Sébaco-Matagalpa, durante el primer semestre 2021.

##### **Autores:**

Br. Lester Javier González Machado.

Br. Kevin Brandon Brenes Martínez.

##### **Tutor:**

MSc. Juan Ariel Oporta

##### **Asesora:**

PhD. Evelyn Calvo Reyes

Matagalpa, diciembre 2021.





UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

**Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa**

**Departamento de Ciencias, Tecnología y Salud.**

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

**Tema:**

Evaluación de tres niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra para el genotipo de arroz (*Oryza sativa*) Milyang23 en el Valle de Sébaco-Matagalpa, durante el primer semestre 2021.

**Autores:**

Br. Lester Javier González Machado.

Br. Kevin Brandon Brenes Martínez.

**Tutor:**

MSc. Juan Ariel Oporta

**Asesora:**

PhD. Evelyn Calvo Reyes

Matagalpa, diciembre 2021

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación está dedicado a:

En primer lugar, a Dios quien ha estado presente durante este periodo de estudio, regalándome salud, sabiduría e inteligencia para seguir adelante, hasta lograr mis metas.

A mi madre, Sr. Dominga Machado Soza (Q.E.P.D), por ser el pilar fundamental para el logro de este objetivo y por demostrarme su amor incondicional. A mi padre, Leocadio González Ruiz que me ha apoyado durante toda mi vida, le agradezco el cariño, comprensión y por formarme con buenos valores y hábitos.

A la universidad, por facilitar y brindar los conocimientos necesarios para desarrollarme como un excelente profesional. A los docentes, por instruirme en el proceso de profesionalización de manera eficaz.

Br. Lester Javier González Machado.

## **Dedicatoria**

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

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

A un ser muy especial que hoy ya no me acompaña más, que me enseñó gran parte de lo que se y lo que soy hoy en día, una persona que anhelaba con que este momento llegara; mi mita Brígida Ramona Rugama quien desde el cielo hoy me ve con orgullo.

A mis padres Lesbia Verónica Martínez y José Santos Brenes por ser mi apoyo incondicional guiándome por el buen camino, regalándome siempre muy buenos consejos y sus palabras de aliento en momentos de dificultades, siendo el pilar fundamental de mi vida para que hoy pueda culminar mi carrera profesional.

A mis abuelos Luis Martínez, Dora Ruiz; por sus buenos consejos y por estar allí para mí en momentos difíciles, a mis tíos, mis primos y en general a toda mi familia que son parte de mi vida y que han recorrido conmigo este largo camino, a mis amigos y compañeros que me han brindado ayuda y fortaleza en momentos de flaqueza y a todos los que en algún momento me brindaron su apoyo incondicional.

Br. Kevin Brandon Brenes Martínez.

## **Agradecimiento**

A Dios por habernos regalado el don de la vida, y la sabiduría para culminar nuestros estudios universitarios y permitirnos ser grandes profesionales.

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

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

A los docentes de esta alma mater quienes a lo largo de estos cinco años nos brindaron el pan de la enseñanza, dando lo mejor de sí en el proceso de enseñanza.

Al tutor MSc. Juan Ariel Oporta por el debido acompañamiento brindado durante todo este tiempo, que con empeño y dedicación brindó sus mejores consejos y transmitió su experiencia lo que permitió la realización de este trabajo de investigación.

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

A la PhD. Evelyn Calvo Reyes por su asesoría y su apoyo, también a trabajadores del centro investigativo pues todos ellos contribuyeron con sus consejos y vastos conocimientos.

Br. Lester Javier González Machado.

Br. Kevin Brandon Brenes Martínez.

## OPINIÓN DEL TUTOR

Los Br. **Lester Javier González Machado** y Br. **Kevin Brandon Brenes Martínez**, han concluido su trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero Agrónomo con el tema: “*Evaluación de tres niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra para el genotipo de arroz (Oryza sativa) Milyang23 en el valle de Sébaco, Matagalpa, durante el primer semestre 2021*”. Considero que este trabajo cumple con todos los requisitos para ser presentado y defendido ante el jurado calificador.

Su labor ha sido de mucho valor porque con los resultados de esta investigación, se brindará información a productores, estudiantes e investigadores acerca del manejo agronómico del genotipo Milyang23, que el INTA presentó a los productores en septiembre 2021.

Los bachilleres **González** y **Brenes**, han fortalecido la fundamentación científica acerca del manejo del nitrógeno y densidades de siembra, esto también servirá de referencia para futuras investigaciones relacionadas con fertilidad y densidad en el cultivo de arroz.

Agradezco la confianza que tuvieron al seguir mis recomendaciones, los felicito por su esfuerzo y empeño. Los insto a seguir estudiando y experimentando, recordando que la investigación es un proceso continuo que necesita perseverancia, así como ellos lo han demostrado al realizar este estudio.

**MSc. Juan Ariel Oporta Palacios**

**Tutor**

## Resumen

Durante el primer semestre del año 2021, se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar tres niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra en el genotipo Milyang23 en el valle de Sébaco. El experimento se estableció, en el Centro Experimental TAINIC, en la comunidad El Horno, Darío, departamento de Matagalpa. Las coordenadas fueron 12°48' 51" de latitud Norte y 86° 09 ' 53" de latitud Oeste, con una altitud de 460msnm. El diseño utilizado fue bloques completamente al azar con arreglos en parcelas divididas. La parcela grande corresponde al nivel de nitrógeno y la parcela pequeña a las densidades de siembra utilizadas en el terreno. Se realizó análisis de Varianza para demostrar la aceptación o rechazo de la hipótesis investigativa por cada factor. Las medias de los tratamientos fueron separadas utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de significancia ( $\alpha=0.05$ ). También se efectuó análisis de Correlación (Pearson) para determinar el nivel de asociación de las variables evaluadas. Los análisis demuestran que a medida que se incrementaron los niveles de nitrógeno los rendimientos aumentaron. Para la variable rendimiento en el factor nitrógeno, el análisis de varianza indica que el tratamiento 240 kg/N/ha obtuvo un rendimiento de 4,210 kg/ha siendo el mayor rendimiento, el tratamiento 180 kg/N/ha presento rendimiento de 3,744 kg/ha, mientras que el tratamiento con 0 kg/N/ha obtuvo un rendimiento de 3,039 kg/ha, sin embargo, a pesar de las diferencias en rendimiento, la prueba de separación de medias de Tukey indica que los tratamientos 180 y 240 kg/N/ha son estadísticamente similares entre sí, asignándoles la misma categoría (categoría A). La densidad de siembra que generó mayores rendimientos fue la de 110 kg/ha de semilla con un rendimiento de 3,864 kg/ha, mientras que las densidades de siembra de 90 y 130 kg/ha arrojaron resultados de 3,441 y 3,688 kg/ha respectivamente. Además, se encontró correlación positiva para las variables rendimiento, longitud de panícula y número de granos por panícula; por último longitud de panícula, macollamiento y número de granos por panícula.

Palabras clave: Arroz, rendimiento, niveles de nitrógeno, genotipo, densidades de siembra, comportamiento e interacción.



## Índice

<b>Dedicatoria</b> .....	<b>i</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>v</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>1</b>
<b>I- Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Planteamiento del problema</b> .....	<b>3</b>
<b>III. Justificación</b> .....	<b>4</b>
<b>IV. Objetivos de investigación</b> .....	<b>5</b>
<b>Capítulo II</b> .....	<b>6</b>
<b>V. Marco Referencial</b> .....	<b>6</b>
5.1 Antecedentes.....	6
5.2 Marco Teórico .....	8
5.2.1 Origen .....	8
5.2.2 Morfología.....	9
5.2.3 Condiciones Edafoclimáticas .....	9
5.3 Nutrición.....	10
5.3.4 Fertilización.....	16
5.4 Manejo de malezas, plagas y enfermedades.....	17
5.3 Marco Legal.....	24
5.3.1 Normativas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses .....	24
5.3.2 Requisitos de Variedades Comerciales. ....	28
Requisitos de Inscripción .....	28
<b>VI. Hipótesis</b> .....	<b>31</b>
Hipótesis general .....	31
Hipótesis específicas.....	31
<b>Capítulo III</b> .....	<b>32</b>
<b>VII. Diseño Metodológico</b> .....	<b>32</b>
7.1 Descripción del lugar de la investigación.....	32

7.2 Tipo de investigación .....	32
7.3 Enfoque.....	32
7.4 Nivel .....	33
7.5 Correlacional .....	33
7.6 De corte transversal .....	33
7.7 Diseño Experimental .....	33
7.8 Población y Muestra .....	34
7.9 Descripción de los Tratamientos .....	34
7.10 Variables Medidas (cuantificación y calificación) .....	34
7.10.1 Habilidad de Macollamiento .....	35
7.10.2 Población inicial .....	35
7.10.3 Rendimiento de grano.....	35
7.10.4 Peso de 1000 granos .....	35
7.10.5 Longitud de panícula .....	35
7.10.6 Número de granos por panícula.....	36
7.10.7 Porcentaje de fertilidad de grano .....	36
7.11 Manejo Agronómico del Experimento .....	36
7.12 Plano de campo.....	37
7.13 Procesamiento y Análisis de Datos Estadísticos .....	37
7.14 Operacionalización de variables.....	38
<b>Capítulo IV.....</b>	<b>39</b>
<b>VIII. Análisis y Discusión de Resultados .....</b>	<b>39</b>
8.1 Análisis de suelo.....	39
8.2 Análisis de Varianza.....	41
8.2.1 Variable Rendimiento.....	41
8.2.2 Altura de la Planta .....	42
8.2.3 Longitud de Panícula.....	43
8.2.4 Excursión de panícula.....	44
8.2.5 Macollamiento .....	45
8.2.6 Peso de mil granos (PMG).....	46
8.2.7 Número de granos por panícula (NGPP).....	47

8.2.8 Fertilidad de panícula (FP) .....	48
8.3 Relación Beneficio-Costo.....	48
8.4 Análisis de Correlación de Pearson .....	51
<b>Capítulo V .....</b>	<b>56</b>
<b>IX. Conclusiones .....</b>	<b>56</b>
<b>X. Recomendaciones.....</b>	<b>56</b>
<b>XI. Bibliografía .....</b>	<b>57</b>
<b>XII. Anexos.....</b>	<b>67</b>

# Capítulo I

## I- Introducción

El arroz forma parte de la dieta alimenticia del país, es sembrado tanto bajo condiciones de riego como de secano en la mayoría de los departamentos de Nicaragua. Según el IV Censo Nacional Agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Información para el Desarrollo (INIDE, 2011), en Nicaragua se contabilizaron 24,400 productores de arroz. De estos, el 96.63% se dedicaron a la producción de arroz de secano, generando el 18% de la producción nacional y el restante 3.37% se dedicaron a la producción de arroz bajo el sistema de riego, generando el 82% de la producción del país.

Según el Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio (2020), en el ciclo agrícola 2019-2020. En arroz de secano se cosecharon 17.2 miles de manzanas, con una producción de 477.2 miles de quintales oro, 3.9% menor a lo registrado en el ciclo anterior (496.5 miles de quintales oro) y representa el 71% de cumplimiento de la meta (675.0 miles de quintales).

Por otro lado con el arroz de riego se sembraron 81.8 miles de manzanas, con una producción de 4.9 millones de quintales oro, 4.5% mayor al ciclo 2017/2018 (4.6 millones de quintales oro), y representa el 97% de cumplimiento de la meta (5.0 millones de quintales oro).

Se exportaron 216.8 miles de quintales de arroz oro (26.8% mayor que en 2017), con un valor de US\$3.1 millones (28.3% mayor que en 2017). El consumo aparente de 2018 fue 7.2 millones de quintales de arroz oro.

Durante el I semestre del año 2021, se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico del genotipo Milyang23 con la aplicación de tres niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra en el Valle de Sébaco, durante el ciclo verano 2021.

El presente experimento se estableció en el centro experimental TAINIC en la comarca El Horno, municipio Ciudad Darío, Matagalpa, siendo sus coordenadas geográficas 12° 48' 51" de latitud Norte, y 86°09'53" de longitud Oeste con una altitud de 460 msnm.

El diseño utilizado fue de bloques completamente al azar con arreglos en parcelas divididas debido a que se logra una mejor azarización y al momento de la distribución de los tratamientos es más fácil.

El desarrollo de nuevas variedades constituye una de las principales alternativas para incrementar los rendimientos, incluyendo a su vez la adaptación al cambio climático. Para obtener el máximo rendimiento se deben identificar las prácticas de manejo que se adecuen mejor según el comportamiento agronómico de la nueva variedad. Las densidades de siembra y el nivel de nitrógeno son factores determinantes en la producción, ya que están relacionadas con la cantidad de panículas por unidad de área.

Por esta razón, se evalúan tres niveles de nitrógeno y tres densidades de siembra en la variedad Milyang23, con el objetivo de determinar si existe interacción entre los niveles de nitrógeno y las densidades de siembra evaluadas en dicha variedad.

## **II. Planteamiento del problema**

Nicaragua es uno de los mayores productores de arroz en América Central, pero la producción ha sido afectada por el comportamiento agronómico de los genotipos cultivados, además presenta baja resistencia a enfermedades, es importante señalar que el nitrógeno es un fertilizante para la nutrición de la planta, favoreciendo el macollamiento y los factores de la producción deben ser considerados como un factor clave para incrementar los rendimientos.

A partir de lo anterior se formularon las siguientes preguntas:

### **Pregunta general**

¿Qué efecto tienen los diferentes niveles de nitrógeno y las densidades de siembra sobre el rendimiento y el comportamiento agronómico en el genotipo de arroz Milyang23 en el Valle de Sébaco-Matagalpa, I Semestre 2021?

### **Preguntas específicas**

¿Existe interacción entre los niveles de nitrógeno y las densidades de siembra en el genotipo evaluado?

¿Cuál es el nivel de nitrógeno óptimo para garantizar un mejor rendimiento productivo en el genotipo de estudio?

¿Cuál es la densidad de siembra adecuada para garantizar un mejor rendimiento productivo en el genotipo de estudio?

### **III. Justificación**

En la actualidad, el cultivo del arroz (*Oryza sativa L*) es uno de los rubros con mayor importancia para la población nicaragüense, dado que, la producción ha sido afectada por distintos factores climáticos y agronómicos, por tanto, la generación de nuevas variedades constituye una alternativa viable para los productores de la zona arroceras.

Los nuevos genotipos deben de ir acompañado de sus recomendaciones de manejo para poder potencializar su máximo rendimiento. Por eso es necesario realizar una evaluación que permita determinar los niveles de nitrógeno óptimos y las densidades de siembra adecuadas, en el nuevo genotipo Milyang23 que el INTA pretende liberar durante el año 2021, de modo que los productores que vayan a ser beneficiarios de esta nueva tecnología puedan tener las recomendaciones de manejo técnico.

El resultado de este estudio, será de mucha utilidad para los productores, estudiantes universitarios y para el Centro Experimental de arroz TAINIC. También estará disponible en la plataforma virtual y física de la biblioteca Rubén Darío.

## **IV. Objetivos de investigación**

### **Objetivo General:**

Evaluar el comportamiento agronómico del genotipo Milyang23 con la aplicación de tres niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra en el Valle de Sébaco, durante el primer semestre 2021.

### **Objetivos Específicos:**

- Determinar si existe interacción entre los niveles de nitrógeno y las densidades de siembra evaluadas en el genotipo Milyang23.
- Determinar el nivel de nitrógeno óptimo para maximizar los rendimientos.
- Identificar la densidad de siembra que mejor se adecue a las características del genotipo en estudio.



## Capítulo II

### V. Marco Referencial

#### 5.1 Antecedentes

El genotipo de arroz (*Oryza sativa L.*) Milyang23, fue obtenida a partir de la línea IR 1317-316 IR24, durante el invierno de 1975-76 en Corea del Sur. Los científicos coreanos alquilan predios de agricultores en Filipinas para su multiplicación y cosecharon 60 toneladas de semillas en 10.5 hectáreas y las embarcaron de regreso a Corea (Johnson, 1982).

El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el proyecto Kopia Nicaragua desarrollaron un día de campo con productores de Valle de Sébaco y San Isidro del departamento de Matagalpa, con el propósito de evaluar las características agronómicas, pureza genética, calidad industrial y culinaria de nuevos genotipos de arroz coreano como: Asemi, Milyang23 y 70006 (Rodríguez, 2020).

En Costa Rica fue realizada una investigación en la Finca La Vega, propiedad del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y potasio sobre el desarrollo y producción del cultivo de arroz, cultivar C-7 STEC, establecido a diferentes densidades de siembra en época de verano (Porrás, 2013).

En términos generales el desarrollo y producción del arroz, cultivar C-7 STEC, no se vieron influenciados por el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y potasio; por el contrario se encontraron diferencias en estas variables por efecto de la densidad de siembra. La calidad del grano y los componentes de rendimiento del arroz pilado no se vieron influenciados por el efecto de la densidad de siembra, la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno o potasio (Porrás, 2013).

En la estación experimental que tiene bajo arrendamiento la Corporación Arrocera Nacional (CONARROZ) y que es propiedad del Consejo Nacional de la Producción (CNP), provincia Limón, Costa Rica en el año 2010, se realizó un estudio que tuvo por objetivo evaluar el efecto de cinco niveles de nitrógeno y tres densidades de siembra sobre el comportamiento agronómico, productivo e industrial de arroz, material promisorio. LP-5.

Al aumentar la densidad de siembra se redujo el índice de macollamiento, disminuyó la altura al máximo macollamiento, también se redujo la longitud de panícula, los granos llenos y total de granos por panícula, el número de ramificaciones por panícula. También se disminuyó el rendimiento de arroz en granza por hectárea, el rendimiento de grano entero y el ingreso. Del mismo modo, cuando se aumentó la densidad de siembra aumentó el porcentaje de grano quebrado grueso (Gutiérrez, 2010).

Al ser aumentada la fertilización nitrogenada se aumentó el índice de macollamiento, aumentó la altura al máximo macollamiento, al inicio del primordio floral y a la cosecha; en esta última hasta alcanzar una constante a los 80 Kg/ha. Aumentó la longitud de panícula, el número de ramificaciones por panícula hasta un máximo de 80 Kg/ha de nitrógeno, luego el número de ramificaciones tiende a disminuir. Además, aumenta el rendimiento en grano, el rendimiento de pilada, el rendimiento de grano entero, el ingreso, el número de tallos efectivos hasta 120 kg/ha y disminuye en 160 kg/ha. Al aumentar la fertilización nitrogenada se redujo el porcentaje de grano quebrado grueso (Gutiérrez, 2010).

En Uruguay durante el año agrícola 2010 – 2011 se instaló un ensayo en la Unidad Experimental “Paso de la Laguna” perteneciente a INIA Treinta y Tres, titulado “Efecto del desarrollo de la canopia en el rendimiento de cultivares de arroz de alto potencial según densidad de siembra y fertilización nitrogenada”, donde se evaluaron un grupo de cinco cultivares de arroz en tres niveles de densidad de siembra y dos niveles de fertilización nitrogenada, realizándose muestreos destructivos en las etapas fenológicas (Hernández, 2012).

El híbrido Avaxi fue el cultivar con mayor macollaje ( $N^{\circ}$  tallos/m<sup>2</sup> promedio para todo el período), mayor número de panículas por metro cuadrado, mayor No. de granos/m<sup>2</sup> seguido por el otro híbrido Inov, y mayor área específica de hojas (SLA). Avaxi y El Paso 144 (cultivares de alto macollamiento y producción de hojas) fueron los que presentaron mayor IAF y mayor LWR (leaf weight ratio en sus siglas en inglés). El Paso 144 presentó la mayor biomasa total y fue el cultivar que hizo mayor acumulación de biomasa en vainas. En términos promedio Avaxi fue el cultivar con mayor desarrollo foliar respecto a la biomasa total acumulada (Hernández, 2012).

Con el objetivo de mejorar la sostenibilidad de la producción arroceras, fueron introducidos cultivares del tipo indica y japónica para su evaluación en diferentes zonas de producción arroceras, a través del proyecto Mejoramiento de la productividad arroceras en la República Dominicana mediante la introducción de variedades de arroz y técnicas de cultivo de Corea. Los ensayos fueron establecidos en la región Norcentral (Juma, Bonaó), con los cultivares: Asemi, Asemi 1, Milyang23, Samgang, Taebaeg y Cheongcheong. Los cultivares tanto del tipo indica como japónica mostraron buena adaptabilidad y buena tolerancia a las principales enfermedades del cultivo del arroz (Jiménez, 2019).

Dentro de los cultivares Japónica, Asemi y Asemi1 presentaron mayor nivel de tolerancia a las enfermedades. Los cultivares del tipo indica T1 y T2 presentan alto contenido de yeso (centro blanco) mostrando una mala apariencia del grano por lo que fueron descartados y los cultivares coreanos introducidos muestran buena calidad de molinería, con porcentajes que sobre pasan el 70% de granos enteros (Jiménez, 2019).

## **5.2 Marco Teórico**

### **5.2.1 Origen**

El cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*), comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Este cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial. En todo el mundo, ocupa el segundo lugar después del trigo con respecto a superficie cosechada. El arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquiera de los otros cereales cultivados, (Acevedo, 2006).

El arroz es una gramínea domesticada y es a la vez un cultivo milenario, se tiene evidencia de que en algunos países del continente asiático se cultiva desde hace unos 8,000 años, (SAG, 2003).

Este cultivo tiene su origen, en el sudeste asiático (ríos Yangtze y Huoi), ingresando en India, Japón y el resto de Asia. De allí a Grecia, Mesopotamia y el resto de Europa y África del norte, según el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, 2016).

El cultivo de arroz, es esencial en la alimentación de gran parte de la humanidad. Hoy en día, se habla de diferentes fechas y lugares sobre el origen de este grano básico, pero se coincide que proviene del continente asiático en específico China e India.

### **5.2.2 Morfología**

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (Arregocés, 2005), describe la forma de los órganos de la planta de arroz, de la siguiente manera:

**Raíz:** Durante su desarrollo la planta de arroz 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.

El tallo está formado por la alternancia de nudos y entrenudos, el septo es la parte interna del nudo que separa dos entrenudos adyacentes. Además, las hojas de las plantas de arroz, se encuentran distribuidas alternadamente a lo largo del tallo; la primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de los hijos se denomina prófalo, no tiene lámina y está constituido por dos brácteas aquilladas, los bordes del prófalo aseguran por el dorso los hijos jóvenes al tallo (CENTA, 2018).

Las flores de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula. La panícula está situada sobre el nudo apical del tallo, denominado nudo ciliar, cuello o base de la panícula; frecuentemente tiene la forma de un aro ciliado (Arregocés, 2005).

Asimismo, el grano de arroz, comúnmente llamado semilla, recién cosechado está formado por el cariópse y por cáscara, esta última compuesta de glumas. Industrialmente se considera al arroz cáscara aquel comprendido por el conjunto de cariópse y glumas, (Olmos, 2007)

### **5.2.3 Condiciones Edafoclimáticas**

Conocer los requerimientos de suelo y clima para el arroz, es muy importante, pues así se puede determinar si un terreno cumple con los factores claves para su siembra y cosecha.

Para el óptimo desarrollo de esta planta, la textura adecuada del suelo es arcillo-limoso y arcillo-arenoso; además el pH está en un rango de 5.0 a 6.5 y el contenido de materia orgánica del 1 al 50 %. Así mismo, las temperaturas que más favorecen a la producción del arroz varían de 20°C a 30°C y puede ser cultivado desde el nivel del mar hasta los 850 metros de altura, (CENTA, 2018).

La radiación requerida es de 250 a 350 cal/cm<sup>2</sup>/día y son adecuadas humedades relativas superiores a 80%. En cuanto a la precipitación, lo más importante es la distribución de las lluvias, un promedio diario de 10 milímetros durante todo el periodo del cultivo (1,200-1550 mm) (Tinoco, 2009).

El nivel de radiación solar adecuado para obtener un rendimiento de arroz aproximado de 8 a 10 toneladas por hectáreas debe ser mayor que 450 cal/cm<sup>2</sup> por día. El rendimiento disminuye mucho si ese nivel es inferior a 400 cal/cm<sup>2</sup> por día, (Degiovanni, 2010).

La Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG) considera que una precipitación de unos 1,200 milímetros bien distribuidos durante el ciclo de cultivo es suficiente para la obtención de buenos rendimientos. Además, requiere de suelos con alto contenido de arcilla, que son los suelos que retienen y conservan la humedad por más tiempo. Los suelos cuya proporción de arcilla está balanceada con el contenido de arena y limo (suelos francos), (SAG, 2003).

Para el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, el arroz es una planta de día corto (menos de 12 horas de luz) y sensible al fotoperiodo (cantidad de horas luz por día). Además, el pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo es alta (INTA, 2018).

## **5.3 Nutrición**

### **5.3.1 Nitrógeno**

Para el crecimiento del cultivo del arroz, el nitrógeno es el nutriente más limitante, porque casi todos los suelos son deficientes de este elemento. El nitrógeno que absorben las plantas es obtenido de las siguientes fuentes:

- 1) La materia orgánica descompuesta y la mineralización de nitrógeno
- 2) Fertilizantes químicos

3) Fijación de nitrógeno de la atmosfera por las algas

4) La lluvia.

Para el productor las dos primeras son las más importantes, principalmente el segundo, esto por la inversión de dinero que requiere. En los sistemas de siembra de Costa Rica y Nicaragua, hay indicaciones de que las entradas de nitrógeno en el sistema son insignificantes, por lo cual, el problema es conservar el nitrógeno mineralizado de la materia orgánica del suelo y mejorar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados (Cordero, 1993).

El nitrógeno es el elemento posiblemente de mayor influencia en los rendimientos, además en la mayor parte de los casos se le considera como un factor limitante en la producción. Sin embargo a veces se ha encontrado un efecto negativo, la correlación lineal obtenida en 20 países, indica un promedio mundial de aumento en el rendimiento de 12,7Kg de arroz en cáscara por cada Kg de nitrógeno aplicado (Tascon, 1985).

El nitrógeno es muy importante para el desarrollo de la planta, debido a que forma parte de la estructura molecular de las proteínas, de la clorofila, de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) de los citocromos y de las coenzimas (Rodríguez, 1998).

#### **Déficit de nitrógeno provoca:**

Plantas atrofiadas con un limitado macollamiento

Clorosis de hojas viejas

Hojas pequeñas angostas y erectas

Disminución de número de panojas, macollas y granos.

#### **Funciones del nitrógeno**

En el arroz las principales funciones del nitrógeno son las siguientes:

\*Dar el color verde a las plantas.

\*Estimular el rápido desarrollo de las plantas, aumentando la altura y el número de hijos, que incide directamente en el incremento del rendimiento del grano.

\*Aumentar el tamaño de las hojas y de los granos.

\*Aumentar el contenido de proteína en los granos.

\*Mejorar la calidad del cultivo.

\*Suplir el nitrógeno a los microorganismos, mientras que estos descomponen los materiales orgánicos bajos en nitrógeno. (Rodríguez, 1998).

### 5.3.1.3 Factores que afectan la respuesta al Nitrógeno

#### 5.3.1.3.1 Condiciones edáficas

La eficiencia de la aplicación de nitrógeno está afectada por los factores: contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico (CIC), pH, contenido de sales, deficiencia o exceso de otros nutrientes. (Tascon, 1985), concluyó que la respuesta inicial del arroz fue mayor en niveles bajos de materia orgánica, en comparación con niveles medios y altos.

La característica que más afecta la respuesta del nitrógeno en el suelo es la capacidad de intercambio catiónico, entre más sea la CIC, mayor capacidad tiene el suelo para proveer y retener el amonio. Conforme el pH aumenta, se amplían las pérdidas de amonio por volatilización. Cualquier dosis de nitrógeno donde los suelos son salinos, los rendimientos son menores en comparación de los suelos no salinos (Tascon, 1985)

#### 5.3.1.3.2 Condiciones climáticas

Los factores climáticos afectan el crecimiento de dos maneras y con ello la absorción del nitrógeno y en el rendimiento del arroz. Afectan de forma directa los procesos fisiológicos relacionados con la producción (crecimiento vegetativo, formación de los órganos de almacenamiento y llenado de los granos). Asimismo afecta directamente el rendimiento al beneficiar la incidencia de enfermedades, insectos y malezas (Tascon, 1985).

#### A) Radiación solar

Al utilizar una variedad con un buen tipo de planta y el abastecimiento de agua es apropiado, la plantación debe recibir suficiente radiación solar durante el periodo de reproducción para alcanzar respuesta al nitrógeno (Tascon, 1985).

#### B) Temperatura

El efecto que tiene la temperatura en la absorción de nutrimentos por medio de las raíces, depende de la edad de la planta y la duración del periodo de alta o baja temperatura. Esta afecta tanto la acumulación de amonio como la desnitrificación. Las temperaturas bajas disminuyen la cantidad de nutrientes tomados por las raíces de las plantas, a pesar de ello, el mayor efecto de las temperaturas bajas extremas, es debida al daño por el frio y no por deficiencia de nitrógeno. La fertilización con nitrógeno posee efectos sobre la esterilidad, a temperaturas moderadamente bajas (16°C), el porcentaje de esterilidad crece, al aumentar la dosis de nitrógeno (Tascon, 1985).

#### C) Variedad de arroz

Las variedades modernas de alto rendimiento cuando crecen en suelos fértiles no dependen únicamente de los fertilizantes nitrogenados, pero si requieren de un buen manejo de cultivo para superar las variedades tradicionales (Tascon, 1985).

#### D) Características foliares

Las variedades con alta respuesta a la fertilización con nitrógeno, el aumento del índice de área foliar (IAF) es debido principalmente al aumento del número de macollos y por lo cual aumenta el número de hojas. El espaciamiento foliar depende de características importantes de la hoja como el ángulo de inclinación con respecto al tallo y la curvatura que forma al expandirse. (Tascon, 1985).

En los niveles altos de nitrógeno el IAF tiende a aumentar, también aumenta la auto sombra entre las hojas y el coeficiente de extinción de luz disminuye y las hojas sombreadas reducen su capacidad fotosintética; situación que sucede con las variedades de gran crecimiento en la etapa vegetativa, producen mucha área foliar e inutilizan su capacidad



para producir biomasa después de la floración y por efecto de la auto sombra de las hojas, disminuyen su rendimiento en grano.

#### E) Altura de la planta y resistencia al volcamiento

Estudios hechos en el IRRI señalan la existencia de una estrecha correlación entre la altura de planta y la relación entre el peso de los granos y el peso total de la planta. Las variedades de gran crecimiento presentan un bajo índice de cosecha y cuando son dosificadas con nitrógeno, aumenta la altura y disminuye esta relación. Las variedades enanas y semienanas tienen una mejor respuesta en rendimiento de grano a la fertilización con nitrógeno. (Tascon, 1985).

El sobre crecimiento de los entrenudos hace que las plantas sean vulnerables al volcamiento, este corta la transmisión de luz, la fotosíntesis y el transporte de nutrientes, genera esterilidad, baja respuesta al nitrógeno y reduce el rendimiento. (Tascon, 1985).

#### F) Capacidad de macollamiento

La cantidad de panículas por unidad de superficie, depende del número de tallos efectivos a la floración. Las variedades que tienen alta respuesta al nitrógeno, en los primeros estados de crecimiento tienen menos competencia por luz y el número de panículas aumenta al incrementar la dosis de nitrógeno. (Tascon, 1985).

### 5.3.2 Fósforo

El fósforo es fundamental para el desarrollo radicular, crecimiento floración y desarrollo del grano. Es componente de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, así como de las membranas celulares. Cumple una función importante en el metabolismo energético, debido a que es parte constituyente de la molécula ATP (adenosin trifosfato) y NADP (nicotidamina adenin dinucleotido fosfato), que cumplen una función importante en la fotosíntesis, glucosis, respiración y síntesis de ácidos grasos (Rodríguez, 1998).

El fósforo se considera como un elemento nutritivo mayor igual que N y K sin embargo en la mayoría de las plantas se presenta en menores cantidades que estos. El fósforo es absorbido por las plantas en cualquier de las formas como ion ortofosfato monovalente ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ ) o como ion ortofosfato divalente ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ ). El ion absorbido es determinado por el pH del suelo.

Cuando el nitrógeno y el fósforo son físicamente y químicamente asociados al suelo, la absorción del fósforo aumenta., (Adams, 1986).

Incrementa también la resistencia a enfermedades. Una buena fertilización con fósforo ha sido asociada con un incremento del crecimiento de raíces (Nelson, 1991)

Cuando el fósforo es deficiente, el arroz no responde a las aplicaciones de nitrógeno y potasio.

#### 5.3.2.1 Algunas características del déficit de fósforo:

1. Color verde sucio en hojas viejas, tornándose luego en de color amarillo-anaranjado.
2. Plantas atrofiadas con un limitado macollamiento.
3. Reduce la longitud de las hojas y el número de las panojas.
4. Puede aparecer un color rojizo púrpura en las hojas de variedades que tienden a producir el pigmento antocianina.

#### **5.3.3 Potasio**

En el cultivo de arroz su función principal es la regulación hídrica de la planta y aumento de la resistencia a plagas y enfermedades. En forma general, el potasio está relacionado con procesos muy importantes como la fotosíntesis, respiración y formación de clorofila, metabolismo de carbohidratos y activador de enzimas necesarias en la síntesis de proteínas (Rodríguez, 1998).

El potasio es un nutrimento esencial para las plantas. Aproximadamente, 90% del K total que la planta absorbe accede a la raíz por difusión. La concentración de K varía entre 1 y 10 mg K kg<sup>-1</sup> suelo, y puede disminuir por tres razones:

- a) Absorción de las plantas
- b) Lixiviación a capas inferiores (Haylin, 1999)
- c) Fijación que presentan los minerales de arcillas 2:1 (Fasbender, 1987).

La reposición de este elemento a la solución del suelo es a partir del K intercambiable, retenido electrostáticamente por las cargas negativas que presentan la superficie y los bordes de las láminas de arcilla. (Haby, 1990).

El potasio es absorbido como ion “K”. La forma asimilable para las plantas del total del potasio es generalmente pequeña. A diferencia de otros elementos no forma parte de los componentes de la planta. Sus funciones son más bien de naturaleza catalítica. El potasio se enlaza iónicamente a la piruvato quinasa que es esencial en la respiración y en el metabolismo de carbohidratos. Es un constituyente de la fotosíntesis bajo condiciones de baja intensidad. (Bidwell, 1979)

5.3.3.1 Déficit de potasio se presenta de la siguiente manera:

1. En general las plantas se atrofian con una baja capacidad de formación de hijos.
2. Tallos cortos y delgados, menor peso y número de granos.
3. Es difícil diagnosticar en plantas jóvenes, ya que el único síntoma es un cambio de color (verde oscuro) en las hojas más bajas.

5.3.4 Fertilización

5.3.4.1 Recomendaciones para una óptima fertilización

Para Rodríguez (1998), es de suma importancia elaborar un programa de fertilización, se recomienda tomar en consideración los resultados de un análisis de suelo. Con base al contenido de los macronutrientes primarios en el suelo se presentan las siguientes recomendaciones:

\*Primera fertilización: aplicar al momento de la siembra 286 kg/ha (440 lb/mz) de fórmula completa, preferiblemente 15-15-15. Esta aplicación también sirve como enraizador, lo que acelera el proceso de emergencia de la semilla

\*Segunda fertilización: 30 días después de siembra, aplicar 286 kg/ha (440 lb/mz) de Sulfato de Amonio más 65 kg/ha (100 lb/mz) de 0-0-60. Por lo general esta fertilización se realiza en la etapa de macollamiento activo.

\*Tercera fertilización: 60 días después de siembra, aplicar 150 kg/ha (231 lb/mz) de Urea más 65 kg/ha (100 lb/mz) de 0-0-60. Esta tercera fertilización se realiza en la etapa de primordio.

## 5.4 Manejo de malezas, plagas y enfermedades

### 5.4.1 Malezas

La maleza es una planta que se desarrolla dentro de un cultivo, capaz de reducir su crecimiento, desarrollo y producción invadiendo el área del cultivo y depreciando los suelos. Las malezas compiten con el cultivo por espacio, agua y nutrientes y, en muchas ocasiones son hospederos de plagas y enfermedades (Cuevas, 2000)

Los sistemas de manejo integrado de las malezas tienen su origen en el control de insectos perjudiciales. El uso abusivo e indiscriminado de los pesticidas químicos a partir de la segunda guerra mundial creó preocupación debido a sus efectos sobre el medio ambiente y la salud humana. (Fernandez, 1982).

En 1963 la FAO muestra interés debido a los peligros potenciales del uso intensivo de los agroquímicos en el control de plagas, en 1965 se celebra el primer simposio sobre el control integrado de plagas. Y diez años más tarde se celebra el primer simposio sobre el control integrado de malezas. (Fryer, 1977).

#### 5.4.1.1 Control de malezas

##### A) Control mecánico

Se efectúa con herramientas accionadas por la fuerza humana, animal o mecánica; es el arranque de las malezas a mano, o con el uso de máquinas e implementos.

##### B) Control físico

Es el que se efectúa a través de inundación. El control de malezas por inundación del suelo, se efectúa rodeando con bordas o camellones, la parte del terreno que se desea tratar, para luego aplicar una lámina de agua de espesor no inferior a cinco centímetros, mantener inundado durante 21 días.

##### C) Control cultural

Es un manejo integrado de prácticas agronómicas para crear un ambiente inadecuado para las malezas, y entre ellas están: la rotación de cultivos, distanciamientos, densidades y sistemas de siembra. (Fernandez, 1982).

## 1. Control biológico

Se basa en el empleo de aves, insectos o patógenos para el control de plantas indeseables, sin causar daños al cultivo. (Fernandez, 1982).

## 2. Control químico

Para la selección de herbicidas, mezclas, dosis y épocas de aplicación, deberá realizarse un diagnóstico de campo, que permita verificar el estado del terreno, tipo y desarrollo de malezas, así como del cultivo. (Fernandez, 1982).

### 5.4.1.2 Principales malezas del cultivo de arroz

Dentro de los ecosistemas inundados, las malezas se pueden clasificar según el hábitat que ocupen, así podemos encontrar malezas flotantes; que son plantas cuyo cuerpo flota sobre el agua como *Eichornia crassipes*, que posee pecíolos ensanchados que actúan a manera de flotadores. También podemos encontrar plantas emergentes; que son plantas que enraízan en el fondo, pero durante su crecimiento parte de su estructura sale a la superficie del agua, por ejemplo *Cyperus luzulae*. Además existen las plantas marginales que crecen en los márgenes de los canales y en los bordes de los camellones, por ejemplo *Heteranthera sp.* Por último encontramos las plantas sumergidas que permanecen totalmente sumergidas en el agua, tal es el caso de la especie *Elodea canadiense*, maleza poco común en los arrozales (Gonzalez, 1983).

### 5.4.2 Plagas

Desde hace mucho tiempo, se ha pensado que el uso de todas las alternativas de control disponibles contra una determinada plaga, ajustadas esas alternativas a una situación particular, es la única forma de lograr resultados favorables y con posibilidades de mantenerse en el tiempo. Sin embargo, el término “Manejo de Plagas”, sí puede considerarse relativamente reciente, apareciendo como una necesidad conceptual en virtud de la confusión que aún persiste, con el término "Control Integrado". (Clavijo, 1990).

El control integrado fue definido como aquel sistema de control de plagas que combina e integra los métodos químicos y biológicos (Smith, 1954) (Barlett, 1956).

El Control Integrado de plagas es un sistema de manejo de poblaciones plagas que utiliza todas las técnicas adecuadas, en una forma compatible, para reducir dichas poblaciones y mantenerlas por debajo de aquellos niveles capaces de causar daño económico (Smith, 1965).

Es de destacar que esta definición incorpora el uso del término “Manejo de Plagas” que ya había sidousado, manteniéndolo, sin embargo, como sinónimo de control integrado. En 1970, durante una conferencia realizada en la Universidad de Carolina del Norte (Estados Unidos), se discutió por primera vez, y en una forma organizada, los conceptos relativos al “Manejo de Plagas” y es desde ese momento, en nuestra opinión, cuando el término gana aceptación y uso general (Geier, 1963).

El daño causado por las plagas a las plantas de arroz, es uno de los factores que incide sobre la producción, el comportamiento de los insectos y ácaros, varía dependiendo de las condiciones climáticas, sistema de cultivo, época de siembra, estado de desarrollo de la planta y de la variedad. La identificación de las plagas, lo mismo que el conocimiento de sus hábitos, del daño que ocasionan a la planta, de la edad del cultivo en que atacan y la época del año en que aparecen, permite un manejo y control eficiente, para lograr un aumento en la producción del cultivo (Cuevas, 2000)

Síntomas y daños: Las plagas y las enfermedades son causante de vectores que atacan los cultivos, defolian completamente las plantas. Avanza desfoliando a su paso las gramíneas de las cuales deja solo la nervadura central, debilitando el tallo, también causan el manchado del grano y el vaneo de la panícula, causando una reducción en la cosecha, lo cual perjudica la productividad del cultivo. (Cuevas, 2000).

#### 5.4.2.1 Manejo cultural

Comprende aspectos como:

- ✓ Incorporación de los residuos de la cosecha para evitar que los insectos continúen su ciclo.
- ✓ Manejo apropiado de las socas y liberación de los benéficos.
- ✓ Control de las malezas como hospederos.

- ✓ Adecuada preparación de suelos, para destruir huevos, larvas y adultos.
- ✓ Uso apropiado de sistemas y densidades de siembra.
- ✓ Manejo eficiente de riego, sin exceso o escasez para beneficiar a los insectos.  
(Cuevas, 2000)

#### 5.4.2.2 Manejo etológico

Consiste en la utilización de trampas o sustancias para atrapar o atraer los insectos fitófagos. La adopción de esta medida de control se basa en el comportamiento de los insectos con el medio ambiente, tomando en cuenta que los insectos responden de una manera diferente a los estímulos externos. (Cuevas, 2000)

#### 5.4.2.3 Manejo biológico

Es una manera de control permanente, económico, selectivo y no contaminable, que no afecta la fauna benéfica. Otra ventaja de esta práctica es que mantiene las poblaciones de insectos fitófagos en equilibrio con factores bióticos y abióticos. (Cuevas, 2000)

#### 5.4.2.4 Manejo químico

Consiste en la utilización de productos letales denominados como insecticidas.

Para un buen manejo de los insecticidas tenga en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Se debe utilizar como la última opción de control.
- ✓ No siempre el insecticida más tóxico es el más eficiente.
- ✓ No se debe utilizar repetidamente el mismo insecticida.
- ✓ El uso continuo de insecticidas puede ocasionar resurgencia de insectos-plagas.
- ✓ Evite sub-dosificar y sobre dosificar estos productos.
- ✓ Lo insecticidas son los principales contaminantes de suelo, agua y medio ambiente.  
(Cuevas, 2000).

#### 5.4.2.5 Plagas más frecuentes en el cultivo de arroz

##### A) Sogata (*Togasodes orizicolus*)

Esta plaga a pesar de que puede encontrarse sobre plantas de arroz en diferentes estados de desarrollo, especialmente durante las épocas donde se registran mayores niveles de población, se ha observado que se alimenta preferentemente sobre plantas de arroz jóvenes posiblemente entre otras causas, por ser los tejidos más tiernos y por lo tanto adecuados para su alimentación (Meneses, 2001).

El insecto comienza a alimentarse de las plantas desde que estas tienen pocos días de germinadas; pero el daño principal es la inoculación del agente causal del virus de la hoja blanca (VHB). Se observa los primeros síntomas en las plantas afectadas, en función de la edad de las mismas, estos son apreciados en las hojas que emergen después la inoculación del virus y consisten en áreas cloróticas o en lesiones típicas en dependencia de la variedad (Meneses, 2001).

##### B) Chinche del arroz (*Oebalus insularis*)

Este insecto es considerado como una de las tres plagas más importantes del arroz. Existe una estrecha relación entre la incidencia de la plaga y la paniculación del arroz y de otras poáceas que crecen y se desarrollan en los arrozales.

En los campos de arroz con infestación de gramíneas son generalmente más atacados por el chinche que los campos libres de maleza, ya que el insecto prefiere ovipositar y desarrollar el estado ninfal en las gramíneas, fundamentalmente del género *Echinochloa*. En las fases de floración del arroz y cerosa del grano se presentan afectaciones en rendimiento, aunque más tolerante que en el estado lechoso del grano, etapa en donde se debe extremar las precauciones en muestreo y el control de esta plaga importante del arroz. La práctica de eliminación de restos de cosecha es de suma importancia para incrementar el control de las plagas, pero en el chinche es aún más importante, pues este insecto vive en sus etapas juveniles en estas malezas y posteriormente invadirían y afectarían al cultivo de arroz (Gutierrez, 2001).



### 5.5.1 Enfermedades

Es una alteración del desarrollo fisiológico de una planta causado por un agente biótico o abiótico capaz de reducir su productividad. Para que la enfermedad se desarrolle la planta debe estar susceptible, el patógeno que causa la enfermedad al desarrollarse en ella, el medio ambiente que favorece el desarrollo del patógeno y el hombre como responsable del manejo del cultivo. (Cuevas, 2000)

Las enfermedades constituyen uno de los elementos limitantes dentro de la producción de cualquier cultivo. De aquí que su control, sea un factor a tener presente desde la siembra o trasplante hasta la cosecha (Schumann, 1993). Sin embargo muchas veces al no tener el adecuado conocimiento de los posibles microorganismos y patologías asociadas a las especies, y el no saber claramente la sintomatología que producen distintos hongos, bacterias y virus en las plantas, nos lleva a aplicar medidas de control inapropiadas.

Los métodos empleados para manejar enfermedades el cultivo de arroz son: cultural, biológico y químico. (Cuevas, 2000).

#### 5.5.1.1 Principales enfermedades del cultivo de arroz

##### A) Añublo o quemazón del arroz (*Pyricularia grisea*)

Este hongo es el limitante biótico más importante en el cultivo de arroz, conocida internacionalmente como añublo o quemazón del arroz. Es casi norma natural que donde haya arroz, tarde o temprano habrá *Pyricularia*, esto significa en términos agronómicos que el cultivo del arroz se encuentra constantemente amenazado.

Las lesiones varían desde pequeños puntos color café hasta la típica mancha en forma de rombo, con su parte color verde oliva, gris o blanco papeloso, limitada (no siempre) por un borde fino café oscuro, en algunos casos, la lesión se rodea por un halo amarillento. El hongo puede atacar diferentes partes de la planta tales como: hoja, collar foliar, nudo del tallo y la panícula. El desarrollo de *Pyricularia grisea* involucra una etapa de supervivencia en la que el hongo sobrevive en restos de cosecha hasta por seis meses, cuando los residuos se incorporan por labranza la cantidad de inóculo se reduce drásticamente, ya que el hongo posee poca habilidad saprofítica (Muller, 1984).

## B) Virus de la hoja blanca (*VHB*)

El VHB se transmite únicamente por el insecto *Togamosa orizicolus*. El virus es portado en el interior del insecto, cuando el insecto virulífero se alimenta de una planta sana, se produce la transmisión del virus a la planta. El VHB no se transmite por semilla. La transmisión es persistente con periodos de adquisición hasta de una hora. Al ser afectado por el virus, el arroz tiene la capacidad genética de producir individuos no vectores, resistentes al virus. Este fenómeno parece ser un factor determinante en la ocurrencia y duración de epidemias de la hoja (Muller, 1984).

Los síntomas de la enfermedad en las hojas son puntos amarillentos bien definidos sobre el verde normal de la hoja. Los puntos se fusionan formando estrías discontinuas blancuzcas paralelas a las venas. Las rayas se fusionan a lo largo y ancho de la lámina foliar conformando bandas blancuzcas de bordes o márgenes irregulares. En el campo los síntomas pueden confundirse con albinismo, toxicidad por gramínicidas sistémicos, toxicidad por herbicida clomazone y ataque severo de ácaros.

En los últimos años las afecciones han disminuido en la mayoría de las zonas productoras de arroz; tal vez, porque los productores han propiciado un control cultural más consistente; un control químico más efectivo del vector, por el uso restringido de la variedad 1821 y posiblemente porque las poblaciones vectoras han comenzado a disminuir (MAG, 1991).

## C) Pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*)

La infección se presenta en la parte superior de la vaina en el estado de embuchamiento. Los síntomas tempranos son manchas oblongas a irregulares, con centro gris y márgenes cafés o totalmente color marrón. Las lesiones se agrandan, a menudo se unen, y afectan toda la vaina de la hoja. Infecciones severas pueden causar excursión parcial de la panícula. Panículas que no emergen se pudren y muestran un crecimiento abundante de polvillo fungoso dentro de la vaina de la hoja. Panículas que emergen parcialmente pueden producir granos escasamente llenos (MAG, 1991).

## **5.3 Marco Legal**

### **5.3.1 Normativas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses**

Las Normativas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses, son básicamente un manual de ciertos procesos para estar a nivel internacional y que tienen como meta el mejoramiento constante de la calidad de los procesos productivos, para animar la colaboración del sector público, privado y del consumidor en el uso de estas normas (NTON, 2002).

La NTON 11006-02 (2002), 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.

La autoridad para la aplicación de la presente Norma de acuerdo al Art. 7 de la Ley 280, Ley de Producción y Comercio de Semillas, es la Dirección General de Semillas del Ministerio Agropecuario y Forestal y su ejecución estará a cargo de la misma.

#### **5.3.1.1 Especificaciones**

##### **5.3.1.1.2 Selección de campos para multiplicación de semillas**

Los campos para multiplicación de semillas de los cultivos descritos en esta Norma deberán reunir las condiciones siguientes:

1. Estar situado en una zona con condiciones agroecológicas favorables al cultivo.
2. Contar con vías de acceso transitables durante todo el ciclo del cultivo.
3. Después de dos años consecutivos de producir semillas de un mismo cultivo, los campos deberán rotarse con cultivos de diferentes especies al mínimo por una época de siembra.
4. No haber sido sembrados con variedades diferentes a la de multiplicar en los seis meses anteriores, ante de la siembra.
5. En los campos no deben haberse reportado enfermedades de alta diseminación transmitidas por la semilla.

#### 5.3.1.1.3 Fechas de siembra

Siendo que la calidad de la semilla es muy importante en un programa de certificación, esta debe ser producida de manera que su cosecha se realice en un período seco.

Por este motivo se sugiere a los productores sembrar en las fechas recomendadas por la DGS para cada variedad del cultivo a establecer y que se encuentra en la publicación del MAGFOR: “Guías técnicas para producción de semillas de granos básicos, oleaginosas y papa”, marzo de 1998 o en aquellos que el productor estime conveniente de acuerdo con la zona agro climática y los recursos para agilizar la calidad de semilla.

#### 5.3.1.1.4 Aislamiento

Con el objeto de asegurar la pureza de la variedad que se va a producir se han definido los requisitos de aislamiento para cada uno de los cultivos incluidos en esta norma. El aislamiento puede ser definido por espacio, tiempo o ambos.

#### 5.3.1.1.5 Requisitos para la producción de semilla certificada

Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que se dedique a la producción de semillas certificadas deberá inscribirse en la Dirección General de Semillas, detallando en la solicitud de inscripción la información siguiente:

- 1 Nombre y/o razón social.
2. Cultivo.
3. Cultivar o Variedad, categoría.
4. Naturaleza genética: polinización libre o híbrido.
5. Nombre del campo, área y ubicación.
6. Cultivo anterior y fecha de siembra.
7. Será responsabilidad del productor y/o empresa la selección de las áreas para la producción de semillas, certificadas las que deberán cumplir con los requisitos establecidos en el acápite 4.

#### 5.3.1.1.6 Observación de la norma

La verificación y certificación de esta norma estará a cargo del MAGFOR a través de la Dirección General de Semillas.

#### 5.3.1.1.7 Sanciones

El incumplimiento a las disposiciones establecidas en la presente Norma, debe ser sancionado conforme la legislación vigente.

Ley reguladora de la producción y comercialización de semillas (Palacios, 2014).

## TITULO II

### DE LOS ORGANOS

#### CAPITULO III

#### VALIDACION

Artículo 19. Validación. Las actividades de validación de semilla que realizan las instituciones privadas deberán coordinarlas con el INTA y están obligados a inscribirse anualmente en el IPSA, cumpliendo con lo dispuesto en el reglamento de la presente ley y actuando ambas instituciones en el marco de sus competencias.

## TITULO III

### DEL PROCESO DE CERTIFICACION

#### CAPITULO II

#### DEL REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES

Artículo 22. Registros de cultivares.

Crease el Registro Nacional de cultivares a cargo del IPSA; en el cual se inscribirán los cultivares que formen parte del proceso de certificación y serán autorizado para su producción y comercialización. Solo podrán ser sometidas al sistema de producción de semillas certificadas, las variedades que estén inscritas en el registro Nacional de cultivares.

### Artículo 23. Inscripción de Cultivares.

Los registros para la inscripción en el registro de cultivares son:

1. Presentación
2. De la descripción varietal.
3. Denominación de la variedad.
4. Resultados de al menos de un ciclo de ensayos de validación, que podrán ser realizados tanto por programas regionales de investigación reconocidos, por entes públicos o empresas privadas o autorizadas por el ente nacional competente.
5. Los ensayos de validación deberán ser realizados en 3 localidades como mínimo, en las zonas y épocas de mayor producción comercial del cultivo. La nueva variedad deberá de mostrar ser igual o superior al testigo nacional en rendimiento, o bien en otro atributo de tipo agronómico, industrial, nutricional u otra característica de interés particular.
6. Las variedades deberán inscribirse inicialmente en el país donde fueron desarrolladas, según el caso.
7. Para la inscripción en el registro de cultivares se utilizaran los formatos aprobados en los reglamentos técnicos centroamericanos.

Artículo 25. Vigencia del registro. La vigencia para el registro de cultivares será de 5 años para cultivos anuales y semiperennes y diez años para cultivos perennes los cuales serán contados a partir de la fecha de aprobación de la solicitud. Vencido este periodo, a solicitud del interesado, podrá renovar su registro por un periodo adicional.

Artículo 26. Retiro del registro. El IPSA, tendrá la facultad de retirar una variedad del registro, en casos muy específicos por problemas de adaptabilidad, susceptibilidad severa a plagas de importancia económica, para lo cual se deberá presentar el soporte técnico correspondiente y la valoración técnica del CONASEM.

Artículo 28. Certificado de inscripción. Una vez inscrito el cultivar, el IPSA otorgara el certificado de registro de variedades comerciales, al tenor de lo estipulado en el reglamento técnico centroamericano.

## CAPITULO III

### DE LOS PRODUCTORES DE SEMILLA

Artículo 33. Autorización para la multiplicación de material genético. El IPSA autorizara a los centros de investigación públicos y privados, la entrega de semilla básica y registrada a los productores de semillas debidamente inscritos.

#### 5.3.2 Requisitos de Variedades Comerciales.

##### Requisitos de Inscripción

Este documento fue aprobado como Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 65.05.34:06 Requisitos para el Registro de Variedades Comerciales, adoptado por los Subgrupos de Medidas de Normalización e Insumos Agropecuarios Mesa de Semillas. La oficialización de este Reglamento Técnico, conlleva la aprobación por el Consejo de Ministros de Integración Económica, (NTON, 2011).

##### 5.3.2.1 Objeto

Establecer los requisitos que deben cumplirse a efectos de inscribir una variedad vegetal en el registro de variedades comerciales, de modo que se faculte la comercialización de su semilla.

El registro comercial de una variedad no otorga ninguna exclusividad en la explotación de la misma al registrante.

##### 5.3.2.2 Ámbito de Aplicación

Aplica a las variedades vegetales de todos los cultivos que se destinen a la comercialización en estos países.

Los estados partes podrán establecer excepciones para especies vegetales, según sus particularidades, siempre que la excepción implique una disminución de requisitos, ya sea en cuanto a validación, descripción varietal, o ambos.

### 5.3.2.3 Ente Nacional Competente

Corresponde la vigilancia y verificación de la aplicación y cumplimiento del presente Reglamento Técnico Centroamericano a Departamento de Semillas de la Dirección General de Protección y Sanidad Agropecuaria, del Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua.

### 5.3.2.4 Requisitos Generales

Los requisitos para la inscripción en el registro de variedades comerciales son:

1. Presentación de la descripción varietal.
2. Denominación de la variedad.
3. Resultados de al menos un ciclo de ensayos de validación, que podrán ser realizados tanto por programas regionales de investigación reconocidos, por entes públicos o empresa privada autorizada por el ente nacional competente.
4. Los ensayos de validación deberán ser realizados en tres localidades como mínimo, en las zonas y épocas de mayor producción comercial del cultivo. La nueva variedad deberá demostrar ser igual o superior al testigo nacional en rendimiento, o bien en cualquier otro atributo de tipo agronómico, industrial, nutricional u otra característica de interés particular.
5. Las variedades deberán inscribirse inicialmente en el país donde fueron desarrolladas.

### 5.3.2.5 Disposiciones Generales

1. La descripción varietal se realizará de acuerdo a los formatos aprobados (en aquellas especies en que existan formatos consensuados). Para otras especies se procederá según se defina en los procedimientos correspondientes en los países centroamericanos.
2. Para la inscripción en el registro de variedades comerciales, se utilizarán los formatos aprobados en los países centroamericanos.
3. La vigencia para el Registro de Variedades Comerciales será de cinco (5) años para cultivos anuales y semiperennes y diez (10) años para cultivos perennes los cuales serán contados a partir de la fecha de aprobación de la solicitud. Vencido este periodo, a solicitud del interesado podrá renovar su registro por un periodo adicional.



Los países tendrán la facultad de retirar una variedad del registro, en casos muy calificados por problemas de adaptabilidad, susceptibilidad severa a plagas de importancia económica, para lo cual se deberá presentar el soporte técnico correspondiente.

4. La solicitud para la inscripción en el registro de variedades comerciales nacionales o provenientes de terceros países podrá ser tramitada por el propietario del cultivar y/o el obtentor, su representante legal en el país donde se tramite la solicitud, el titular de los derechos, el distribuidor nacional autorizado o institución pública o privada de investigación.

#### 5.3.2.6 Actualización y Revisión del Reglamento

Este Reglamento Técnico será revisado y actualizado a solicitud debidamente justificada de cualquier parte del país.

#### 5.3.2.7 Vigilancia y Verificación

Corresponde la vigilancia y verificación de este reglamento técnico en el territorio centroamericano, a las entidades competentes designadas.

## **VI. Hipótesis**

### **Hipótesis general**

Con el incremento de las dosis de nitrógeno y densidades de siembra se espera incremento en los rendimientos productivos y comportamiento agronómico en el genotipo Milyang23.

### **Hipótesis específicas**

#### **Interacción de factores**

Hipótesis nula: No existe interacción entre los niveles de nitrógeno y las densidades de siembra evaluadas.

Hipótesis Alternativa: Existe interacción entre los niveles de nitrógeno y las densidades de siembra evaluadas.

#### **Factor Nivel de Nitrógeno**

Hipótesis nula: No existe diferencia estadística significativa entre los niveles de nitrógeno.

Hipótesis Alternativa: Existe diferencia estadística significativa entre los niveles de nitrógeno.

#### **Factor Densidades de siembra**

Hipótesis nula: No existe diferencia entre las densidades de siembra.

Hipótesis Alternativa: Existe diferencia entre las densidades de siembra.

## **Capítulo III**

### **VII. Diseño Metodológico**

#### **7.1 Descripción del lugar de la investigación**

El experimento se estableció en diciembre del año 2020, en el Centro Experimental TAINIC, en la comunidad El Horno, Darío, departamento de Matagalpa. La zona donde se llevó a cabo el presente estudio está ubicada en las coordenadas geográficas de 12°48'51" de latitud Norte, y 86°09'53" de longitud Oeste. La altitud del sitio es de 460 msnm (INETER, 2008). Además, los suelos pertenecen a la serie Darío, clase II; de carácter profundos, drenados, planos y alta fertilidad, clasificados como zona de vida de bosque tropical seco – pre montano (INETER, 2008).

Las temperaturas varían entre los 25° y 28° C y las precipitaciones oscilan entre los 800 y 1000 milímetros, concentrados entre los meses de mayo y octubre (Centroamericana, 2017).

#### **7.2 Tipo de investigación**

La investigación es del tipo experimental, ya que en ella la información acerca del fenómeno o hecho investigado se recoge en el campo donde el fenómeno o hecho se presenta, para lo cual se emplean una serie de técnicas o instrumentos de recolección de datos, tales como la observación, el diseño de cuestionarios, la selección de muestras, las técnicas de entrevistas y encuestas, el diseño experimental, las técnicas de etiquetación, el marcaje y la recolección de muestras o especímenes (Muñoz, 2015).

#### **7.3 Enfoque**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, puesto que es un conjunto de procesos secuenciales y probatorios. En ella el investigador plantea un problema de estudio delimitado y concreto sobre el fenómeno, la recolección de los datos se fundamenta en la medición (se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis). Esta recolección se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica (Sampieri, 2014).

#### **7.4 Nivel**

Según el nivel del estudio realizado es descriptiva, pues es aquella que está elaborada de acuerdo con la realidad de un acontecimiento y su característica fundamental es la de indicar un resultado y que se dé una interpretación correcta, que está bien elaborada de forma clara y precisa para que al momento de hacer un análisis sea legible por el lector (Cabezas, 2018).

#### **7.5 Correlacional**

Es correlacional, porque el investigador pretende visualizar cómo se relacionan o vinculan diversos fenómenos entre sí, o si por el contrario no existe relación entre ellos. Lo principal de estos estudios es saber cómo se puede comportar una variable conociendo el comportamiento de otra variable relacionada (evalúan el grado de relación entre dos variables) (Behar, 2008).

#### **7.6 De corte transversal**

Las investigaciones de corte transversal, se destaca por recolectar los datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Iglesias, 2004).

#### **7.7 Diseño Experimental**

Fue utilizado el Diseño de bloque completamente al azar con arreglo en parcelas divididas, ya que facilita la distribución de tratamientos y disminuye la contaminación entre parcelas, porque el nitrógeno es altamente móvil. La parcela grande corresponde al nivel de nitrógeno y la parcela pequeña a las densidades de siembra utilizadas en el terreno.

El diseño experimental consistió en evaluar tres niveles de nitrógeno junto con tres densidades de siembra, para un total de nueve tratamientos y tres bloques o repeticiones, obteniendo veinte y siete unidades experimentales. Cada parcela experimental se estableció en un área de 5x7m (APE: 35 m<sup>2</sup>). La parcela útil se tomó de un área de 3x5 m<sup>2</sup>(APU= 15 m<sup>2</sup>).

El diseño recibe el nombre de parcelas divididas completamente al azar (DBCA), ya que generalmente se asocia uno de los factores a unidades experimentales de mayor tamaño

(parcela principal) y dentro de cada parcela principal se identifican “subparcelas” o parcelas de menor tamaño sobre las cuales se asigna al azar el segundo factor (Gutiérrez, 2019).

### **7.8 Población y Muestra**

El tamaño de la muestra fue por representatividad, que se conoce cuando la unidad de estudio presenta características homogéneas dentro de la población y cuando la muestra se selecciona de forma aleatoria. Ejemplo una unidad muestral puede explicar a 10 unidades muestrales, en este caso las 10 muestras son representativas para la población de la unidad experimental donde se toman los datos de esa muestra y por eso se hacen de manera aleatoria dentro de la unidad experimental, tomando en cuenta el efecto de borde.

### **7.9 Descripción de los Tratamientos**

Se evaluaron tres niveles de fertilización nitrogenada en tres densidades de siembra en la variedad coreana Milyang23.

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos que se evaluaron de tres Niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra en la variedad coreana Milyang23, ciclo verano 2021.

<b>N°</b>	<b>Parcela grande</b>	<b>N°</b>	<b>Parcela pequeña</b>
1	0 Kg/Ha	1	90 Kg/Ha
2	180 Kg/Ha	2	110 Kg/Ha
3	240 Kg/Ha	3	130 Kg/Ha

### **7.10 Variables Medidas (cuantificación y calificación)**

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

**Cuadro 2.** Estados fenológicos de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.

<b>Calificación</b>	<b>Categorías</b>
00	Germinación
01	Plántula
02	Ahijamiento
03	Elongación del tallo
04	Cambio de primordio
05	Panzoneo
06	Floración
07	Estado lechoso del grano
08	Estado pastoso del grano
09	Maduración fisiológica

7.10.1 Habilidad de Macollamiento: Se realizó recuento de tallos productivos por metro cuadrado. Tiempo de evaluación: grano lechoso.

7.10.2 Población inicial: se midió la población inicial a los 10 días de germinado, esta medición se realizó en un área de 1m<sup>2</sup>.

7.10.3 Rendimiento de grano: Se cosecho el grano (granza) en el área de la parcela útil de cada tratamiento, expresándolo en kg ha<sup>-1</sup> y ajustado al 14% de humedad. Tiempo de evaluación: Madurez.

7.10.4 Peso de 1000 granos: Se pesó 1000 granos, expresados en gramos al 14% de humedad. Tiempo de evaluación: Madurez.

7.10.5 Longitud de panícula: Se midió en cm la longitud de la panícula desde la base del cuello hasta el último grano.

7.10.6 Número de granos por panícula: Se realizó conteo de granos totales por panícula, para esto se tomó una muestra de 10 panículas por tratamiento.

7.10.7 Porcentaje de fertilidad de grano: Se realizó conteo de granos vanos y granos enteros, para luego ser calculado el porcentaje de fertilidad de granos de acuerdo al número total de granos por panícula.

### **7.11 Manejo Agronómico del Experimento**

La preparación del suelo se realizó en fanguero con un pase de romplow, dos pases de rotovator y un pase de banca.

La siembra fue al voleo, utilizando las respectivas densidades según correspondió el tratamiento. Se realizó pre germinación de la semilla, sometiéndola a 24hrs sumergida en agua y 48hrs en calor.

En lo referente al control de Insectos, enfermedades y malezas fue realizado según criterios técnicos, considerando el enfoque Agrosostenible del sistema. Se registraron las aplicaciones con fechas, producto, forma, dosis y estado fenológico en el momento de aplicación.

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%, fraccionada de la siguiente forma:
  - Primer fraccionamiento (15 dde) 50% del nitrógeno correspondiente según el tratamiento.
  - Segundo fraccionamiento (35 dde); 25% del nitrógeno correspondiente según el tratamiento.
  - Tercer fraccionamiento (50 dde); 25% del nitrógeno correspondiente.
3. Complementación de fertilización potásica: Formula MOP (0-0-60), 130 kg ha<sup>-1</sup> aplicado con el primer fraccionamiento de nitrógeno.

Se llevaron registros climáticos utilizando los datos de la estación meteorológica TAINIC, iniciando desde el momento de la siembra hasta la cosecha.

### 7.12 Plano de campo

<b>Bloque 3</b>	<b>0 kg/ha</b>			<b>180 kg/ha</b>			<b>240 kg/ha</b>		
	<b>90 kg/ha</b>	<b>130 kg/ha</b>	<b>110 kg/ha</b>	<b>110 kg/ha</b>	<b>90 kg/ha</b>	<b>130 kg/ha</b>	<b>90 kg/ha</b>	<b>130 kg/ha</b>	<b>110 kg/ha</b>
	<b>301</b>	<b>302</b>	<b>303</b>	<b>304</b>	<b>305</b>	<b>306</b>	<b>307</b>	<b>308</b>	<b>309</b>

<b>Bloque 2</b>	<b>180 kg/ha</b>			<b>240 kg/ha</b>			<b>0 kg/ha</b>		
	<b>110 kg/ha</b>	<b>130 kg/ha</b>	<b>90 kg/ha</b>	<b>110 kg/ha</b>	<b>130 kg/ha</b>	<b>90 kg/ha</b>	<b>130 kg/ha</b>	<b>110 kg/ha</b>	<b>90 kg/ha</b>
	<b>209</b>	<b>208</b>	<b>207</b>	<b>206</b>	<b>205</b>	<b>204</b>	<b>203</b>	<b>202</b>	<b>201</b>

<b>Bloque 1</b>	<b>0 kg/ha</b>			<b>180 kg/ha</b>			<b>240 kg/ha</b>		
	<b>130 kg/ha</b>	<b>110 kg/ha</b>	<b>90 kg/ha</b>	<b>110 kg/ha</b>	<b>130 kg/ha</b>	<b>90 kg/ha</b>	<b>110 kg/ha</b>	<b>90 kg/ha</b>	<b>130 kg/ha</b>
	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>109</b>

Fuente: Resultado de Investigación.

### 7.13 Procesamiento y Análisis de Datos Estadísticos

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

También se efectuó análisis de Correlación (Pearson) para determinar el comportamiento de los tratamientos e identificar asociación de los tratamientos con las variables respuesta. Las variables que no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza fueron transformadas y/o analizadas utilizando la Prueba de Freedman. Se utilizó los paquetes estadísticos SAS e InfoStat, según cada tipo de análisis.



### 7.14 Operacionalización de variables

Objetivos	VARIABLES	Sub-VARIABLES	INDICADORES	Instrumentos
Determinar si existe interacción entre los niveles de nitrógeno y las densidades de siembra evaluadas.	Características Agronómicas	Habilidad de Macollamiento	Numero de tallo	Recuento por metro lineal Hoja de campo
		Población inicial	Número de plantas	Hoja de Campo Metro cuadrado y dos varillas
		Longitud de panícula	Longitud del nudo ciliar hasta el último grano de la panícula	Cinta métrica Hoja de campo
Determinar el nivel de nitrógeno óptimo para maximizar los rendimientos.	Rendimientos Productivos	Rendimiento de grano	Cosecha	Balanza Digital Calculadora Probador de humedad
Identificar la densidad de siembra que mejor se adecue a las características del genotipo.	Calidad Industrial	Número de granos por panícula	De diez panículas tomadas al azar de la parcela útil, se contó el número total de granos.	Hoja de datos
		Porcentaje de fertilidad de grano	De diez panículas por cada tratamiento, se contó el número de granos totales y enteros para realizar el calculo	Hoja de datos
		Peso de 1000 granos	Se pesaron 1000 granos al 14% de humedad.	-Balanza -Probador de humedad -Hoja de campo

## Capítulo IV

### VIII. Análisis y Discusión de Resultados

En un país netamente agrícola no habrá un bienestar social y económico, mientras no tenga bien cimentadas las bases de los programas de investigación para la obtención de variedades de alta productividad. La meta que generalmente cuenta en la producción del arroz, es el rendimiento en grano. El macollamiento efectivo por planta, el tamaño y peso de la panícula, son responsable en gran parte del rendimiento del cultivo de arroz. (FEDEARROZ, 2001).

#### 8.1 Análisis de suelo

El análisis de suelo que se realizó en el 2019, presenta que los niveles de nitrógeno en el suelo son adecuados, (2, 280 kg/Nitrógeno Total y 45.6 kg/Nitrógeno Disponible), por lo que el diseño del experimento se realizó implementando niveles de nitrógeno según el dominio de recomendación que utilizan comúnmente los productores.

**Cuadro 3.** Análisis de suelo

<b>Tipo de suelo</b>	Arcilloso	<b>Hierro</b>	30.9 ppm (Medio)
<b>pH del lote</b>	8.25 (medianamente alcalino)	<b>Cobre</b>	4.40 ppm (Alto)
<b>Materia orgánica</b>	1.9 % (Bajo)	<b>Manganeso</b>	118.9 ppm (Alto)
<b>Fosforo</b>	54.30 ppm (Alto)	<b>Zinc</b>	3.4 ppm (Alto)
<b>Potasio</b>	0.67 meq (Alto)	<b>Boro</b>	0.47 ppm (Alto)

Fuente: Mendoza y Córdoba (2017)

Además, en el cuadro 3 se observa que el suelo posee un pH medianamente alcalino, alto contenido de fosforo y potasio, sin embargo, el nivel de pH del suelo reduce la disponibilidad del fosforo existente en el terreno, por lo que siempre es necesario hacer aplicaciones complementarias (Mendoza, 2017).

**Cuadro 4.** Análisis de Varianza

	Rend (kg/ha)	ALT (cm)	LP (cm)	EXC (cm)	MAC	PMG	NGPP	FP								
Nivel de nitrógeno																
0 kg/N	3039	B	66.496	C	17	B	0,4467	B	268.722	B	24	A	77.111	B	90.836	A
180 kg/N	3744	A	76.387	B	20	A	1.08	A	318.889	A	24	A	95.222	A	91.265	A
240 kg/N	4210	A	79.687	A	20	A	1	A	297.167	A	23	A	103.778	A	89.796	A
<b>pr&gt;F</b>	<b>0,001</b>		<b>0.0001</b>		<b>0.0001</b>		<b>0.0035</b>		<b>0.0007</b>		<b>0.6335</b>		<b>0.0018</b>		<b>0.5874</b>	
<b>DMS</b>	<b>639,5</b>		<b>3</b>		<b>1.03</b>		<b>0.4723</b>		<b>25.306</b>		<b>2</b>		<b>15.328</b>		<b>4</b>	
Densidad																
90kg/ha	3441	A	74.140	A	18,89	A	0,9133	A	287.556	A	23	A	94.889	A	90.375	A
110kg/ha	3864	A	74.218	A	19,71	A	0,6444	A	298.833	A	24	A	88.444	A	91.793	A
130kg/ha	3688	A	74.211	A	18,94	A	1,1	A	298.389	A	24	A	92.778	A	89.729	A
<b>pr&gt;F</b>	<b>0,248</b>		<b>0.9967</b>		<b>0.1006</b>		<b>0.0634</b>		<b>0.4298</b>		<b>0.3984</b>		<b>0.5376</b>		<b>0.3680</b>	
<b>DMS</b>	<b>639,5</b>		<b>3</b>		<b>1.03</b>		<b>0.4723</b>		<b>25.306</b>		<b>2</b>		<b>15.328</b>		<b>4</b>	
<b>Interaccion N*D</b>																
0 kg/N - 90 kg/ha	2789.64		66,86		16,87		0,57		265,66		22,65		73		99,11	
0 kg/N - 110 kg/ha	2987.36		65,32		17,65		0,21		257,33		23,84		79		92,52	
0 kg/N - 130 kg/ha	3341.15		67,29		17,01		0,55		283,16		24,64		79,33		91,86	
180 kg/N - 90 kg/ha	3615.73		75,39		19,8		1,16		304,66		23,86		95,66		92,36	
180 kg/N - 110 kg/ha	4111,03		77,94		20,81		0,72		334,83		22,88		99,33		90,99	
180 kg/N - 130 kg/ha	3504,65		75,82		20,09		1,38		317,16		24,62		90,66		90,43	
240 kg/N - 90 kg/ha	3918,46		80,16		20,02		1		292,33		22,28		116		90,64	
240 kg/N - 110 kg/ha	4493,98		79,38		26,66		1		304,33		24,2		87		91,85	
240 kg/N - 130 kg/ha	4218,01		79,51		19,72		1,4		294,83		22,8		108,33		86,88	
<b>pr&gt;F para N*D</b>	<b>0,575</b>		<b>0,4834</b>		<b>0,9756</b>		<b>0,7648</b>		<b>0,3642</b>		<b>0,444</b>		<b>0,1217</b>		<b>0,2309</b>	
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,82</b>		<b>0,95</b>		<b>0,9</b>		<b>0,74</b>		<b>0,91</b>		<b>0,55</b>		<b>0,75</b>		<b>0,59</b>	

Fuente: Resultado de Investigación.

## **8.2 Análisis de Varianza**

En un diseño de parcelas divididas cuando existe interacción se analiza la interacción, si no hay interacción se analizan los factores por separado, el valor de la probabilidad (P) demuestra si hay valor significativo, lo que implica que al menos un tratamiento es diferente. Cuando no hay interacción significativa, eso quiere decir que no hay un tratamiento que dispare la interacción, para la variable rendimiento no existe diferencia estadística significativa en los factores por lo cual se procede a evaluar cada factor por separado.

El  $R^2$  representa el porcentaje de variación que esta atribuida por el efecto de los tratamientos en estudio, o que tanta variación es debida al factor que se está investigando.

### **8.2.1 Variable Rendimiento**

Para la variable rendimiento en el factor nitrógeno, el análisis de varianza indica que existe diferencia estadística significativa ( $p=0.001$ ) el tratamiento 240 kilogramo de nitrógeno por hectárea obtuvo un rendimiento de 4210 kg/ha siendo el mayor rendimiento, el tratamiento 180 kg/N/ha presento rendimiento de 3744 kg/ha, mientras que el tratamiento con 0 kg/N/ha obtuvo un rendimiento de 3039 kg/ha, sin embargo, a pesar de las diferencias en rendimiento, la prueba de separación de medias de Tukey indica que los tratamientos 180 y 240 kg/N/ha son estadísticamente similares entre sí, asignándoles la misma categoría (categoría A) y el tratamiento sin nitrógeno es estadísticamente diferente a los otros tratamientos y se agrupa en la categoría B.

El tratamiento que obtuvo un mayor rendimiento fue el de 240 kg/N/ha, esto se da debido a que el nitrógeno es un constituyente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleicos y de la clorofila que promueve el rápido crecimiento, el número espiguillas por panoja, el porcentaje de espiguillas llenas y el contenido de proteínas en el grano (Fairhurst, 2005).

En el factor densidad, para la variable rendimiento, el análisis de varianza revela que son estadísticamente similares, que no hay diferencia estadística significativa ( $p=0.248$ ), el tratamiento de 90 kg/ha de similla obtuvo un rendimiento de 3441 kg/ha, la otra densidad de 110 kg/ha tuvo el rendimiento más alto con 3864 kg/ha y por último se logró un rendimiento de 3688 kg/ha para la densidad de siembra de 130 kg/ha. Según el análisis, se acepta la hipótesis nula, no existe diferencia entre los tratamientos evaluados y es por ello que Tukey

asigna las mismas letras a todos los tratamientos indicando que tanto 90,110 y 130 kg/ha son estadísticamente similares entre sí, pero se observa una ligera tendencia al incremento de cuando se utiliza 110 kg/ha de semilla.

Además, se tiene un  $R^2$  del 82 por ciento y esto quiere decir que, el 82% de la variación en esta variable está influido directamente por el efecto de los tratamientos.

Porras (2013) en una investigación evaluó el comportamiento de distintas densidades de siembra con niveles de nitrógeno y en términos generales se puede observar que al aumentar la densidad de siembra se disminuyó el rendimiento.

### **8.2.2 Altura de la Planta**

La altura de la planta de arroz, es fuertemente influenciada por condiciones ambientales. Este cultivo posee una altura variable, ya que existen variedades de porte bajo, intermedios y alto. La altura de las variedades comerciales oscilan entre 1 a 1.5 m (Zavala, 1988).

La altura es un carácter muy importante sobre todo en el cultivo del arroz, es un carácter comúnmente ligado al acame (Boza, 1998).

Para la altura de planta con el factor nivel de nitrógeno, el análisis de varianza indica que existe diferencia estadística significativa ( $p=0.0001$ ), la mayor altura se obtiene de 240 kg/N/ha (79 cm), los tratamientos de 0 y 180 kg/N/ha alcanzaron una altura de 66 y 76 cm; lo que significa, que al utilizar una dosis de nitrógeno baja la planta se puede quedar de menor tamaño. En la prueba de separación de medias de Tukey se refuerza lo anteriormente dicho, pues en esta, se separa los tratamientos en tres diferentes categorías (A, B y C), indicando que cada uno es distinto al otro.

Para el caso de densidad el análisis de varianza demostró que no hay diferencia estadística significativa ( $p=0.9967$ ), lo que quiere decir que con la densidad que se use la altura no va a variar. La altura promedio en las tres densidades osciló entre los 74 cm, por lo que Tukey les asignó a cada tratamiento la misma categoría (categoría A).

Porras (2013), encontró que los niveles de nitrógeno producen variación en la altura de la planta, indicando que a medida que se incrementan las cantidades de nitrógeno aplicadas, se

obtienen plantas de mayor altura, llegando a encontrar diferencias de 4 cm entre los diferentes niveles que utilizó.

Bravo (1980), menciona en su investigación que el vigor y la altura de la planta estuvieron directamente relacionados con los niveles de nitrógeno aplicados

La variable altura, es de vital importancia en el cultivo de arroz, debido a que las plantas que tienen mayor altura, los tallos son más débiles y se pueden ver afectadas por los fuertes vientos asociados con un exceso de humedad. El acame causa una reducción de la calidad molinera como resultado de la fragilidad del grano, la resistencia del acame está asociada con la altura de planta, la naturaleza, extensión del sistema radicular y con el espesor y resistencia de la vaina (Poehlman, 1973).

### **8.2.3 Longitud de Panícula**

Se debería de esperar rendimientos más altos de las líneas que combinan buen macollamiento con panículas largas. Sin embargo, muchos investigadores se preocupan innecesariamente por el tamaño de la panícula como objetivo de mejoramiento (Jeannings et, 1981).

La longitud de panícula para el factor nitrógeno, en el análisis de varianza reveló que hay diferencia estadística significativa ( $p=0.0001$ ), cuando se utilizó el nivel de 0 kg/N/ha las panículas obtuvieron una longitud de 17 cm y con los tratamientos de 180 y 240 kg/N/ha el largo de la panícula fue de 20 cm. Lo que muestra una vez más la importancia del uso de nitrógeno en la fertilización de los cultivos para obtener un mayor rendimiento significativo. Para esta variable, Tukey le asigna la categoría B, al tratamiento de 0 kg/N/ha y a los tratamientos de 180 y 240 kg/N/ha los agrupa en una misma categoría (categoría B).

Para la longitud de panícula en el factor densidad, se muestra que no hay diferencia estadística significativa ( $p=0.1006$ ), por lo tanto se aprueba la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, lo que quiere decir, que los tratamientos son iguales y no importando que densidad de siembra se utilice, esto no afectará la longitud de la panícula. El largo de panícula en este factor, oscila entre los 18 y 19 cm, por tanto Tukey en su prueba de separación de medias los clasifica en la misma categoría (categoría A)

Porras (2013), realizó un estudio para determinar la respuesta de tres densidades de siembra a distintos niveles de nitrógeno, en donde se encontró que la dosis de 50 kg/N/ha presentó el mayor número de panículas medianas por m<sup>2</sup> en comparación con los tratamientos evaluados. Además, la prueba de Tukey, indicó que la dosis de 60 kg/ha presentó la mayor cantidad de panículas grandes por m<sup>2</sup>, por lo que estos resultados coinciden que al incrementar la dosis de nitrógeno, existe una tendencia al aumento del largo de panícula.

#### **8.2.4 Excursión de panícula**

La excursión de la panícula es una variable agronómica importante a considerar en el proceso de selección, las panículas que tienen la habilidad de emerger completamente de la hoja bandera evitando la esterilidad (mal llenado de la espiguilla), ataque de patógenos en la base de la panícula y dificultad de la cosecha (Zeledón, 1993).

Para la variable excursión de panícula en el factor nitrógeno, el análisis de varianza indica que existe diferencia estadística significativa ( $p=0.0035$ ), el tratamiento de 0 kg/N/ha presento un resultado de 0.4767 cm, el tratamiento de 240 kg/N/ha consiguió 1 cm de excursión y el que alcanzó una mayor excursión fue el tratamiento de 180 kg/N/ha con 1.08 cm. Para Tukey al menos uno de los tratamientos es diferente, por lo tanto a separó al nivel de 0 kg/N/ha en la categoría B y a los niveles de 180 y 240 kg/N/ha en la categoría A.

Esto indica que existe una relación entre la cantidad de nitrógeno utilizado y la excursión de la panícula, a mayor cantidad de nitrógeno, el largo de la excursión de la panícula tiende a aumentar, en comparación al tratamiento con ausencia de nitrógeno. Cuando una panícula no está excerta puede traer problemas tales como: enfermedades fungosas (pudrición de la panícula).

En el factor densidad de siembra, la excursión de panícula según el análisis de varianza no existe diferencia estadística significativa ( $p=0.0634$ ), eso quiere decir que no hay un tratamiento que sea diferente a los demás y Tukey los agrupa en una misma categoría (categoría A). Los tratamientos de 90, 110 y 130 kg/ha obtuvieron una excursión de 0.91, 0.64 y 1.1 cm correspondientemente. La densidad no afecta a la variable excursión.

En un estudio comparativo de líneas de arroz, se consideró que el comportamiento de la variable excursión de panícula se debió principalmente a características genéticas intrínsecas

de cada línea y variedad, además de las condiciones climáticas imperantes de la zona (Saavedra, 2004).

La excersión es una variable de suma importancia para el proceso de selección de un material genético; de igual manera, destaca que una pésima excersión o la ausencia de ella, dificulta la cosecha cuando ésta se realiza de forma mecánica (Zeledón, 1993).

### **8.2.5 Macollamiento**

El macollamiento es uno de los componentes del rendimiento y su máxima expresión estará en dependencia de los nutrientes, agua y espacio. Una combinación de alta habilidad de macollamiento y una agrupación compacta de tallos, permitirá que las macollas reciban mayor radiación solar (Lira, 2004)

El análisis de varianza indica que, para la variable macollamiento existe diferencia estadística significativa entre los niveles de nitrógeno utilizados ( $p=0.0007$ ), el nivel de 0 kg/N/ha presentó 268.7 macollas por metro cuadrado, el nivel de 180 kg/N/ha tuvo 318.8 macollas por  $m^2$  y el tratamiento de 240 kg/N/ha obtuvo 297.1 macollas por  $m^2$ , lo que significa que el uso de nitrógeno no solo ayuda al crecimiento y elongación de la planta en sí, sino también a la producción y rendimiento de esta. La prueba de separación de medias de Tukey indica que el nivel de 0 kg/N/ha pertenece a la categoría B y los tratamientos de 180 y 240 kg/N/ha son clasificados en la categoría A, aunque se observó un mayor número de macollas por  $m^2$  en el nivel de 180 kg/N/ha.

El análisis de varianza, para el factor densidad indica que no hay diferencia estadística significativa ( $p=0.4298$ ), esto significa que la cantidad de semilla que se utilice no está influyendo en la cantidad de macollas, ya que este efecto está siendo alterado principalmente por los niveles de nitrógeno utilizados. Para las densidades de siembra de 110 y 130 kg/ha de semillas, el número de macollas por  $m^2$  fue de 298 y para la densidad de 90 kg/ha fue de 287 por  $m^2$ . En este caso Tukey agrupo a las tres densidades de siembra en una misma categoría (categoría A).

En estudios previos de fertilización nitrogenada en el cultivo del arroz, se pudo observar que en el tratamiento con un nivel de nitrógeno más elevado obtuvo mayor promedio de número de hijos por planta (Granados, 2012). Esto se debe a que el nitrógeno es un nutriente



determinante del macollamiento, ya que es el responsable de la producción de biomasa en el cultivo del arroz (Fairhurst, 2005).

### **8.2.6 Peso de mil granos (PMG)**

Para el factor nitrógeno en la variable peso de mil granos, el análisis de varianza demostró que no hay diferencia estadística significativa ( $p=0.6335$ ), lo que indica que no existe influencia del nivel de nitrógeno aplicado en el peso de mil granos. El promedio de peso osciló entre los 23 y 24 gramos, Por lo que Tukey en la prueba de separación de medias le asignó la misma categoría a los tres niveles de nitrógeno (categoría A), dando a entender, que no hubo ningún tratamiento diferente a los demás.

El análisis de varianza para el factor densidad, indica que no existe diferencia estadística significativa ( $p=0.3984$ ) y Tukey agrupa a los tratamientos en la categoría A, lo que significa que ninguna de las densidades de siembra afecta al peso de mil granos.

Sin embargo un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano, los granos largos a extra largos son los que obtienen mayor peso de los cuales fluctúan entre 25 y 35 gramos (Lopez, 1991)

Gutiérrez (2010), revela que no encontró influencia de las interacciones de nitrógeno y densidades de siembra en el peso de mil granos. Esto obedece principalmente a que el PMG es un carácter estable en óptimas condiciones del cultivo y depende fundamentalmente de la variedad; sin embargo, un incremento en el rendimiento se puede lograr materiales con mayor peso, y granos largos a extra largos. (López, 1991).

Tascón y García (1985) afirman que, las plantas expuestas a un óptimo suministro de nitrógeno en cada fase de crecimiento, con numerosas hojas activas y en condiciones adecuadas de ambiente producen gran cantidad de carbohidratos durante la fase reproductiva y de maduración, lo cual a su vez da como resultado un gran número de granos con buen peso por panícula.

### **8.2.7 Número de granos por panícula (NGPP)**

El número de panículas por unidad de área y el número de granos por panícula son las variables que están más consistentemente correlacionadas con los rendimientos, (Poehlman, 1973).

En el factor nivel de nitrógeno, para el número de granos por panícula, el análisis de varianza mostró que existe diferencia estadística significativa ( $p=0.0018$ ); para los niveles de 0, 180 y 240 kg/N/ha el NGPP fue de 77, 95 y 103 correspondientemente, por lo tanto en las pruebas de separación de medias al tratamiento de 0 kg/N/ha se le asignó en la categoría B y los otros dos tratamientos fueron agrupados en la categoría A. Al utilizar nitrógeno, si existe un incremento de granos por panícula y el tratamiento donde no se utilizó nitrógeno la cantidad de granos panícula es baja.

Para la variable NGPP en el factor densidad, el análisis de varianza mostró que no existe diferencia estadística significativa ( $p=0.5376$ ); para la densidad de siembra de 90 kg/ha el NGPP que se obtuvo fue de 94, la densidad de 110 kg/ha tuvo 88 granos por panícula y la última densidad de 130 kg/ha alcanzó una cantidad de 92 granos. Además, Tukey agrupa a estas densidades de siembra en una misma categoría (categoría A).

En estudio en el que se evaluaron los efectos de distintos niveles de nitrógeno y densidades de siembra, se determinó que los niveles de nitrógeno influyen en forma altamente significativa en el número de granos por panícula, independientemente de la densidad de siembra (Bravo, 1980).

El número de granos por panícula está definido por su longitud, la fertilización efectuada y las condiciones térmicas donde las bajas temperaturas y lumínicas producen una elevada tasa de esterilidad (Tinarelli, 1989).

Las variedades modernas de arroz con una población adecuada, para obtener rendimientos aceptables se debe tener un promedio de 60 o más granos por panícula (Tascon, 1985). Tomando en cuenta este concepto, los tres niveles de nitrógeno presentaron promedios aceptables de granos por panículas.

### **8.2.8 Fertilidad de panícula (FP)**

El número de espiguillas, es el segundo en importancia entre los componentes del rendimiento y es controlado durante la fase vegetativa. El número de espiguillas se disminuye si las ramas secundarias no se forman o si se forman y luego se degeneran (Lira, 2004).

En el análisis de varianza, para la variable fertilidad de la panícula en el factor nivel de nitrógeno, indica que no existe diferencia estadística significativa ( $p=0.5874$ ), el nivel de 0 kg/N/ha logró una fertilidad de panícula del 90 por ciento, el nivel de 180 kg/N/ha alcanzó una FP del 91 % y el tratamiento de 240 kg/N/ha fue el que obtuvo la menor FP, con un 89 %; es decir, los niveles de nitrógeno no tuvieron influencia directa sobre la fertilidad de la panícula. Además, Tukey en la separación de medias clasificó a los tres niveles de nitrógeno en la categoría A.

En el factor densidad, el análisis de varianza muestra que no existe diferencia estadística significativa ( $p=0.3680$ ), para las densidades de siembra de 90, 110 y 130 kg/ha de semilla los resultados de FP, fueron de 90, 91 y 89 respectivamente. En la separación de medias Tukey agrupa a las tres densidades en la categoría A.

En una investigación realizada sobre el efecto de niveles de nitrógeno, se comprobó que las líneas de arroz en estudio, tendieron a incrementar la fertilidad de las espiguillas a medida que se incrementaron los niveles de nitrógeno (Romero, 1999).

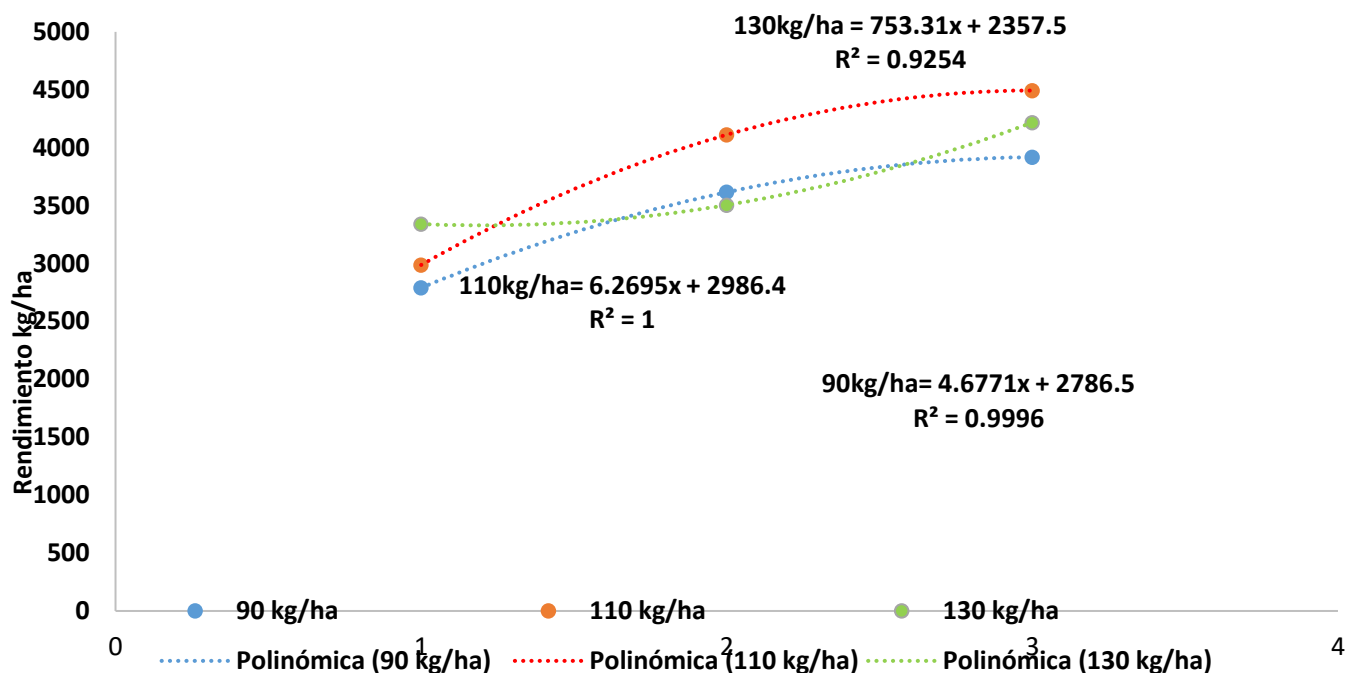
Tascón y García (1985), afirman que el número de granos llenos (fertilidad de la panícula) es mayor a medida que incrementa la cantidad de nitrógeno suministrado.

### **8.3 Relación Beneficio-Costo**

Al utilizar la dosis de 180 kg/N/ha se reduce un 25% de fertilizante, porque los productores en la zona tradicionalmente utilizan 240 kg/N/ha en forma de urea. Esto representa beneficios económicos para el productor por el costo actual de los fertilizantes en el mercado.

También, se está contribuyendo a la preservación del medio ambiente, ya que se disminuyen las emisiones de óxido nitroso hacia la atmósfera, que son provenientes principalmente de los fertilizantes.

**Gráfico 1.** Regresión de los factores Densidad de siembra y Niveles de Nitrógeno con la variable Rendimiento.



Fuente: Resultados de investigación

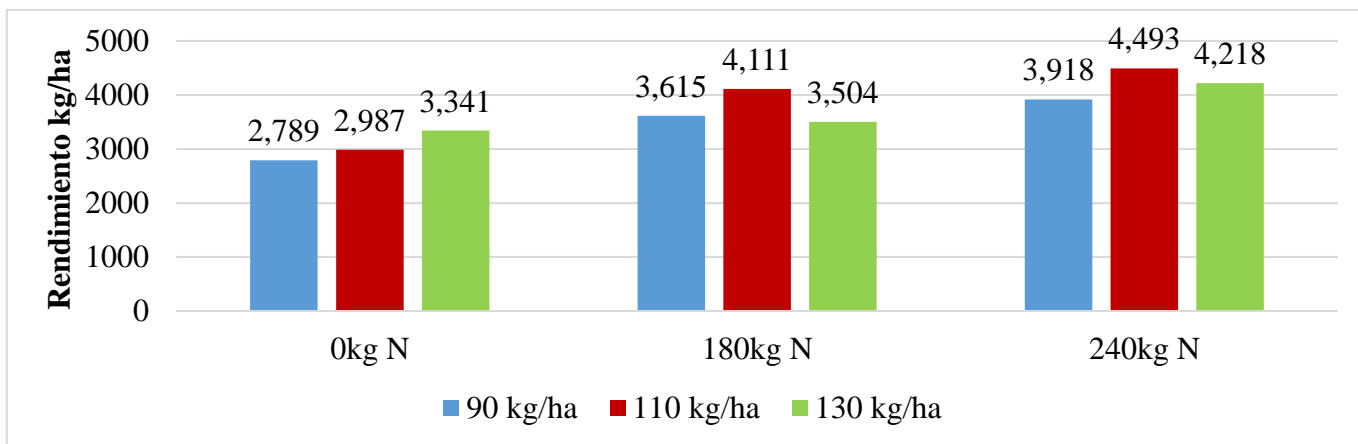
Ahora bien, en el gráfico 1 de regresión, se observa el comportamiento del genotipo o la tendencia ante el cruce de las densidades de siembra y los niveles de nitrógeno utilizados. La línea azul representa los 90 kilogramos de semillas por hectárea, la línea roja los 110 kg/ha y la verde los 130 kg/ha. Además, se tienen los niveles de nitrógeno de 0, 180 y 240 kilogramos de nitrógeno.

Asimismo, el que obtuvo un mejor rendimiento al final es la densidad de siembra de 110 kg/ha de semillas, es cierto que se los rendimientos no superaron los 5000 kg/ha, pero en la tendencia se nota que a medida que se aumentan los niveles de nitrógeno, el rendimiento va subiendo.

Es decir, la tendencia se dirige a aumentar los rendimientos, sin embargo al utilizar los 130 kg/ha en el nivel de 0 kg/ha, el rendimiento es más alto en comparación a las otras densidades. En el siguiente nivel de nitrógeno (180 kg/ha), hay un cruce con los 90 kg/ha de semillas, en donde tiende a superar ligeramente al rendimiento de 130 kg/ha, pero es mínima la diferencia.

En todas las densidades se mantuvo la tendencia al incremento del rendimiento con el incremento de los niveles de nitrógeno, pero en este experimento el mejor resultado le pertenece a la densidad de 110 kg/ha, al obtener entre 4,000 y 4,500 kilogramos por hectárea en sus mejores puntos.

**Gráfico 2.** Comportamiento entre las densidades de siembra y los niveles de nitrógeno con la variable Rendimiento.



Fuente: Resultados de investigación

Asimismo, el gráfico 2 se realizó para reforzar los argumentos utilizados en el gráfico de regresión y así consolidar el análisis anterior, que a medida que se incrementó los niveles de nitrógeno el rendimiento aumento, pero la densidad que obtuvo mejor comportamiento fue la de 110 kg/ha.

Las densidades que están con menor rendimiento, son a las que fue aplicado el nivel de 0 kilogramos de nitrógeno y en las que se utilizó el nivel de 240 kg/ha tuvieron los rendimientos más altos.

Además, la densidad de 110 kg/ha con 240 kg/ ha de nitrógeno, fue la que presentó un rendimiento más elevado. Sin embargo, en el análisis de varianza se mostró que no hay interacción entre los factores estudiados, es decir, aunque obtuvo un mayor rendimiento eso no es significativo. En pocas palabras, no hay un tratamiento que destaque de manera significativa frente a los demás.

#### 8.4 Análisis de Correlación de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson, Tiene como objetivo medir la fuerza o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bi-variada conjunta (González, 2005).

La correlación es una medida de la relación (co-variación) lineal entre dos variables cuantitativas continuas (x, y). La manera más sencilla de saber si dos variables están correlacionadas es determinar si co-varían (varían conjuntamente). Es importante hacer notar que esta co-variación no implica necesariamente causalidad. (Vinuesa, 2016).

Este análisis mide el nivel de asociación entre las variables, para saber que variables están influenciando más en el rendimiento.

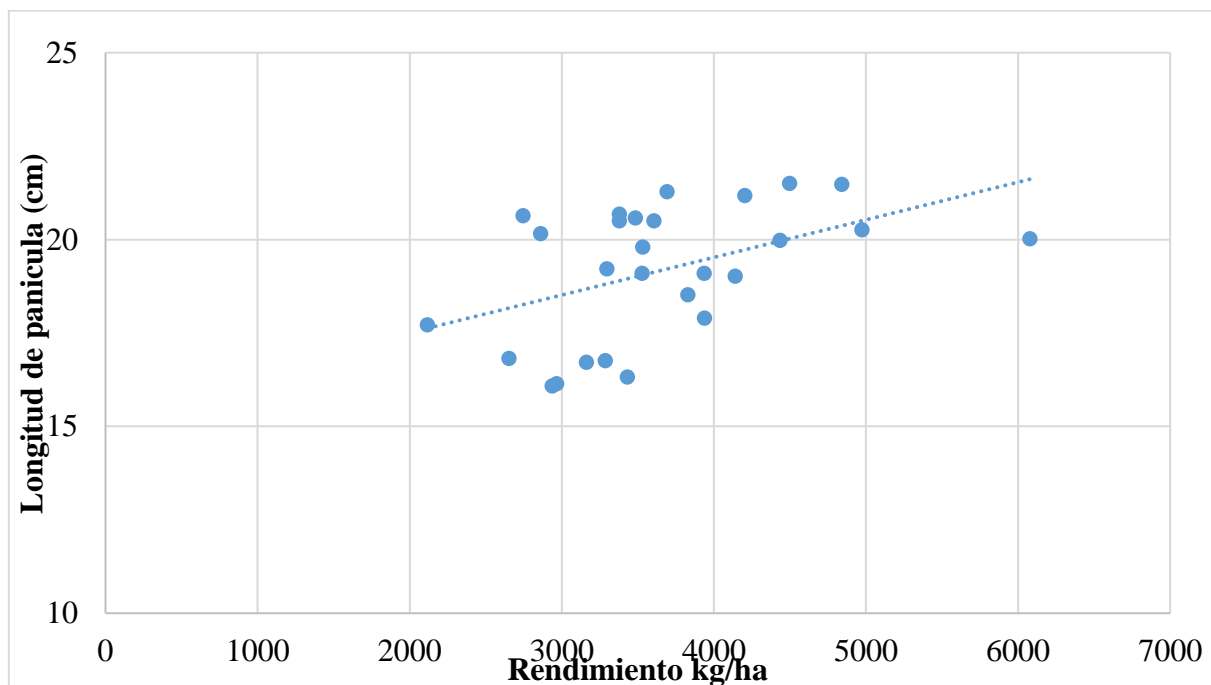
**Cuadro 4.** Correlación de Pearson: Coeficientes/Probabilidades

	LP	Mac	PMG	NGPP	FP
Rend kg/ha	<b>0.01</b>	0.77	0.97	<b>0.01</b>	0.76
	0.47	-0.06	0.01	0.47	-0.06
LP		<b>0.0017</b>	0.880	<b>0.01</b>	0.2
		0.57	0.03	0.5	0.26
Mac			0.49	0.09	0.61
			0.14	0.33	0.1
PMG				0.8	0.96
				-0.05	-0.01
NGPP					0.67
					-0.08

Fuente: Resultados de investigación

En el Cuadro 4, se presentan los resultados de los análisis de correlación, donde se encontró efecto de correlación significativa en cuatro pares de las variables estudiadas, para demostrar que la correlación es significativa el valor de la probabilidad debe ser menor a 0.05 y las probabilidades mayores a 0.05 no tienen una correlación significativa entre sí. De una u otra manera las variables siempre están asociadas, porque es la misma planta y el mismo manejo, lo que se determina es que tan significativa es la asociación.

**Gráfico 3.** Correlación de las variables Rendimiento y Longitud de panícula.



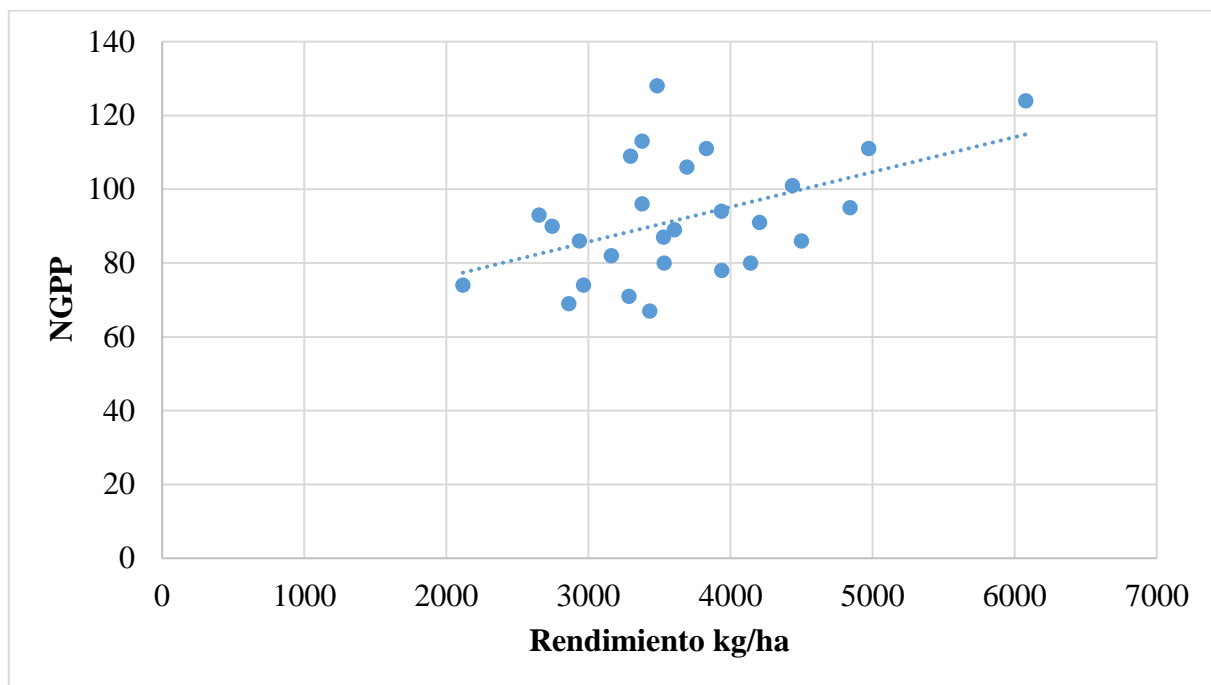
Fuente: Resultados de investigación

El primer par de variables Rendimiento kg/ha y Longitud de panícula, presentaron una correlación significativa ( $p=0.01$ ) y un coeficiente de correlación del 47%, indicando que estas variables se asocian entre sí. Esto implica que a medida que incrementó la longitud de panícula también incrementó el rendimiento, es decir, panículas más largas generaron mayor rendimiento.

En el gráfico 3 se puede ver la tendencia de la correlación de estas variables, en donde las panículas cercanas a los 15 centímetros de longitud presentaron rendimientos entre los 2,000 y 3,000 kg de semillas por ha; mientras que panículas superiores a los 20 centímetros obtuvieron desde 4,000 hasta los casi 5,000 kg/ha de rendimiento.

Esto coincidió con un estudio realizado en Uruguay, donde se observó que la longitud de panícula mostró una correlación positiva y muy significativa con la variable rendimiento (Méndez, 2007).

**Gráfico 4.** Correlación de las variables Rendimientos y Número de Granos por panícula.



Fuente: Resultados de investigación

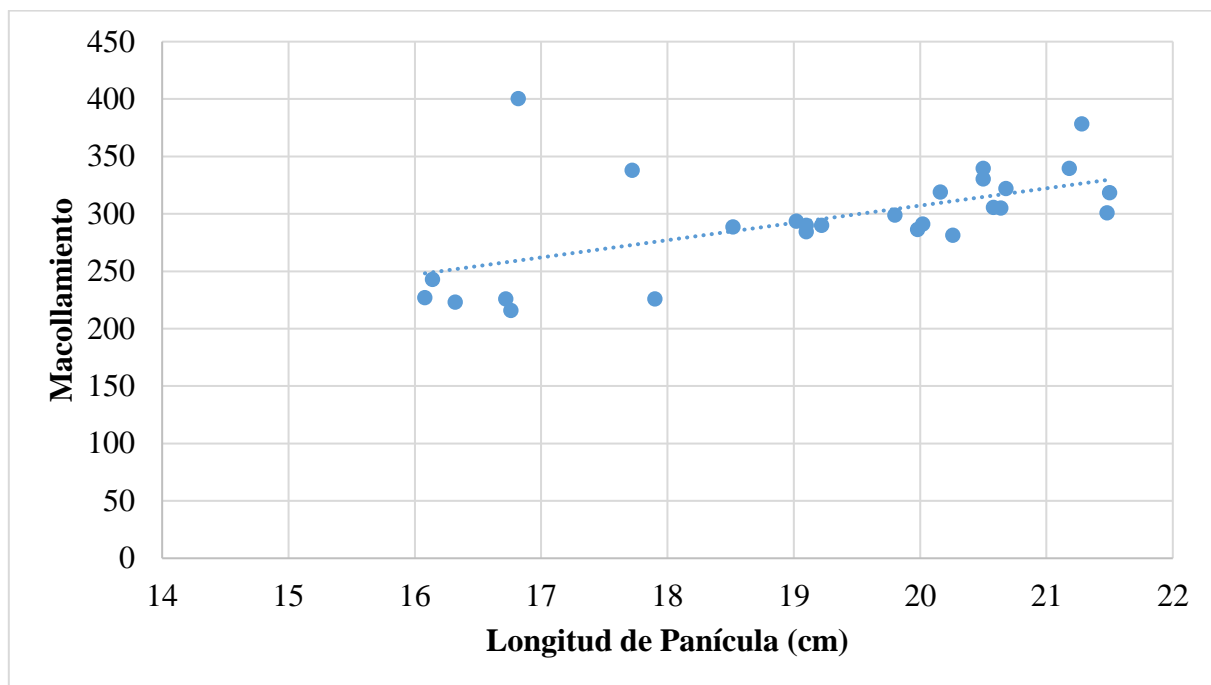
La segunda correlación encontrada fue con las variables Rendimiento y Número de granos por panícula con una correlación significativa ( $p= 0.01$ ), y un coeficiente de correlación del 0.47%. En los tratamientos que obtuvieron mayor cantidad de número de granos por panícula también obtuvieron un mayor rendimiento, ya que ambas variables se incrementan positivamente entre sí.

Como se puede observar en el gráfico 4, la tendencia al incremento del rendimiento con el incremento del número de granos por panícula (NGPP), es decir, los tratamientos que tuvieron una cantidad inferior a los 80 granos por panícula presentaron rendimientos cercanos a los 2,000 y 3,000 kg/ha. Ahora bien, los tratamientos que obtuvieron un número de granos superior a los 80, presentaron un rendimiento entre 3,000 y 5,000 kg/ha.

Al igual que los resultados de esta investigación en otro estudio, se determinó que se obtuvo un efecto significativo sobre el rendimiento agrícola debido a la influencia del número de granos por panícula (Castillo, 2011).



**Gráfico 5.** Correlación de las variables Longitud de panícula y Macollamiento.



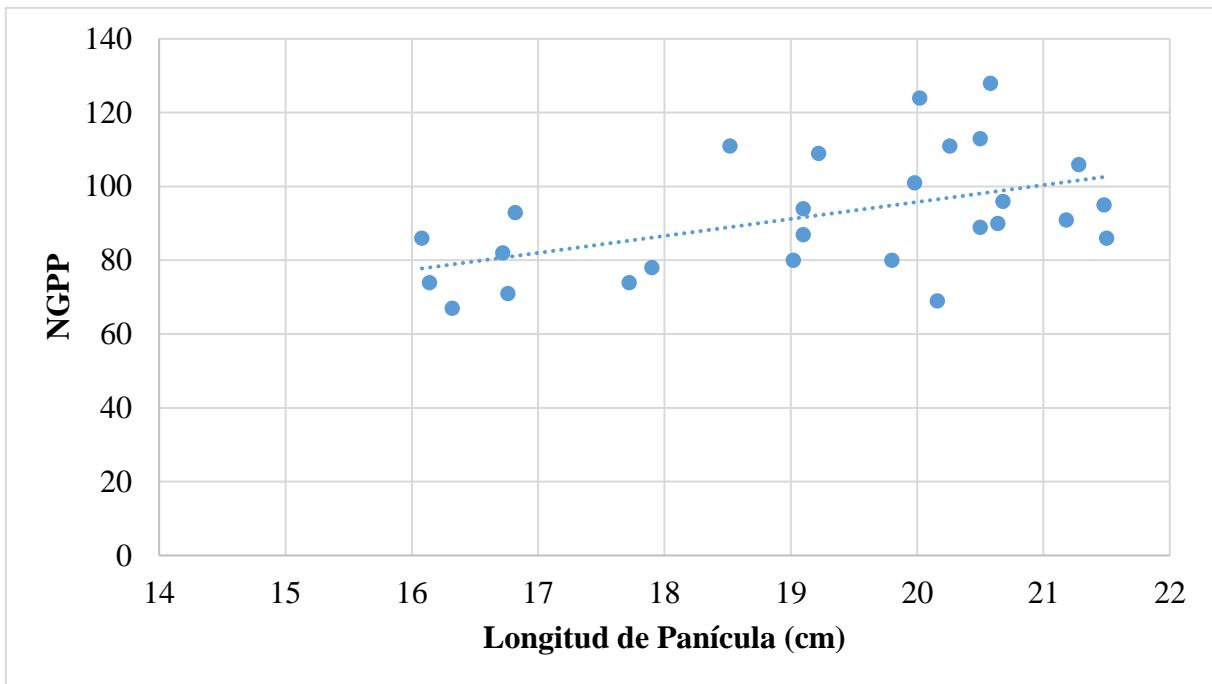
Fuente: Resultados de investigación

En la tercera correlación se encuentran las variables Longitud de panícula y Macollamiento con una correlación significativa ( $p=0.0017$ ), y un coeficiente de correlación del 57%. En el gráfico 5, se observa que la correlación fue positiva pues los tratamientos que tuvieron mayor desarrollo de macollas obtuvieron mayor longitud de panículas, por ende su rendimiento fue eficiente.

La habilidad de macollamiento, longitud de panícula y el número de granos por panícula, son las variables que están más consistentemente correlacionadas con el rendimiento (Poehlman, 1983).

En los programas de mejoramiento, se desean plantas con una buena habilidad de macollamiento, esto asegura una cantidad adecuada de hijos y es un factor muy importante para obtener altos rendimientos, ya que se determina el número de panículas para lograr una productividad máxima (Cuevas, 1995).

**Gráfico 6.** Correlación entre las variables Longitud de panícula y Número de Granos por Panícula



Fuente: Resultados de investigación La cuarta y última correlación encontrada, fue en las variables Longitud de panícula y Numero de granos por panícula, la cual presentó una correlación significativa ( $p= 0.01$ ), y un coeficiente de correlación del 50%. El grafico 6, indica que la correlación es positiva pues, mientras más larga fue la panícula mayor fue la cantidad de granos obtenidos.

El número de granos por panícula está en función de su longitud y la densidad de ramificación. Estos resultados están relacionados con un trabajo investigativo, en donde se obtuvo una correlación significativa entre el NGPP y los materiales entre los que presentaron mejores longitudes de panícula y un mayor porcentaje de fertilidad (Barrios, 1999).

El resto de variables estudiadas no se correlacionan significativamente entre sí, lo que quiere decir que se comportaron de manera independiente.

## **Capítulo V**

### **IX. Conclusiones**

Mediante el análisis de varianza se determinó que no existe interacción entre los niveles de nitrógeno y las densidades de siembra evaluadas en el genotipo Milyang23 ( $p>0.05$ ).

Se determinó que el nivel de nitrógeno óptimo para maximizar los rendimientos es 180 kilogramos de nitrógeno por hectárea, ya que este representa menor costo de fertilizante y se obtienen rendimientos similares que cuando se utilizan 240 kg de nitrógeno.

Se identificó que la densidad de siembra utilizando 110 kilogramos de semilla por hectárea, se adecuó mejor a las características del genotipo en estudio, al presentar un rendimiento más elevado, se observó una ligera tendencia al incremento del rendimiento cuando se utilizó 110 kg de semilla de arroz por hectárea

### **X. Recomendaciones**

De acuerdo a los resultados, se recomienda utilizar a 110 kg/ha como densidad de siembra y 180 kg/ha como el nivel de nitrógeno óptimo aplicándolo en tres fraccionamientos, para el genotipo Milyang23.

Continuar las investigaciones de manejo agronómico sobre este genotipo para poder identificar las prácticas agronómicas que permitan expresar el potencial de rendimiento en este genotipo.

Realizar análisis de suelo antes del establecimiento de cada ensayo para determinar la disponibilidad de macro y micro nutrientes en los suelos, evaluar la respuesta a la fertilización y su disposición productiva.

## **XI. Bibliografía**

- Acevedo. (Junio de 2006). *Origen, evolucion y densidad de arroz*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Marco\\_Acevedo/publication/262462682\\_Origen\\_evolucion\\_y\\_diversidad\\_del\\_arroz/links/5c2cc465458515a4c707664f/Origen-evolucion-y-diversidad-del-arroz.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marco_Acevedo/publication/262462682_Origen_evolucion_y_diversidad_del_arroz/links/5c2cc465458515a4c707664f/Origen-evolucion-y-diversidad-del-arroz.pdf)
- Adams. (1986). *EfectosDeDiferentesAgroecosistemasEnLaDinamicaDeNitrogenoFosforoYPotasioEnElCultivoDeTomate*. Obtenido de file:///C:/Users/jeyer/Downloads/Dialnet-EfectosDeDiferentesAgroecosistemasEnLaDinamicaDeNi-4037842.pdf
- al, M. A. (junio de 2006). *ORIGEN, EVOLUCIÓN Y DIVERSIDAD DEL ARROZ*. Obtenido de [http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa\\_Arroz%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Arroz%202019.pdf)
- Arregocés, O. (Abril de 2005). *Morfología de la planta de arroz*. Obtenido de [https://betuco.be/rijst/Morfologia\\_planta\\_arroz.pdf](https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf)
- Barlett. (1956). *El manejo integrado de plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra region*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592017000200001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000200001)
- Barrios, M. P. (1999). *Prueba avanzada de rendimiento de diez materiales de arroz en condiciones de secano*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01p339.pdf>
- Behar, D. (2008). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de <http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>
- Bidwell. (1979). *Efecto de nitrogeno, fosforo y potasio en el crecimiento y produccion de plantulas de tomate*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/6389/1/1080098287.PDF>
- Boza, E. (1998). *Prueba preliminar y avanzada de rendimiento de 13 líneas de arroz*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2503/1/tnf30b793.pdf>

- Bravo, J. (1980). *Efectos de niveles de nitrógeno y densidad de siembra en el rendimiento de arroz bajo riego*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2978/1/tnf04b826.pdf>
- Cabezas, D. N. (octubre de 2018). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>
- Castillo, A. (2011). *Rendimientos y sus componentes de la variedad de arroz IIAC-20 con relación a la fertilización nitrogenada*. Obtenido de [http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V38-Numero\\_3/cag043111700.pdf](http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V38-Numero_3/cag043111700.pdf)
- CENTA. (2018). *GUIA CENTA ARROZ*. Obtenido de [http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa\\_Arroz%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Arroz%202019.pdf)
- Centroamericana, U. (septiembre de 2017). *Contribuyendo a comprender la realidad del corredor seco nicaraguense*. Obtenido de [https://www.shareweb.ch/site/DRR/Documents/Types%20of%20activity/Report\\_Project\\_Integration\\_DRR\\_CCA\\_University\\_UCA\\_Nicaragua\\_2017\\_Spanish.pdf](https://www.shareweb.ch/site/DRR/Documents/Types%20of%20activity/Report_Project_Integration_DRR_CCA_University_UCA_Nicaragua_2017_Spanish.pdf)
- CIAT. (1986). *EVALUACION DE TRECES LINEAS DE ARROZ (Oryza sativa L) CON DOS TESTIGOS COMERCIALES EN PRUEBA AVANZADA DE RENDIMIENTO EN CONDICIONES DE SECANO EN EL PACIFICO SUR DE NICARAGUA*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/1925/1/tnf30p438e.pdf>
- Clavijo. (1990). *El manejo integrado de plagas (MIP): Perspectiva e importancia de su impacto en nuestra region*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592017000200001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000200001)
- Cordero. (1993). *Evaluacion de cinco niveles de nitrogeno en tres densidades de siembra, sobre el comportamiento agronomico, productivo e industrial del cultivo de arroz (Oryza sativa L) Material promisorio LP5*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/4022/Evaluaci%C3%B3n%20>

de%20cinco%20niveles%20de%20nitr%C3%B3geno%20en%20tres%20densidades  
%20de%20siembra%20sobre%20el%20comportamiento%20agron%C3%B3mico%20productivo%20e%20industrial%20del%20cu

Cotin. (1990). *TRABAJO DE TESIS - Agritop*. Obtenido de <https://agritop.cirad.fr>

Cuevas. (2000). *MIP en arroz: Manejo integrado de plagas. Bio-Nica.info*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9212/1/Zambrano%20Cercado%20Jinmy%20Leonel.pdf>

Cuevas, C. M. (1995). *Registro de cruzamiento de arroz*. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=OREYt0Tn49QC&printsec=frontcover&dq=Registro+de+cruzamientos+de+arroz&hl=en#v=onepage&q&f=false>

Degiovanni, V. (2010). *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina*. Obtenido de [https://books.google.com.ni/books?id=vdw-JYBkra8C&pg=PA353&lpg=PA353&dq=El+nivel+de+radiaci%C3%B3n+solar+a+decuado+para+obtener+un+rendimiento+de+arroz+de+8+a+10+t/ha+debe+ser+mayor+que+450+cal/cm2+por+d%C3%ADa.&source=bl&ots=zE3Hs84b56&sig=ACfU3U177B1n9\\_w](https://books.google.com.ni/books?id=vdw-JYBkra8C&pg=PA353&lpg=PA353&dq=El+nivel+de+radiaci%C3%B3n+solar+a+decuado+para+obtener+un+rendimiento+de+arroz+de+8+a+10+t/ha+debe+ser+mayor+que+450+cal/cm2+por+d%C3%ADa.&source=bl&ots=zE3Hs84b56&sig=ACfU3U177B1n9_w)

Elliot. (1964). *Citología y mejoramiento de plantas*. México D.F: Compañía editorial Continental S,A.

Fairhurst, D. y. (2005). *Manejo del nitrógeno en arroz*. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/F3F3E0A8D944DCDC852579A30074445F/\\$FILE/Manejo%20del%20Nitr%C3%B3geno%20en%20Arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/F3F3E0A8D944DCDC852579A30074445F/$FILE/Manejo%20del%20Nitr%C3%B3geno%20en%20Arroz.pdf)

Fasbender, B. (1987). *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA CENIDA - UNA*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01b456e.pdf>

FEDEARROZ. (2001). *Evaluación del sistema de intensificación de arroz (Oryza sativa L) en comparación a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego en Dario, Matagalpa. POSTRERA 2003*. Obtenido de [https://agritop.cirad.fr/528569/1/document\\_528569.pdf](https://agritop.cirad.fr/528569/1/document_528569.pdf)

- Fernandez, O. A. (1982). *Manejo integrado de malezas- ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/262714804\\_Manejo\\_integrado\\_de\\_malezas](https://www.researchgate.net/publication/262714804_Manejo_integrado_de_malezas)
- Fryer, M. (1977). *Manejo integrado de malezas - SciELO*. Obtenido de <https://www.scielo.br/pdf/pd/v5n2/a10v5n2>
- Geier, C. (1963). *Manejo integrado de plagas. Las bases los conceptos y su mercantilizacion*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v5n2/v5n2\\_a01.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v5n2/v5n2_a01.pdf)
- Gonzalez. (1983). *MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa L.) SEMBRADO BAJO RIEGOS EN FINCA RANCHOS HORIZONTE, CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%3B%20Ca%C3%B1as%20Guanacaste%20Costa%20Rica..p>
- González, J. (octubre de 2005). *De pearson a spearman*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023034010.pdf>
- Granados, E. D. (2012). *Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno, densidades de siembra y su efecto sobre la incidencia de enfermedades y productividad de arroz*. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6002/1/222771.pdf>
- Gutierrez. (2001). *MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa L.) SEMBRADO BAJO RIEGO EN FINCA RANCHOS HORIZONTE; CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%3B%20Ca%C3%B1as%20Guanacaste%20Costa%20Rica..p>

- Gutiérrez. (2010). *Evaluación de cinco niveles de nitrógeno en tres densidades de siembra sobre el comportamiento agronómico, productivo e industrial del cultivo de arroz*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/4022/Evaluaci%C3%B3n%20de%20cinco%20niveles%20de%20nitr%C3%B3geno%20en%20tres%20densidades%20de%20siembra%2C%20sobre%20el%20comportamiento%20agron%C3%B3mico%2C%20productivo%20e%20industrial%20del%20cu>
- Gutiérrez, J. (agosto de 2019). *Diseños de parcelas divididas*. Obtenido de [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108266/secme-3276\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108266/secme-3276_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Haby. (1990). *Nutrición potásica en el cultivo de litchi*. Obtenido de <http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/134/220>
- Haylin. (1999). *Alteraciones del equilibrio del potasio. Hipopotasemia*. Obtenido de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-695X2008000100008](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2008000100008)
- Hernández, G. (2012). *Efecto del desarrollo de la canopia en el rendimiento de cultivares de arroz*. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9753/1/3762her.pdf>
- Iglesias, M. C. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Obtenido de Recolectan los datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.
- INETER. (2008). Boletín de las condiciones climáticas de ciudad Dario.
- INIA. (2016). *Programa de Arroz. Origen e Historia del cultivo de Arroz*. Obtenido de <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%ABlicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2016/Puertas%20abiertas%2024%20de%20mayo/Marchesi%20-%20arroz%202016.pdf>
- INTA. (2018). *Guía Tecnológica del Cultivo de Arroz de Secano*. Obtenido de <https://inta.gob.ni/project/guia-tecnologica-del-cultivo-de-de-secano-arroz/>



- Jeannings et, a. (1981). *PRUEBA AVANZADA DE RENDIMIENTO DE NUEVE LINEAS Y UNA VARIEDAD COMERCIAL DE ARROZ (Oryza sativa L.), BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN SAN ISIDRO, MATAGALPA. EPOCA LLUVIOSA 2005*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2014/1/tnf301768p.pdf>
- Jennings. (1985). *TRABAJO DE TESIS - Agritop*. Obtenido de <https://agritop.cirad.fr>
- Jiménez, F. (julio de 2019). *Evaluacion de adaptabilidad y tolerancia a enfermedades de cultivares del tipo indica, japonica y coreana*. Obtenido de [http://www.cedaf.org.do/eventos/cfcs\\_2019/presentaciones/orales/DT\\_01.pdf](http://www.cedaf.org.do/eventos/cfcs_2019/presentaciones/orales/DT_01.pdf)
- Johnson, D. (octubre de 1982). *Programa de semillas: Guía de planeación y manejo*. Obtenido de [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNAAM104.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAM104.pdf)
- Lira, E. (noviembre de 2004). *evaluacion del sistema de intensificacion de arroz*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf301768.pdf>
- López. (1991). *Cultivos herbáceos y cereales*. Barcelona: Ediciones Mundi Prensa.
- Lopez. (1991). *Evaluación agronómica de nueve líneas avanzadas de arroz (Oriza sativa L.) y dos testigos comerciales bajo condiciones de riego por inundación, Sébaco, Matagalpa*. Obtenido de <https://lacialera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/303/347>
- MAG. (1991). *MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa L.) SEMBRADO BAJO RIEGO EN FINCA RANCHOS HORIZONTE; CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA*. . Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%3B%20Ca%C3%B1as%20Guanacaste%20Costa%20Rica..p>
- Méndez, E. D. (2007). *Respuesta de cultivares de arroz de tipo indica a densidades de siembra y aplicaciones de nitrógeno*. Obtenido de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429240309122449.pdf>

- Mendoza, J. C. (2017). *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 <https://repositorio.unan.edu.ni/10202/1/6947.pdf>
- Meneses. (2001). *MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa L.) SEMBRADO BAJO RIEGO EN FINCA RANCHOS HORIZONTE; CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA*. . Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%3B%20Ca%C3%B1as%20Guanacaste%20Costa%20Rica..p>
- Muller. (1984). *MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa L.) SEMBRADO BAJO RIEGO EN FINCA RANCHOS HORIZONTE; CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA*. . Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%3B%20Ca%C3%B1as%20Guanacaste%20Costa%20Rica..p>
- Muñoz, C. (junio de 2015). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>
- Nelson, T. y. (1991). *Efectos de nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento y producción de plantulas de tomate*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/6389/1/1080098287.PDF>
- NTON. (noviembre de 2002). *Normativa técnica para la producción y comercialización certificada de granos básicos y soya*. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/D91B40D2A2206580062577200051E6F7?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/D91B40D2A2206580062577200051E6F7?OpenDocument)

- NTON. (julio de 2011). ;*Requisitos de variedades comerciales*. Obtenido de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aeea87dac762406257265005d21f7/20d3eb42b7e49e70062579de00799b36?OpenDocument>
- Olmos, S. (marzo de 2007). *APUNTE DE MORFOLOGÍA, FENOLOGÍA, ECOFISIOLOGÍA*. Obtenido de <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Palacios. (9 de Abril de 2014). *Iniciativa de la Ley Reguladora de la producción y comercialización de semilla*. Obtenido de <file:///C:/Users/Lester/Desktop/Iniciativa%20de%20Ley%20Reguladora%20de%20la%20Producci%C3%B3n,%20Comercializaci%C3%B3n%20.....Semillas.pdf>
- Poehlman. (1973). *ESTUDIO COMPARATIVO DE DIEZ LINEAS PROMISORIAS Y DOS VARIEDADES DE ARROZ (Oryza sativa L.) PARA CONDICIONES DE SECANO EN CARDENAS, RIVAS*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/1954/1/tnf30j61.pdf>
- Poehlman, J. (1983). *Mejoramiento genetico de las cosechas*. Mexico, D.F: Editorial Limusina.
- Porras, E. (2013). *Respuesta del arroz cultivar c-7 stec a tres densidades de siembra, cuatro niveles de nitrogeno*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/60992436.pdf>
- Rodriguez. (octubre de 2020). *Inta y kopia evaluan avances de investigacion*. Obtenido de <https://barricada.com.ni/inta-kopia-nicaragua-evaluan-avances-generacion-variedades-arroz/>
- Rodriguez, J. (1998). *Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizacion*. Obtenido de [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-III\\_123.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_123.pdf)
- Romero, E. (1999). *Efecto de tres niveles de nitrógeno en el cultivo de arroz con cinco líneas promisorias* . Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/1725/1/tnf04r763.pdf>
- Saavedra, W. M. (2004). *Estudio comparativo de diez líneas promisorias y dos variedades de arroz*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30j61.pdf>

- SAG. (Agosto de 2003). *Manual Técnico para el Cultivo de Arroz*. Obtenido de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- Sampieri, F. B. (abril de 2014). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Schumann, M. (1993). *Manejo integrado en cultivos hidropónicos*. Obtenido de <http://dspace.utalca.cl/bitstream/1950/2931/1/Sandoval.pdf>
- Smith. (1954). *El manejo integrado de plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592017000200001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000200001)
- Smith, R. (1965). *El manejo integrado de plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592017000200001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000200001)
- Somarriba. (1998). *TRABAJO DE TESIS - Agritop*. Obtenido de <https://agritop.cirad.fr>
- Stern. (1959). *El manejo integrado de plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592017000200001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000200001)
- Takai. (2005). *Efecto de desarrollo de la canopia en el rendimiento de cultivares de arroz de alto potencial según densidad de siembra y fertilización nitrogenada*. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy>
- Tascon. (1985). *Arroz: Investigación y producción. referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT*. Cali, Colombia: Cali, CIAT.
- Tascon, J. (1985). *Arroz: investigación y producción*. Obtenido de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Digital/SB191.R5\\_A7\\_C3\\_Arroz\\_Investigaci%C3%B3n\\_y\\_producci%C3%B3n\\_Referencia\\_de\\_los\\_cursos\\_de\\_capacitaci%C3%B3n\\_sobre\\_ar.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB191.R5_A7_C3_Arroz_Investigaci%C3%B3n_y_producci%C3%B3n_Referencia_de_los_cursos_de_capacitaci%C3%B3n_sobre_ar.pdf)

- Tinarelli, A. (1989). *El arroz*. Bologna: EDAGRICOLE.
- Tinoco, A. (2009). *MANUAL DE RECOMENDACIONES TECNICAS*. Obtenido de [http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2018/Cultivo\\_de\\_arroz\\_Tinoco\\_2009\\_min\\_edited.pdf](http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2018/Cultivo_de_arroz_Tinoco_2009_min_edited.pdf)
- Vinuesa. (14 de Octubre de 2016). *Correlacion: Teoria y practica*. Obtenido de [https://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/R4biosciences/docs/Tema8\\_correlacion.pdf](https://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/R4biosciences/docs/Tema8_correlacion.pdf)
- Zavala, O. y. (1988). *EVALUACION AVANZADA DE NUEVE LINEAS DE ARROZ (Oryza sativa L.) CON RESISTENCIA AL MANCHADO DE GRANO, VALLE DE SEBACO 2007*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30p153.pdf>
- Zeledón. (1993). *Estudio comparativo de diez lineas promisorias y dos variedades de arroz*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30j61.pdf>
- Zeledón, P. (1993). *Estudio de observación de 112 líneas de arroz*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/1519/1/tnf30z49.pdf>

## XII. Anexos

Anexo 1. Libro de campo

### I. Datos Generales:

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

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

Nombre del productor: \_\_\_\_\_

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

Ciclo \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ siembra/año: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### II. Características Edafoclimáticas

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

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

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

### III. Manejo Agronómico

a) Variedad testigo: \_\_\_\_\_ b) Tipo de siembra: Espeque ( ) Arado: ( )

c) Distancia entre surco (cm): \_\_\_\_\_ y Golpe (cm): \_\_\_\_\_

Actividad Agrícola	Producto/s	Dosis/mz	Fecha

Anexo 2. Hoja de campo (Registro de datos de variables)

plots	PI	PPH	ALT	LP	LPT	EXC	Mac	PMG	NGPP	FP
101	374	319	67,46	17,9	1,252853	0,8	226	26,72	78	89,74359
102	363	335,5	64,18	16,08	1,206286	0,18	227	24,59	86	90,697674
103	412,5	330	63,36	16,14	1,2079035	0	243	23,33	74	89,189189
104	396	264	72,12	19,98	1,3005955	0	286,5	22,04	101	87,128713
105	346,5	308	72,62	19,1	1,2810334	1,56	290	22,202791	87	90,804598
106	280,5	291,5	70,86	19,1	1,2810334	0,58	284,5	22,690465	94	94,680851
107	346,5	280,5	74,04	19,02	1,2792105	0,52	293,5	22,839535	80	88,75
108	258,5	297	75,04	19,22	1,2837534	0,98	290	23,038605	109	89,908257
109	319	297	75,98	18,52	1,267641	1,22	288,5	25,000465	111	88,288288
201	253	302,5	64,86	16,76	1,224274	0,62	216	20,352558	71	87,323944
202	385	346,5	64,02	16,72	1,2232363	0,24	226	23,606279	82	92,682927
203	352	368,5	63,2	16,32	1,2127202	0,5	223	23,299535	67	95,522388
204	357,5	297	83,38	20,26	1,3066394	0,9	281,5	22,474884	111	88,288288
205	302,5	275	83,34	20,02	1,3014641	1,78	291	23,191163	124	89,52
206	264	280,5	79,2	21,48	1,3320343	1,38	301	23,665349	95	92,631579
207	352	302,5	77,96	19,8	1,2966652	1,46	299	24,059302	80	91,25
208	379,5	302,5	77,42	20,5	1,3117539	1,28	339,5	24,144651	89	89,88764
209	368,5	308	83,84	21,28	1,3279716	1,22	378,5	24,251163	106	92,45283
301	214,5	269,5	72,38	17,72	1,2484637	1,1	338	24,286512	74	87,837838
302	352	264	71,22	16,82	1,225826	0,36	400,5	23,916279	93	90,322581
303	357,5	297	67,78	20,16	1,3044905	0,22	319	23,345581	69	94,202899
304	297	297	77,86	21,18	1,325926	0,94	339,5	22,365116	91	93,406593
305	275	269,5	77,36	20,5	1,3117539	1,46	330,5	24,857674	113	91,150442
306	396	286	77,44	20,68	1,3155505	1,3	322	27,516279	96	90,625
307	214,5	269,5	82,06	20,58	1,3134454	1,12	305,5	21,332093	128	93,75
308	363	253	79,22	20,64	1,3147097	1,2	305	20,209302	90	93,333333
309	286	280,5	84,92	21,5	1,3324385	1,1	318,5	26,123721	86	94,186047

Anexo 3. Registro de datos de Precipitación y temperatura.

Dia	Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
	Pp (mm)	Temp. (°C)	Pp (mm)	Temp. (°C)	Pp (mm)	Temp. (°C)	Pp (mm)	Temp. (°C)	Pp (mm)	Temp. (°C)	Pp (mm)	Temp. (°C)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												

Anexo 4. Distribución de tratamientos en el campo.

Parcela grande	Parcela pequeña	R 1	R 2	R 3
0 kg/N	90 kg/ha	103	201	301
0 kg/N	110 kg/ha	102	202	303
0 kg/N	130 kg/ha	101	203	302
180 kg/N	90 kg/ha	106	207	305
180 kg/N	110 kg/ha	104	209	304
180 kg/N	130 kg/ha	105	208	306
240 kg/N	90 kg/ha	108	204	307
240 kg/N	110 kg/ha	107	206	308
240 kg/N	130 kg/ha	109	205	309





## Anexo 6. Área experimental del ensayo



Fuente: Propia

## Anexo 7. Siembra al boleto del ensayo



Fuente: Propia

### Anexo 8. Toma de datos de la población inicial



Fuente: Propia

### Anexo 9. Segundo fraccionamiento de fertilización nitrogenada



Fuente: Propia

### Anexo 10. Toma de datos de la altura de la planta, largo de panícula y macollamiento



Fuente: Propia

## Anexo 11. Instrumentos utilizados



Medidor de humedad



Balanza digital

## Anexo 12. Cosecha del experimento



Fuente: Propia