



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ECOTEC

**FACULTAD DE INGENIERIAS, ARQUITECTURA Y CIENCIAS DE LA
NATURALEZA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TITULO DE TRABAJO

ANALISIS DE LA INCIDENCIA DE DIFRENTE DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA
SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), CANTÓN
JUJAN 2024.

LINEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS AGRICOLAS

MODALIDAD DE TITULACIÓN

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CARRERA

INGENIERÍA AGRÓNOMA

TITULO A OBTENER

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

PÉREZ ZAMBRANO LISSETH YARITZA

TUTOR

ROSAS HERNANDEZ JOSÉ IBRAHIN

SAMBORONDÓN – ECUADOR

2024

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía y fuente de fortaleza, por iluminar mi camino y darme las fuerzas necesarias para alcanzar mis metas. A la Virgen María, por su protección y amor maternal, por interceder en momentos de dificultad y brindarme esperanza y consuelo.

A mi abuelo el Sr. Pedro Pérez Alvarado (+) que ya no está con nosotros, pero cuyo recuerdo y enseñanzas permanecen vivos en mi corazón. Gracias por tu amor, sabiduría y ejemplo de vida, siempre te llevaré conmigo.

A mi familia por su amor incondicional y apoyo en cada etapa de mi vida. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios y la Virgen María por ser guía en este camino y permitirme llegar hasta aquí en mi camino académico

A mis amigos Odalis, Dayana, Michelle, Allysson, Ana Paula, Sara, María, María José, Melissa, Maite, Melissa Y, Nicole, Oscar, Carlos, Miltón, Fabricio, Alejandro, Jeremy, Yandry, Erly, Vicente, David, Iván, Roberto por ser una fuente constante de motivación y por siempre estar dispuestos escucharme y ofrecerme sus consejos sabios. Gracias por tu incondicional, quienes de una u otra manera han contribuido a la culminación de este proyecto. Gracias por creer en mí y por ser una parte esencial de mi vida.

A mis profesores Ing. César Suárez, Ing. Eder Sánchez, Biol. Marianela Barona, Ing. Alex Delgado, Ing. Iván Yance, Ec. Arnaldo Vergara. Dr José Hernandez por guiarme con sabiduría y paciencia en mi camino académico.



PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR

Samborondón, 06 de agosto de 2024

Magíster
Erika Ascencio Jordán
Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE DIFERENTE DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), CANTÓN JUJAN, 2024., fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza al estudiante PÉREZ ZAMBRANO LISSETH YARITZA, para que proceda con la presentación oral del mismo.

Atentamente,



José Hernández Rosas, PhD.

Tutor(a)



ANEXO No. 12

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR PARA LA PRESENTACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CON INCORPORACIÓN DE LAS OBSERVACIONES
DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Samborondón, 12 de agosto de 2024

Magíster
Erika Ascencio Jordán
Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la
Naturaleza
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación
TITULADO: : ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE DIFERENTE DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA
SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), CANTÓN JUJAN, 2024;
fue revisado y se deja constancia que el estudiante acogió e incorporó todas las
observaciones realizadas por los miembros del tribunal de sustentación por lo que se
autoriza a: **PÉREZ ZAMBRANO LISSETH YARITZA**, para que proceda a la presentación
del trabajo de titulación para la revisión de los miembros del tribunal de sustentación y
posterior sustentación.

Atentamente,

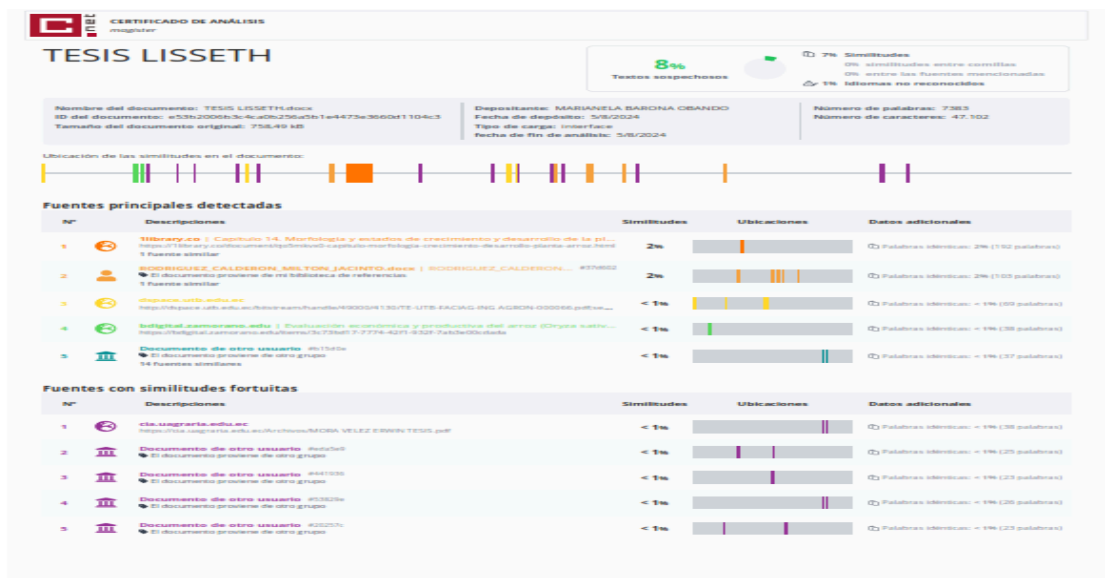


José Hernández Rosas, PhD.
Tutor(a)

ANEXO No. 10

**PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE DIFERENTE DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), CANTÓN JUJAN, 2024, elaborado por PÉREZ ZAMBRANO LISSETH YARITZA, fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del (8%) mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento. Adicional se adjunta print de pantalla de dicho resultado.



Atentamente,



Creado electrónicamente por
**JOSE IBRAHIM
HERNANDEZ ROSAS**

**José Hernández Rosas, PhD.
Tutor(a)**

Resumen

El presente estudio se realizó en la finca ubicada en cantón Alfredo Baquerizo Moreno, Jujan, provincia del Guayas, inicios del año 2024. En esta investigación se buscó comparar tres distanciamientos de siembra y siembra de voleo en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L*). Se realizó en un área aproximada de 200m² de la cuales están dividido en bloques de 5x5m en las cuales tendría 125m², se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), del que se evaluaron cinco tratamientos, con la finalidad de determinar el mejor distanciamiento de siembra mediante una prueba denominada Test de Tukey al 5% de probabilidad. Donde se evaluaron las siguientes variables: altura de planta (m), altura de panícula (m), números de macollos (n°), rendimiento por hectárea (kg/ha), peso de 1000 granos. Con respecto a los resultados el T3 y T2 de distanciamiento de siembra 0,20 m y 0,25 m, respectivamente favorecen significativamente el desarrollo agronómico del cultivo de arroz, promoviendo una mayor altura de plantas y un número considerable de macollas en comparación con la siembra al voleo.

Así mismo, la distancia de siembra de 0,10 m se demuestra como la más eficiente en términos de producción, alcanzando un promedio de 6113,62 kg/ha y el peso de 1000 semillas, con 28,60 g. Esta distancia maximiza no solo el rendimiento por hectárea, sino también la calidad de las semillas, subrayando su superioridad para el cultivo de arroz con la variedad usada que fue INIAP 011.

Palabras clave: distanciamiento de siembra, macollo, panícula, rendimiento, altura

Abstract

The present study was carried out on the farm located in the Alfredo Baquerizo Moreno canton, Jujan, province of Guayas, at the beginning of 2024. This

research sought to compare three sowing distances and broadcast sowing in the cultivation of rice (*Oryza sativa* L.). It was carried out in an area of approximately 200m², of which they are divided into blocks of 5x5m in which there would be 125m², a Completely Random Design (DCA) was used, of which five treatments were evaluated, in order to determine the best distance from sowing using a test called Tukey's Test at 5% probability. Where the following variables were evaluated: plant height (m), panicle height (m), tiller numbers (no.), yield per hectare (kg/ha), weight of 1000 grains. With respect to the results, T3 and T2 of sowing distance 0.20 m and 0.25 m, respectively, significantly favor the agronomic development of the rice crop, promoting greater plant height and a considerable number of tillers compared to sowing. broadcast.

Likewise, the sowing distance of 0.10 m is shown to be the most efficient in terms of production, reaching an average of 6113.62 kg/ha and the weight of 1000 seeds, with 28.60 g. This distance maximizes not only the yield per hectare, but also the quality of the seeds, underscoring its superiority for the cultivation of rice with the variety used, which was INIAP 011.

Keywords: sowing distance, tiller, panicle, yield, height

Índice

Contenido

TITULO DE TRABAJO	1
Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Resumen	4
Abstract	5
Índice	5
Índice de tablas	9
Índice de figuras	10
Introducción	11
1.1 Antecedentes del problema	12
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.2.1 Planteamiento del problema	15
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Objetivo general	16
1.5 Objetivos específicos	16
Marco teórico	17
2.1 Estado del arte	17
2.2 Bases teóricas	19
2.2.1 Generalidades del arroz	19
2.2.2 Taxonomía del cultivo	19
2.2.3 Morfología del cultivo	19
2.2.7 Rendimiento	22
2.2.8 Requerimiento edafo-climatico del cultivo de arroz	23
2.2.9 Temperatura y humedad	23
2.2.10 Precipitación y altitud	23

2.2.11 Luz	23
2.2.12 Suelo	23
2.2.13 Siembra	24
2.2.14 Distancia de siembra	24
2.2.15 Manejo nutricional del cultivo de arroz	25
2.2.16 Macronutrientes	25
Materiales y métodos	25
3.1 Delimitación de la investigación	25
3.1.1 Espacio: Lugar donde se ejecutó el desarrollo del trabajo de titulación.	25
3.1.2 Tiempo	26
3.1.3 Población	27
3.2 Enfoque de la investigación	27
3.1.1 Tipo de investigación	27
3.1.2 Diseño de investigación	27
3.3 Metodología	28
3.3.1 Variables	28
1.3.2. Hipótesis	28
1.3.3. Diseño experimental	28
1.3.4. Recursos	30
1.3.5. Métodos y técnicas	30
3.3.6 Análisis estadístico	31
Resultados	33
4.1 Evaluar el desarrollo agronómico del cultivo de arroz mediante un ensayo de campo	33
4.2 Comparar el rendimiento de cada distanciamiento de siembra	38
4.3 Identificar el distanciamiento de siembra más significativo que incide sobre el rendimiento del cultivo de arroz	39

Discusión	41
Recomendaciones	44
Conclusiones	45
Referencias	46

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamiento de estudio	32
Tabla 2. Delimitación de experimento	33
Tabla 3. Presupuesto del ensayo	34
Tabla 4. Análisis descriptivo	35
Tabla 5. Estadística descriptiva de la altura (cm) de planta del cultivo arroz.	38
Tabla 6. Análisis de la varianza altura de planta	40
Tabla 7. Estadística descriptiva del número macollas de planta del cultivo arroz	40
Tabla 8. Análisis de la varianza del efecto de la distancia en el número de macollas por planta	41
Tabla 9. Análisis descriptivo de la longitud de panícula del cultivo de arroz.	42
Tabla 10. Análisis descriptivo del peso de 1000 semillas (granos) de arroz	42
Tabla 11. Análisis descriptivo de la producción por distancia de siembra (kg/ha).	43
Tabla 12. Análisis de la varianza del efecto de las distancias de siembra sobre la producción	43
Tabla 13. Prueba a posteriori de Tukey al 5%	44
Tabla 14. Análisis de varianza del peso de 1000 semillas en cultivo de arroz.	44
Tabla 15. Prueba a posteriori de Tukey al 5%	45
Tabla 16. Tabla análisis de varianza, altura de planta, macollas y prueba de tukey.....	46

Tabla 17. Tabla de análisis de varianza de panículas, producción, peso y tukey.....
47

Tabla 18. Cuadro de datos de altura y macollas.....48

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del ensayo	29
Figura 2. Diagrama de flujo	34
Figura 3. Cronograma de actividades	36
Figura 4. Preparación de parcelas	60
Figura 5. Siembra de voleo	60
Figura 6. Realizando el trasplante	61
Figura 7. Siembra de trasplante	61
Figura 8. Se realizó la siembra de trasplante con diferentes distanciamientos	62
Figura 9. Crecimiento de cultivo de arroz	62
Figura 10. Medición de variable altura de planta	63
Figura 11. Peso de 1000 granos por repeticiones.....	64
Figura 12. Conteo de 1000 granos.....	65

1. Introducción

El arroz (*ORYZA SATIVA L.*) es uno de los cereales más importantes, ya que ocupa el segundo lugar en tierras de cultivo y proporciona el alimento básico para la mitad de la población mundial. Aunque su producción ha aumentado en las últimas décadas, el crecimiento demográfico y la creciente demanda productiva han hecho que muchos países enfrenten desafíos, como una mayor producción de arroz con costos más bajos. En el planeta, el arroz se cultiva en una superficie de unos 155 millones de hectáreas con una producción de alrededor de 596 millones de toneladas (Anwari et al., 2019).

La producción de arroz es significativa en Ecuador, donde este cultivo ha emergido como una actividad agrícola relevante, contribuyendo de manera sustancial al Producto Interno Bruto (PIB) agrícola. A lo largo de los años, las cifras de siembra y producción de arroz han experimentado oscilaciones considerables en distintas regiones, con provincias como Guayas y Los Ríos liderando la producción. No obstante, la densidad de siembra, factor crítico en la producción de arroz, aún

necesita atención para optimizar los rendimientos y la sostenibilidad del sistema de producción (Quijije et al., 2019).

El proceso de siembra ha recibido poca atención en términos de investigación, y esta falta de estudio puede contribuir a los bajos rendimientos, ya que la densidad de plantas por hectárea puede ser excesiva o insuficiente. Por lo tanto, es esencial optimizar los espaciamientos de siembra, especialmente con nuevas variedades de cultivo.

En el cantón Alfredo Baquerizo Moreno y alrededores, esta gramínea es un cultivo agrícola de gran relevancia, contribuyendo significativamente al sustento de la población y al desarrollo agrícola local. Sin embargo, la optimización de métodos de cultivo y maximización del rendimiento son imperativas para enfrentar la creciente demanda de alimentos en un contexto de recursos limitados y cambio climático.

Uno de los factores cruciales que influyen en el rendimiento del cultivo de arroz es la densidad de siembra, que determina la distribución de las plantas en el campo. El espaciamiento entre plantas puede tener un impacto significativo en la cantidad y calidad de la cosecha (Dimas, 2019).

El presente estudio analiza cómo cuatro distanciamientos de siembra afectan el rendimiento del cultivo de arroz en esta región. A través de la recopilación de datos y su análisis estadístico, se busca proporcionar una base científica que guíe a los agricultores y autoridades en la toma de decisiones para optimizar el rendimiento de esta fuente de alimento y sustento económico en el cantón y en el país.

1.1 Antecedentes del problema

Existen investigaciones que respaldan la relevancia del estudio sobre el rendimiento del cultivo de arroz a cuatro distanciamientos de siembra para mejorar su densidad. A continuación, se presentarán los principales análisis y resultados de estudios relacionados con este tema.

Raza et al. (2019) El estudio se realizó en la granja Renshou de la Universidad Agrícola de Sichuan, China. Se seleccionaron las variedades de soja Nandou-12 y maíz Chuandan-418, presentando distintos enfoques de disposición de siembra en hileras amplias y estrechas. En todos los procedimientos de cultivo intercalado, se sembró la soja en hileras amplias a una separación del cultivo exclusivo de maíz (SM, distancia entre hileras de 70 cm) y el cultivo exclusivo de soja (SS, distancia entre hileras de 50 cm). Las diversas disposiciones de siembra tuvieron un impacto significativo en la acumulación de materia seca de maíz y soja en distintas fases de crecimiento durante ambos años. Los tratamientos P4 y P1 resultaron en un promedio mayor de materia seca de maíz y soja en FS y R4, respectivamente, que otros tratamientos de cultivos intercalados.

Anwari et al. (2019) Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (RCBD) con cuatro repeticiones, donde la distancia de siembra de 25x25 cm mostró el mejor rendimiento para la mayoría de características agromorfológicas evaluadas en la zona correspondiente a la Facultad de Agricultura de la Universidad de Kunduz.

En Honduras, Dimas (2019) evaluó los rendimientos en combinaciones de distanciamiento entre hileras y cantidad de semillas por hectárea. Se analizaron cuatro niveles de distanciamientos entre hileras y cuatro rangos de cantidades de semilla con la diversidad DICTA Comayagua FL4-20. Para ambos experimentos se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, concluyendo que la combinación óptima se alcanza con 21 centímetros de distanciamiento entre hileras y 137 kilogramos de semilla por hectárea, obteniendo una rentabilidad del 25%.

Por su parte, Arias-Badilla et al. (2020) evaluaron en Costa Rica la influencia de diferentes densidades de siembra (75, 115 y 155 kg/ha de semilla) y niveles de

fertilización NPK (50-50-50, 100-50-0, 100-50-100 kg/ha) en las variedades Palmar 18, Lazarroz FL y NayuribeB FL. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con tratamientos, obteniendo como mejor resultado la variedad Lazarroz FL, que presentó los mayores rendimientos con una densidad de siembra de 3,37 quintales por hectárea de semilla y una fertilización de 100-50-100 kg/ha.

Cordova Pashanasi (2021) aplicó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar, analizando cuatro repeticiones. Las unidades experimentales fueron sembradas con un distanciamiento de 0.25 m por 0.25 m, demostrando un rendimiento de 6.17 toneladas por hectárea.

En Perú, Ortiz García (2019) realizó una evaluación con tres distanciamientos de siembra: 3 plantas/golpe (a1), 5 plantas/golpe (a2) y 7 plantas/golpe (a3). El tratamiento a1 (3 plantas/golpe) obtuvo 16,901.55 kg/ha, mientras que el tratamiento T3 alcanzó una rentabilidad de 4.26 y una utilidad neta de 16,427.86 soles/ha. El tratamiento a1 evidenció mayor rentabilidad en el cultivo de arroz.

En Ecuador, Figueroa Quintana (2021) comparó tres distanciamientos de siembra y el número de plantas por golpe en el cultivo de arroz, determinando la combinación óptima para maximizar el rendimiento y minimizar problemas de enfermedades. Utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial. Los resultados revelaron que el tratamiento T9 (3 plantas por golpe, distancia de siembra de 25x25 cm) obtuvo una cosecha de 109.10 cm, 18.43 panículas en la cosecha, 27.60 macollos a los 60 días, 30.37 gramos en 1000 granos, y un rendimiento de 5738.89 kg/ha. Esta combinación mostró valores adecuados en la producción y se asoció con menor infestación de hongos.

Así también, en Daule, Ruíz Morán (2020) analizó y comparó ocho tratamientos (SFL-09 a 0.40 x 0.40 m, SFL-09 a 0.40 x 0.30 m, SFL-09 a 0.30 x 0.30

m, testigo 1 = 0.25 x 0.25 m, SFL-11 a 0.40 x 0.40 m, SFL-11 a 0.40 x 0.30 m, SFL-11 a 0.30 x 0.30 m, testigo 2 = 0.25 x 0.25 m), incluyendo diferentes distanciamientos entre plantas y variedades de arroz (SFL-09 y SFL-11). Utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con un arreglo factorial (4 x 2) y cuatro repeticiones. Concluyó que la variedad SFL-11 tuvo un mejor rendimiento y una mayor cantidad de macollos.

Estos estudios previos proporcionan un amplio marco de referencia para la investigación actual sobre el rendimiento del cultivo de arroz en relación con cuatro distanciamientos de siembra en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno. Cabe destacar que la localidad analizada comprende la totalidad del cantón, situado en la provincia del Guayas, al norte del cantón y al noreste de la provincia (Cornejo Montes, 2021).

Al tomar como base teórica estos estudios, se puede aprovechar el conocimiento existente para diseñar eficazmente los experimentos en el nuevo contexto, adaptando las recomendaciones de densidad de siembra y parámetros según las condiciones locales. Esto no solo ahorra tiempo y recursos, sino que también contribuye a optimizar la productividad del cultivo de arroz en la región, mejorando la seguridad alimentaria y sostenibilidad agrícola.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En Alfredo Baquerizo Moreno, el cultivo de arroz presenta bajo rendimiento debido al manejo inapropiado del distanciamiento, lo que genera pérdidas económicas. La densidad de siembra, que depende de la época de siembra y la variedad, es un factor crucial ya que influye en el rendimiento del grano, el número de macollos, la altura de la planta y la panícula.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo influyen los distanciamientos de siembra en el desarrollo agronómico del cultivo de arroz en la zona Baquerizo Moreno, año 2024?

1.3 Justificación de la investigación

Esta investigación permitirá determinar cuál distanciamiento de siembra incide mejor en el desarrollo agronómico del cultivo de arroz en la zona de Baquerizo Moreno en 2024.

1.4 Objetivo general

Analizar la incidencia de diferente distanciamiento de siembra sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), cantón Jujan, 2024

1.5 Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo agronómico del cultivo de arroz mediante un ensayo de campo.
- Comparar el rendimiento de cada distanciamiento de siembra.
- Identificar el distanciamiento de siembra más significativo que incide sobre el rendimiento del cultivo de arroz.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Zambrano et al. (2019), El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cereales más importantes, ocupando el segundo lugar en tierras de cultivo y proporcionando el alimento básico para la humanidad. En Ecuador Rocafuerte Ramos (2019) indica que se siembran aproximadamente 343,936 ha, de las cuales se cosechan 332,988 ha, logrando una producción de 1,239,269 t. En la provincia de Los Ríos se cultivan aproximadamente 114,545 ha, de las cuales se cosechan 110,386 ha, alcanzando una producción de 359,569 t. El rendimiento promedio del arroz en cáscara, con 20 % de humedad y 5 % de impurezas, fue de 3.92 t/ha.

En un estudio realizado en la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la UNAN-León, Nicaragua (Perez-Somarriba & Hernandez-Fernandez, 2022), se implementó un diseño de bloques completamente al azar con tres densidades de siembra y tres tratamientos utilizando el método biointensivo. Las densidades estudiadas fueron T1: 120 plantas/10 m², T2: 100 plantas/10 m² y T3: 80 plantas/10 m². Se determinó que el T3 tuvo el mejor efecto, con un promedio de 4 mazorcas por planta y un peso de tuzas de 292.8 g; sin tuza, el peso fue de 230.74 g.

Desde una perspectiva general, investigaciones realizadas en Honduras por Villeda R. (2022), aplicaron el Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (SICA), un método de producción sostenible que utiliza menos recursos como materia prima agrícola, agua y otros insumos. Este estudio evaluó el comportamiento nutricional y productivo del arroz en diferentes densidades de plantas, analizando nueve densidades de siembra, tres entre hileras y tres entre plantas, con o sin ácidos orgánicos. Los resultados mostraron que la variabilidad del rendimiento aumentó un 15% gracias al uso de ácidos orgánicos y un correcto distanciamiento de siembra y

manejo del agua, indicando que el SICA incrementa el rendimiento en el cultivo de *Oryza*.

El análisis de la investigación presentada por Calero (2021), en Cuba demostró que la densidad adecuada de plantas de arroz puede ser clave para aumentar el rendimiento. El estudio investigó la influencia de cuatro densidades de población distribuidas en un diseño de bloques al azar: 250,000, 350,000, 450,000 y 550,000 plantas/ha, con cinco réplicas. Los resultados mostraron que la densidad de 450,000 plantas/ha obtuvo los mejores resultados en productividad, incrementando el rendimiento en 0.70 t/ha en comparación con las densidades de 350,000 y 550,000 plantas/ha, y en 1.94 t/ha respecto a la menor densidad.

(Gavilánez Luna et al., 2022), desarrollaron un estudio en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno, realizando un experimento de uniformidad de 31.7 m de ancho por 32.0 m de largo, con 1.0 m de efecto borde, y demarcaron 990 unidades básicas de 0.9 m². Realizaron combinaciones de espaciamientos de 1x1 hasta 10x8 cm, con siembra por trasplante a 25x30 cm y ocho macollos por sitio. Evaluaron el rendimiento de grano en cáscara, obteniendo un coeficiente de variación para las diferentes combinaciones, aplicando el método de máxima curvatura y un modelo de regresión múltiple. El lote presentó un promedio de 597.6 g por unidad, con una desviación estándar de 74.9 g, un valor mínimo de 400.5 g y un valor máximo de 923.0 g, y un coeficiente de variación del 12.5%

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generalidades del arroz

El cultivo de arroz (*Oryza sativa*) se originó hace millones de años en muchas áreas tropicales y subtropicales, posiblemente en India, donde se cultivó por primera vez debido a la abundancia de arroz silvestre (Barcos Aguirre, 2019).

El arroz es una planta monocotiledónea del género *Oryza sativa* y de la familia Poaceae. Entre los cereales, tiene la mayor superficie cultivada del mundo debido a su alta demanda alimenticia (Rodríguez-Betancourth et al., 2021)

2.2.2 Taxonomía del cultivo

La clasificación taxonoica del arroz es la siguiente:

Reino: Plantae

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Ehrhartoideae

Tribu: Oryzeae

Género: *Oryza*

Especie: *Oryza sativa* L.

2.2.3 Morfología del cultivo

2.2.3.1. Raíz

El sistema radical del cultivo de arroz es delgado, fibroso y fasciculado. Esta gramínea tiene dos tipos de raíces: las temporales, que se originan en la radícula, y las secundarias, que se forman en los nudos inferiores y tienen ramas libres (Soto Moncada, 2019). El sistema radical, además de anclar la planta, ayuda a absorber nutrientes para su desarrollo y óptima producción.

2.2.3.2. Tallo

La planta de arroz se caracteriza por tener un tallo cilíndrico, hueco, erecto y con un número determinado de nudos y entrenudos, que dependen de la variedad. El tallo principal es el primero de la planta y se desarrolla temprano en la fase vegetativa. El número de hojas en el tallo principal depende de la variedad y las condiciones ambientales (Paredes et al., 2014).

El nudo del coleóptilo, ubicado en la base del tallo, es morfológicamente único, ya que no forma macollas, aunque el primordio radicular da origen a una única raíz primaria. Se considera que el número de nudos es igual al número de hojas de la planta más dos, que son el nudo del coleóptilo y el nudo de inserción de la panícula (Yoshida & Nagato, 2011).

2.2.3.3. Macollos

Los macollos son tallos secundarios que se desarrollan desde el tallo principal a partir de la yema axilar en uno de los primeros nudos del tallo principal. En cada tallo se forman primordios de macollas ubicados en la base de cada hoja. Cuando emerge la quinta hoja en el tallo principal, aparece la primera hoja en la macolla de la axila de la segunda hoja del mismo tallo. La emergencia de la hoja del tallo principal y de la macolla ocurre de forma sincronizada. El coleóptilo y la primera hoja (prófilo) normalmente no producen macolla (Osca Lluch, 2015).

2.2.3.4. Panoja

El cultivo de arroz posee una inflorescencia que se observa en una panoja desarrollada por espiguillas uniflorales. Esta inflorescencia se inicia a partir del nudo superior (nudo ciliar). De cada nudo de la panícula nacen las ramificaciones y su eje principal se conoce como raquis (Henry Humberto, 2008).

2.2.3.5. Espiguilla

La espiguilla consta de la raquilla, la florecilla y dos lemas estériles. Está unida a las ramificaciones por el pedicelo. La espiguilla del género *Oryza* tiene tres flores, pero solo una es fértil y se desarrolla. Las variedades mejoradas tienen de 100 a 200 espiguillas por panícula. (Ortiz Valdivia, 2016).

2.2.4 Fases de desarrollo

La fase de desarrollo abarca desde la emergencia de la semilla hasta la cosecha o maduración del grano. Esta etapa se puede segmentar en tres periodos y diez etapas. En el país, se cultivan variedades con un ciclo de cultivo de 120 a 135 días (Arce Soro, 2006; Painii-Montero et al., 2018).

2.2.4.1. Fases vegetativas

La fase vegetativa abarca desde la germinación de la semilla hasta el inicio de la diferenciación floral (Arce Soro, 2006; Zarate Miranda, 2023; INIAP, 2014) Esta fase comprende las siguientes etapas:

Etapa 0: Comprende desde la germinación hasta la emergencia, con una duración de aproximadamente 5 – 10 en variedades precoz y en tardías de 10 - 15 días.

Etapa 1. Plántula Esta etapa se extiende desde la emergencia hasta poco antes de aparecer el primer macollo.

Etapa 2. Macollamiento, desde la aparición del primer hijo hasta el máximo número de macollos. Esta etapa se extiende entre 45-50 días en variedades precoces y 50-55 días en variedades tardías.

Etapa 3. Elongación del tallo Comprende desde el momento en que se inicia la elongación del cuarto entrenudo del tallo principal hasta la iniciación de la panícula.

2.2.4.2. Fase reproductiva

Esta fase abarca desde la iniciación floral hasta la formación de la panoja. La formación de la panoja comienza 70 a 75 días antes de la maduración y su duración depende del tipo de variedad cultivada(Rubiano-Rodríguez et al., 2019).

2.2.5 Ecología del cultivo

En el Ecuador, el arroz puede cultivarse en la región litoral, en las estribaciones andinas y en la Amazonía, con superficies reducidas (Zarate Miranda, 2023; INIAP, 2014).

2.2.6 Características agronómicas de la variedad FLS 011

“Esta variedad se desarrolla bien en los climas cálidos y los suelos con fácil drenaje. Se cultiva en las provincias de Guayas, Manabí, Los Ríos y El Oro. Su descripción agronómica es la siguiente: • Porcentaje de germinación: mayor a 90 %. • Altura de la planta: 126 cm. • Macollamiento: intermedio. • Ciclo de cultivo: 127 – 131 días promedio. • Rendimiento de cultivo: 6 a 8 TM/ha. • Grano largo: 7.5 mm descascarado. • Tiempo de cosecha: En invierno 122 días y en verano 131 días (Sánchez Albán, 2019)”.

2.2.7 Rendimiento

En los últimos 20 años, el rendimiento del arroz en Uruguay ha aumentado en kg/ha por año, alcanzando un promedio de 7,9 t/ha, uno de los más altos a nivel internacional. El grupo de trabajo del INIA sobre el cultivo de arroz, recopilando información de fabricantes y técnicos del sector, ha identificado la oportunidad y necesidad de investigar prácticas alternativas de manejo de cultivos que superen los límites de rendimiento actuales (Deambrosi et al., 2014).

2.2.8 Requerimiento edafo-climático del cultivo de arroz

Los requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de arroz se desempeñen normalmente debe de tener:

2.2.9 Temperatura y humedad

En el arroz, las temperaturas entre 30 y 34°C son óptimas para el desarrollo del cultivo (Buevas, 2021; Saba Magdalena, 2016). Por otro lado, la humedad promedio del 80% puede provocar vaenamamiento del grano de arroz (Jiménez, 2012).

2.2.10 Precipitación y altitud

El arroz se cultiva en la región litoral de las provincias de Guayas y Los Ríos, que presentan diferentes factores climáticos, desde el trópico húmedo al seco, con temperaturas que oscilan entre 20°C y 30°C. Las precipitaciones promedio varían entre 500 y 2500 mm al año, con una alta humedad relativa. (Buelvas, 2021).

2.2.11 Luz

La exposición diaria de 300 cal/cm² durante la etapa reproductiva permite obtener beneficios de 5 toneladas por hectárea. La mayoría de los investigadores concuerdan en que una temperatura alta (30° C) Una cantidad significativa de luz solar es necesaria para el correcto crecimiento del arroz (Menendez Ganchozo, 2020).

2.2.12 Suelo

El cultivo crece en suelos que varían desde arcillosos hasta arenosos, con una consistencia suelta y fértil debido a la presencia de arcilla y materia orgánica, lo que proporciona nutrientes (Menendez Ganchozo, 2020).

2.2.13 Siembra

El cultivo de arroz puede sembrarse de dos formas: siembra directa y trasplante, este último puede ser manual o mecánico (Guzmán Familia & Serrata Núñez, 2018).

La siembra directa se realiza en suelos previamente preparados (arados, etc.), esparciendo la semilla de arroz, que puede estar pregerminada. También se puede sembrar con maquinaria agrícola en suelos secos o húmedos.

En el caso del trasplante, las semillas se siembran en camas con una densidad de 60 a 90 kg. Posteriormente, las plántulas emergentes se utilizan para trasplantar, colocando de tres a cinco hijuelos en los sitios definitivos.

2.2.14 Distancia de siembra

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en el 2009 citado por Ruíz Morán (2020), las distancias de siembra recomendadas para el trasplante y espeque con semilla seca y pre germinada son: 0,30 x 0,20 m; 0,5 x 0,30 m; 0,30 x 0,30 m, en el trasplante se colocan de tres a cinco plantas por sitio.

La variedad de arroz SFL-09 en trasplante se recomienda distancias de siembra de 30x25, 25x25 y 30x30 cm Ruíz Morán (2020). Por otro lado, una baja densidad de plantas por metro cuadrado estimula una mayor producción de macollas, aunque puede afectar negativamente la producción general. En contraste, altas densidades poblacionales no se recomiendan, ya que la competencia entre las plantas puede aumentar el crecimiento en altura, lo que eleva las posibilidades de acame y la susceptibilidad a enfermedades Calero (2021).

El sistema de siembra de trasplante, realiza una siembra uniforme, con una distancia entre plantas y filas igual en todo el campo (0.40 x 0.40 m y 0.30 m x 0.40 m), que garantiza una mejor captación de la radiación solar y un crecimiento uniforme del cultivo (Álvarez-Rodríguez, 2011).

Ruíz Morán (2020), estudió tres densidades de siembra en el cultivo de arroz en Santa Lucía provincia del Guayas, determinó que en las distancias de 0,25 m x 0,25 m obtuvo mayor producción que la distancia 0,30 m x 0,30 y el que presentó el valor más bajo fue la distancia de 0,30 m x 0,20 m.

2.2.15 Manejo nutricional del cultivo de arroz

El cultivo requiere de nutrientes elementales para un normal desarrollo y obtener altos rendimientos (Pérez Leal, 2017)

2.2.16 Macronutrientes

Los cultivos, incluido el arroz, requieren macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio para lograr cosechas óptimas. Además, los micronutrientes desempeñan un papel fundamental en los procesos fisiológicos de las plantas (Pérez Leal, 2017)

3. Materiales y métodos

3.1 Delimitación de la investigación

3.1.1 Espacio: Lugar donde se ejecutó el desarrollo del trabajo de titulación.

Este trabajo se realizó en un área aproximada de 200m² de la cuales están dividido en bloques de 5x5m en las cuales se obtuvo 125m². La ubicación de este ensayo experimental se realizó en el Cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan), en el Recinto Pajonal Central con las siguientes coordenadas

Norte 9782896.03 m E

Este 661175.64 m S

Como se muestra a continuación en la figura 1

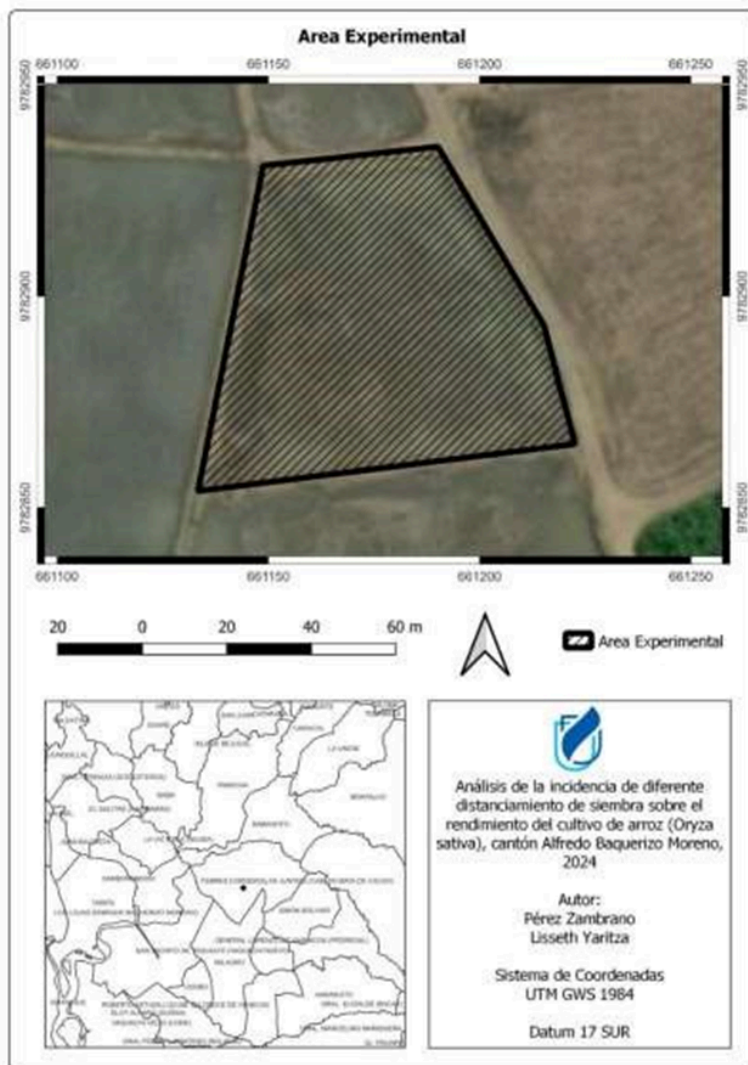


Figura 1. Ubicación del ensayo
Fuente: Google Earth
Pérez, 2024

3.1.2 Tiempo

Esta investigación se realizó durante el periodo de cuatro meses del 2024, durante se procederá a realizar el trabajo de investigación de campo y el proceso de tabulación.

3.1.3 Población

Los resultados obtenidos de esta investigación se beneficiarán aproximadamente 19.982 habitantes (INEC, 2010), en lo que están incluidos

productores, consumidores e industriales que están beneficiados directo e indirectamente relacionado con el cultivo de arroz.

3.2 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativa con enfoque de investigación de campo y experimental, con un nivel de conocimiento descriptivo, explicativo o correlacional.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño propuesto para esta investigación es de Diseño Completamente al Azar (DCA), del que se evaluaron cinco tratamientos, con la finalidad de determinar el mejor distanciamiento de siembra mediante una prueba denominada Test de Tukey al 5% de probabilidad.

3.3 Metodología

3.3.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

1.3.1.1. Variable independiente

La variable es distanciamiento de siembra

T1: 0.10x0.10cm

T2: 0.20x0.20cm

T3: 0.25x0.25cm

T4: Al voleo

1.3.1.2. Variable dependiente

La variable altura de planta (m), altura de panícula (m), números de macollos (n°), rendimiento por hectárea (kg/ha), pesos de 1000 granos.

1.3.2. Hipótesis

El manejo adecuado de los distanciamientos de siembra incidirá de manera significativa sobre el rendimiento del cultivo de arroz en la zona Alfredo Baquerizo Moreno.

1.3.3. Diseño experimental

Tabla 1. Tratamiento de estudio

N°	Distanciamiento de siembra (cm)
1	0.10x0.10cm
2	0.20x0.20cm
3	0.25x0.25cm
4	Al voleo

Pérez, 2024

Para realizar este estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), que consta de cuatro tratamientos como lo indica la tabla 1, Cada uno consta de cinco repeticiones, lo que da un total de 20 unidades experimentales.

El tamaño de la unidad experimental será de 1.50x1.50m en los tratamientos T1, T2, T3. El área útil será de 45m² con una distancia de 1m por cada repetición

Tabla 2. Delimitación de experimento

Componentes	Unidad
Diseño experimental	DCA
Tipo de siembra	Trasplante
Números de tratamientos	4
Número de repeticiones	5
Número total de parcelas	20
Distancia entre plantas e hileras	Según tratamiento
Longitud de parcela	1.50m
Ancho de la parcela	1.50m
Área de la parcela	45m ²
Longitud de todo el experimento	11
Ancho de todo el experimental	13.5
Separación entre repeticiones	1m
Área de los bloques	2.25
Área total de los ensayos	143 m ²

Pérez, 2024

1.3.4. Recursos

Tabla 3. Presupuesto del ensayo

Material	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
Alquiler de terreno				250.00

Preparación del terreno				100.00
Semilla variedad SFL-011	kl		70.00	70.00
Siembra				80.00
Riego - Diésel	Lt	1	10.00	10.00
Control de malezas				50.00
Jornales				100.00
Cosecha				100.00
Gastos varios				100.00
Total				600\$

Pérez, 2024

1.3.5. Métodos y técnicas

El método propuesto para esta investigación experimental es descriptivo e inferencial. Se implementó un ensayo de campo para estimar el mejor distanciamiento de siembra del cultivo de arroz. La técnica que se utilizó será un experimento de campo, con la información de las variables morfológicas del cultivo y los rendimientos obtenidos al azar. Los datos se tabularon y procesaron mediante aplicaciones correspondientes. Para el análisis de datos se empleó una prueba Tukey con un nivel de confianza del 5%. Los resultados se presentarán en gráficos y tablas.

3.3.5.1 Diagrama de flujo de las actividades experimentales a realizar durante su trabajo de titulación

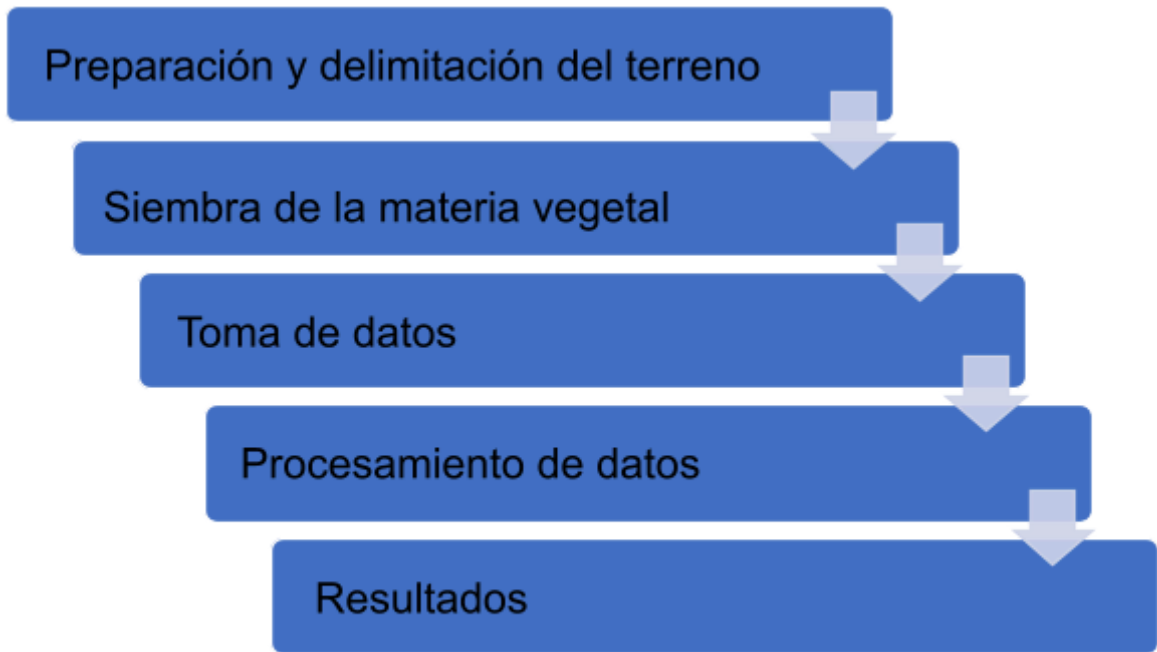


Figura 2. Diagrama de flujo
Pérez, 2024

3.3.6 Análisis estadístico

En esta investigación usaremos el análisis estadístico inferencial.

Tabla 4. Análisis descriptivo

Fuentes de variación	GI
Tratamiento (T-1)	3
Repeticiones (T-1)	4
Error experimental	12
Total	19

Pérez, 2024

3.4 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES Objetivo general: Analizar la incidencia de los distanciamientos de siembra sobre el rendimiento del cultivo de arroz (ORYZA SATIVA) en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno, 2024	mes				mes				mes				mes			
	semana				semana				semana				semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Evaluar el desarrollo agronómico del cultivo de arroz mediante un ensayo de campo																

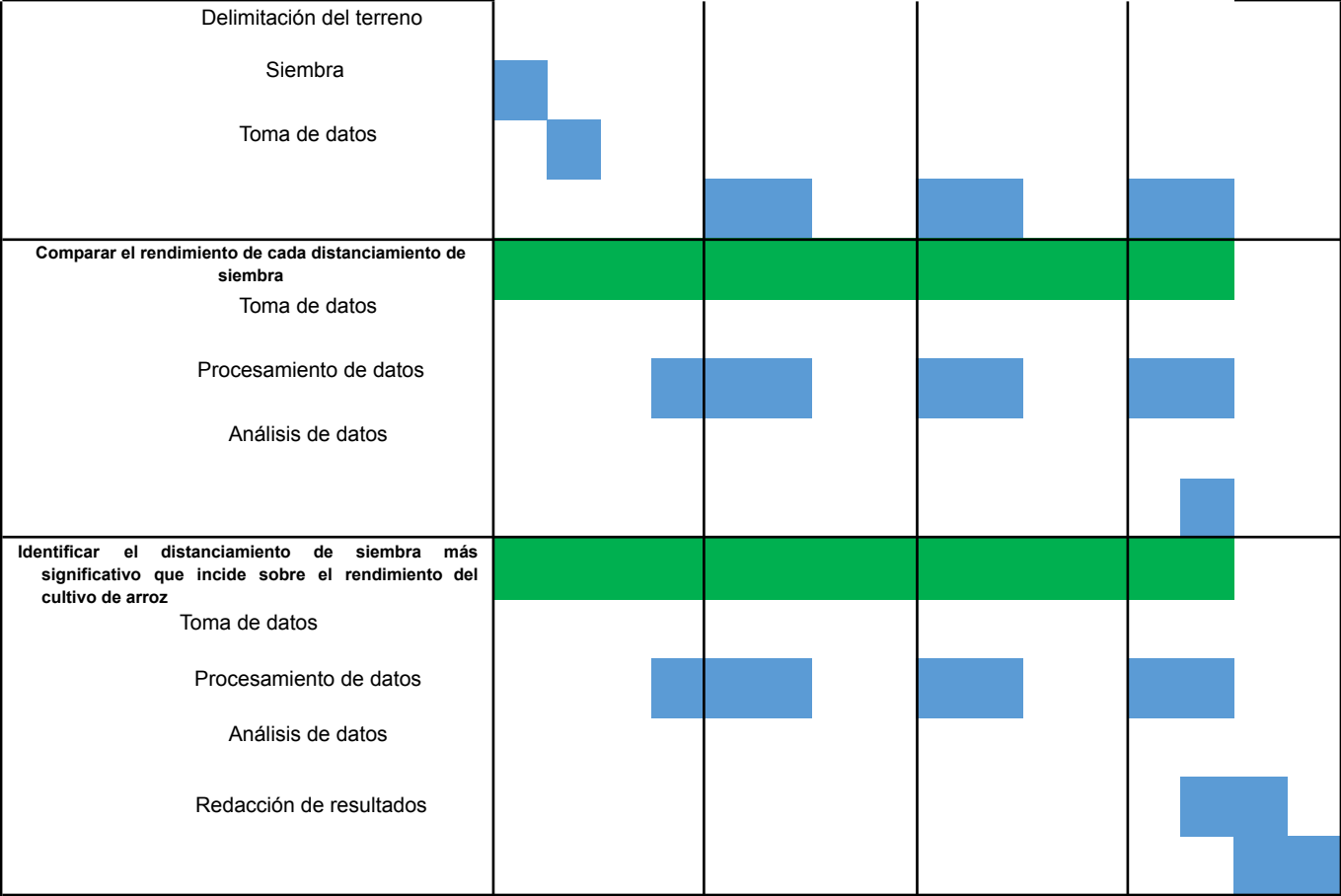


Figura 3. Cronograma de actividades
Pérez, 2024

4. Resultados

4.1 Evaluar el desarrollo agronómico del cultivo de arroz mediante un ensayo de campo

En el transcurso de esta investigación, se evaluaron diversas distancias de siembra para determinar su efecto en comparación con la técnica de siembra directa, tal como se ilustra en la Tabla 5.

Tabla 5. Estadística descriptiva de la altura (cm) de planta del cultivo arroz.

Tratamiento	Tiempo	Suma	Media	Moda	Mediana	Varianza	Desviación Estándar
0,10 m	15	206	41,2	42	42	2,2	1,6
	30	298	59,6	59	59	3	1,9
	45	360	72	-	72	6,8	2,9
	60	447	89,4	-	88	12,6	4
0,20 m	15	210	42	42	42	2,8	1,9
	30	306	61,2	62	61	0,6	0,8
	45	367	73,4	74	74	1,4	1,3
	60	461	92,2	-	92	6,6	2,9
0,25 m	15	213	42,6	43	43	1,8	1,5
	30	318	63,6	63	63	1,8	1,5
	45	376	75,2	74	75	2,2	1,6
	60	468	93,6	-	92	18,6	4,8
Al voleo	15	154	30,8	-	31	3	1,9
	30	291	58,2	60	58	2,6	1,8
	45	357	71,4	71	71	2,6	1,8
	60	418	83,6	-	83	7,4	3

Pérez, 2024

La Tabla 5 muestra que, en el transcurso de los primeros 15 días posteriores a la siembra, las plantas cultivadas a distintas distancias entre sí mostraron un crecimiento numéricamente superior en comparación con las plantas que fueron sembradas utilizando la técnica de siembra directa.

Asimismo, la Tabla 5 demuestra que, conforme avanza el tiempo, se observa un aumento progresivo en la altura de las plantas, alcanzando una altura máxima específica de 92 cm para las plantas sembradas a una distancia precisa de 0,25 metros, así como una altura de 83 cm en las plantas sembradas mediante la técnica específica de siembra directa.

En las diferentes etapas de muestreo se analizó el tamaño de plantas para lo cual en la figura 4, se proyectan los resultados finales de la altura de planta

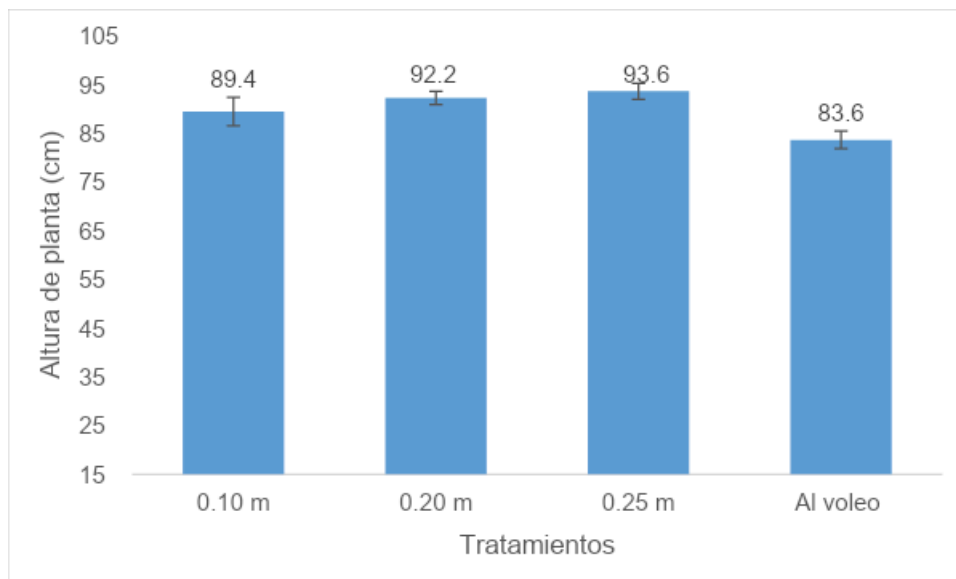


Figura 4. Altura de planta de arroz por tratamientos
Pérez, 2024

Se observa en la Figura 4, que el tratamiento con una distancia de siembra de 0,25 m obtuvo la mayor altura promedio de las plantas, alcanzando los 93,6 cm. En contraste, la técnica de siembra al voleo presentó la menor altura promedio, con 83,6 cm. Al evaluar comparativamente los tratamientos, se nota que las alturas promedio de las plantas son bastante similares para las distancias de siembra de 0,10 m, 0,20 m y 0,25 m, presentando diferencias mínimas. Sin embargo, estas diferencias son claramente distinguibles cuando se comparan con la siembra al voleo, que registró la altura más baja.

En la figura 4, se ilustra que la altura de las plantas experimenta variaciones en función del tratamiento aplicado. Específicamente, en la distancia de siembra de 0,25 m que se destaca al producir la mayor altura de planta.

Para determinar el efecto de las distancias de siembra sobre la altura de planta se realizó un análisis de varianza para establecer que tratamientos es mejor entre sí.

En la tabla 6, se representa el análisis de varianza de Tukey al 0,05 % de la altura de planta según los tratamientos.

Tabla 6. Análisis de la varianza altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28099,35	19	1478,91	245,53	<0,0001
Tratamientos	672,85	3	224,28	37,24	<0,0001
Repeticiones		19	4,75	0,79	0,5371
Error	361,4	19	6,02		
Total	28460,75	25			

Pérez, 2024.

El análisis de varianza indica en los tratamientos (p -valor=0,0001) aplicados ejercen efectos significativos sobre la altura de las plantas. Estos resultados confirman la eficacia de los tratamientos en influir sobre la altura de las plantas y recalcan la relevancia del componente tiempo en la investigación.

Tabla 7. Estadística descriptiva del número macollas de planta del cultivo arroz

Tratamientos	Tiempo	Suma	Media	Moda	Mediana	Varianza	Desviación Estándar
0.10 m	15	62	12,4	12	12	1	1,1
	30	79	15,8	15	15	2,2	1,6
	45	84	16,8	16	16	2,2	1,6
	60	99	19,8	21	20	1,4	1,3
0.20 m	15	62	12,4	13	13	1,8	1,5
	30	111	22,2	21	21	4,6	2,4
	45	122	24,4	23	23	7	3
	60	82	16,4	17	17	0,6	0,9
0.25 m	15	88	17,6	18	18	2,6	1,8
	30	149	29,8	31	31	3,8	2,2
	45	158	31,6	33	32	1,8	1,5
	60	132	26,4	--	27	6,6	2,9
Al voleo	15	5	1	1	1	0	0
	30	13	2,6	3	3	0,2	0,5
	45	12	2,4	2	2	0,2	0,5
	60	15	3	3	3	0	0

Pérez, 2024

La Tabla 7 muestra que, durante los primeros 15 días posteriores al sembrado, las diferentes distancias de siembra presentaron entre 12 y 17 macollas superando al tratamiento al voleo ya que no hubo producción de macollas.

Por otro lado, la tabla muestra que, durante las evaluaciones a una distancia de 0,20 m, se observó mortalidad de macollas, similar a lo ocurrido a 0,25 m. Sin embargo, los tratamientos a 0,10 m y la siembra directa no presentaron pérdidas de macollas durante el desarrollo vegetativo.

En la tabla 7 se muestra el análisis de varianza del efecto de las distancias de siembra sobre el número de macollas.

Tabla 8. Análisis de la varianza del efecto de la distancia en el número de macollas por planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1462,40	7	208,91	68,87	<0,0001
Tratamientos	1455,60	3	485,20	159,96	<0,0001
Repeticiones	6,80	4	1,70	0,56	0,6958
Error	36,40	12	3,03		
Total	1498,80	19			

Pérez, 2024.

En la tabla 8 se muestra el Anova del número de macollas por planta, el modelo estadístico fue el idóneo dado que su p-valor fue altamente significativo caso similar ocurrió para los tratamientos, fechas de evaluación e interacción entre sí (p-valor 0,01).

Para este ensayo, se aplicó el test de Tukey, el cual reveló que el número promedio de macollas por planta a los 15 días después de la siembra fue significativamente menor en comparación con las mediciones realizadas a los 30, 45 y 60 días. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones realizadas en el segundo (16,40) y tercer (17,60) periodo. Esto sugiere que el tiempo transcurrido post-siembra influye significativamente en el desarrollo y la producción de macollas en las plantas. Por otro lado, los tratamientos, fueron diferentes estadísticamente entre sí.

En la tabla 8 se detalla los resultados obtenidos en el análisis de varianza.

Tabla 9. Análisis descriptivo de la longitud de panícula del cultivo de arroz.

Tratamiento	Media	Median a	Mod a	Desviación estándar	Varianza	Rango	Mínimo	Máximo
0.10 m	27,8	28	29	1,64	2,7	4	25	29
0.20 m	26,4	26	26	1,14	1,3	3	25	28
0.25 m	27,8	28	29	1,3	1,7	3	26	29
Al voleo	28,2	28	28	0,45	0,2	1	28	29

Pérez, 2024.

Los resultados indican que, en cuanto a la longitud de la panícula, el tratamiento al voleo podría ser ligeramente más efectivo que las distancias de 0,10

m y 0,25 m, que mostraron resultados comparables entre sí. En contraste, el tratamiento a 0,20 m parece ser el menos efectivo.

4.2 Comparar el rendimiento de cada distanciamiento de siembra

En la tabla 10, se muestra la variación del peso de 1000 semillas.

Tabla 10. Análisis descriptivo del peso de 1000 semillas (granos) de arroz

Tratamientos	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Varianza	Rango	Mínimo	Máximo
0.10 m	28,6	29,0	29,0	1,1	1,3	3,0	27,0	30,0
0.20 m	27,6	28,0	28,0	1,1	1,3	3,0	26,0	29,0
0.25 m	28,2	28,0	28,0	0,8	0,7	2,0	27,0	29,0
Al voleo	24,8	25,0	24,0	0,8	0,7	2,0	24,0	26,0

Pérez, 2024.

Los resultados muestran que las distancias de siembra de 0,10 m y 0,25 m obtuvieron el mayor peso en los 1000 granos pesados por tratamiento, siendo la distancia de 0,10 m ligeramente superior. Por su parte, el tratamiento a 0,20 m demostró ser menos efectivo, mientras que el tratamiento al voleo, se presentó como el menos adecuado para favorecer el peso.

En la tabla 11 presenta el análisis descriptivo de la producción en kilogramo por hectárea.

Tabla 11. Análisis descriptivo de la producción por distancia de siembra (kg/ha).

Tratamientos	Media (kg)	Mediana	Moda	Desviación estándar	Varianza	Rango	Mínimo	Máximo
0.10 m	6113,64	6363,64	6363,64	541,41	293130,17	1363,64	5340,91	6704,55
0.20 m	5909,09	5795,45	5795,45	266,50	71022,73	681,82	5681,82	6363,64
0.25 m	5636,36	5568,18	5568,18	248,96	61983,47	681,82	5340,91	6022,73
Al voleo	4488,64	4488,64	--	127,05	16141,53	340,91	4318,18	4659,09

Pérez, 2024.

En la tabla 11, podemos observar que la diferencia en la producción promedio de entre el tratamiento a 0,10 m (6113,64 kg) y a 0,20 m (5909,09 kg) es relativamente pequeña. En comparación, el tratamiento a 0,25 m mostró una producción promedio menor (5636,36 kg), y el tratamiento al voleo produjo la menor

cantidad (4488,64 kg), lo que indica que este método es el menos favorable en términos de producción.

4.3 Identificar el distanciamiento de siembra más significativo que incide sobre el rendimiento del cultivo de arroz

En la tabla 12 se muestra el análisis de varianza de la producción por distancia de siembra.

Tabla 12. Análisis de la varianza del efecto de las distancias de siembra sobre la producción

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	8226108,53	7	1175158,36	9,78	0,0004
Tratamientos	7899400,57	3	2633133,52	21,91	<0,0001
Repet	326707,96	4	81676,99	0,68	0,6192
Error	1442235,04	12	120186,25		
Total	9668343,56	19			

Pérez, 2024.

En la tabla 13 se muestra la diferencia entre los tratamientos en relación a la producción de esta gramíneas y el análisis e la prueba de Tukey al 5 % para determinar el efecto de las distancias de siembra en la producción

Tabla 13. Prueba a posteriori de Tukey al 5%

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>
Al voleo	4488,64 b
0.25 m	5636,36 a
0.20 m	5909,10 a
<u>0.10 m</u>	<u>6113,62 a</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Pérez, 2024.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la tabla 13 se muestra el análisis a posteriori de Tukey donde los tratamientos del con diferentes distancias fueron iguales entre si con una producción mayor a 6 toneladas, pero diferente al voleo con 4,5 ton.

En la tabla 14 se muestra el análisis de varianza de Tukey al 5 % del efecto de lasa distancia de siembra en el peso de 1000 semillas.

Tabla 14. Análisis de varianza del peso de 1000 semillas en cultivo de arroz.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
-------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------------

Modelo	44,40	7	6,34	4,82	0,0086
Tratamientos	44,20	3	14,73	11,19	0,0009
Repeticiones	0,20	4	0,05	0,04	0,9969
Error	15,80	12	1,32		
Total	60,20	19			

Pérez, 2024.

En la tabla 14 Se detalla que hubo significancia estadística entre los tratamientos estudiados.

En la tabla 15 se muestra la prueba a posteriori de Tukey al 5 % donde se aprecia las significancias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 15. Prueba a posteriori de Tukey al 5%

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>
Al voleo	24,80 a
0,2	27,60 b
0,25	28,20 b
0,1	28,60 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Pérez, 2024.

En la tabla 15 se observa que hay diferencia entre las diferentes distancias de siembra cuya significancia estadística donde el testigo obtuvo e menor peso con 24,8 g y las distancias de siembra de 27 a 28 g siendo iguales entre sí

5. Discusión

Los tratamientos con distancias de 0,20 m y 0,25 m muestran mejor crecimiento de altura de las plantas en comparación con 0,10 m y al voleo. El mayor espaciamiento (0,25 m) tiende a favorecer el crecimiento en altura, posiblemente debido a una menor competencia por recursos como luz, agua y nutrientes.

Las distancias de siembra de 0,10 m, 0,20 m y 0,25 m muestran alturas promedio bastante similares, lo que indica que variaciones menores en el espaciamiento no afectan significativamente la altura de las plantas. En relación a la altura de planta de arroz de según fechas de evaluación puedo evidenciar que a través del tiempo esta fue cambiando y aumentando según las distancias de siembra a diferencia de la siembra al voleo, destacado que, a los 60 días después de la siembra, la distancia de 0,25 m registró 93,6 cm de altura y el testigo con 83 cm fueron estadísticamente diferente entre sí.

Mediante el test a posteriori se determinó que el mejor tratamiento fue a la distancia de 0,25 m, caso similar ocurre en la comparación entre tratamientos y con menor promedio en altura fue el testigo o siembra al voleo.

En el caso del número de macollas la distancia de 0,25 m con 26 macollas fue superior a la siembra al voleo con 3, esto se ratificó en el Anova donde se determinó diferencia estadística en tratamientos donde destaca la mayor distancia de siembra del testigo con un número reducido de estos. En la longitud de panícula hubo diferencias aritméticas no significativas donde el testigo presentó la mayor longitud de panícula con 28 cm y de menor tamaño con 27,6 cm.

En el peso de 1000 semillas muestran que las distancias de 0,10 m y 0,25 m presentaron el mayor peso tratamiento, siendo la distancia de 0,10 m ligeramente superior. En esta variable no hubo diferencia estadística entre los tratamientos evaluados.

La producción y rendimiento del cultivo de arroz fueron diferentes estadísticamente entre los tratamientos donde el testigo produjo 4488,64 kg el cual obtuvo el menor peso entre tratamientos y la de mejor producción fue a la distancia de 0,1 m con 6113,14 kg, la cual fue igual a las demás distancias de siembra. Por otro lado, mediante un test Anova y prueba a posteriori se evidenció que hubo diferencia entre tratamientos o distancias de siembras.

El mejor distanciamiento de siembra fue 0,25 m que obtuvo la mayor altura promedio, número de macollas, sin embargo, fue igual estadísticamente a las demás distancias de siembra en cuanto a la producción en kilogramos por hectárea, pero fue diferente a aritméticamente y presentó el menor peso con 6113,64 kg, seguido por 0,2 m con 5909,09 y 0,1 m con 5636,36 kg.

En el presente estudio, se evaluó el efecto de la distancia de siembra sobre el crecimiento del arroz, específicamente en la altura de la planta. Se observaron diferencias estadísticas significativas en la altura de las plantas a los 60 días de cultivo para la distancia de siembra de 0,25 m. Estos resultados coinciden con Calero Hurtado et al. (2021), quienes demostraron que la densidad de siembra juega un papel importante en la productividad del arroz. De igual manera, Mota Delgado (2014) encontró que la densidad de siembra afecta significativamente el rendimiento del grano en cultivares de arroz ecuatorianos.

En concordancia con lo antes mencionado, diversos estudios han evidenciado que las densidades de siembra influyen en características agronómicas relevantes, como la altura de las plantas (Romero Zabala, 2023).

La distancia de siembra es un factor determinante en el crecimiento del arroz, principalmente a través de su influencia en la competencia por recursos y la plasticidad fenotípica de las plantas; estudios como el presente y los mencionados

por los autores (Calero Hurtado et al., 2021; Mota Delgado, 2014; Romero Zabala, 2023) evidencian la importancia de optimizar la densidad de siembra para maximizar el rendimiento y la productividad del cultivo.

La densidad de siembra es un factor agronómico clave que influye en el número de macollas en el cultivo de arroz, lo cual fue muy evidente en la distancia de 0,25 m (26 macollas) en relación al testigo (3). Las macollas son tallos secundarios que surgen de la base de la planta y son cruciales porque cada una puede dar lugar a una panícula, que es la estructura que lleva el grano de arroz (García-López & Hernández, 2023).

El hecho de que la distancia de siembra de 0,25 m haya resultado en un mayor número de macollas en comparación con la siembra al voleo se alinea con la hipótesis de que una mayor disponibilidad de espacio y recursos por planta puede reducir la competencia intraespecífica, permitiendo un mejor desarrollo de cada planta individual (García-López & Hernández, 2023).

Estudios similares han encontrado que la densidad de siembra afecta no solo el número de macollas sino también otros parámetros de crecimiento y rendimiento en el arroz. Por ejemplo, un estudio realizado en Costa Rica evaluó diferentes densidades de siembra y niveles de fertilización en arroz, encontrando que a mayor nivel de fertilizante favorece los mejores rendimientos para todas las variedades probadas (Arias-Badilla et al., 2020; Calero Hurtado et al., 2020).

6. Conclusiones

Las distancias de siembra de 0,25 m y 0,20 m favorecen significativamente el desarrollo agronómico del cultivo de arroz, promoviendo una mayor altura promedio de las plantas y un número considerable de macollas en comparación con la siembra al voleo. Estos hallazgos destacan la importancia de una adecuada distancia de siembra para optimizar el crecimiento vegetativo del arroz.

Así mismo, la distancia de siembra de 0,10 m se demuestra como la más eficiente en términos de producción, alcanzando un promedio de 6113,62 kg/ha, y el peso de 1000 semillas, con 28,60 g. Esta distancia maximiza no solo el rendimiento por hectárea, sino también la calidad de las semillas, subrayando su superioridad para el cultivo de arroz.

Aunque las distancias de siembra de 0,20 m y 0,25 m presentan mejoras significativas en la producción y el peso de las semillas en comparación con la siembra al voleo, la distancia de 0,10 m se destaca como la opción más favorable. Esta distancia optimiza tanto el rendimiento como la calidad del cultivo, evidenciando su ventaja agronómica sobre otras prácticas de siembra.

7. Recomendaciones

Realizar siembra de con distancias 0,25 m, mostró los mejores resultados en producción, peso de 1000 semillas y altura de las plantas para maximizar el rendimiento y la calidad del arroz.

Evitar la siembra al Voleo dado que presentó la menor producción y peso de semillas, lo cual se verá reflejado en el rendimiento del cultivo arroz.

Realizar estudios con las diferentes distancias de siembra estudiadas en esta investigación más un plan de fertilización para determinar el efecto de estos dos factores sobre la producción de arroz.

8. Referencias

- Álvarez-Rodríguez, J. A. (2011). *Manual Técnico del Sistema de Siembra de Trasplante Mecanizado del Cultivo de Arroz (Oryza Sativa)*.
- Anwari, G., Moussa, A. A., Wahidi, A. B., Mandozai, A., Nasar, J., & El-Rahim, M. G. M. A. (2019). Effects of Planting Distance on Yield and Agro-morphological Characteristics of Local Rice (Bara Variety) in Northeast Afghanistan. *Current Agriculture Research Journal*, 7(3), 350–357. <https://doi.org/10.12944/CARJ.7.3.11>
- Arce Soro, O. E. (2006). Evaluación y selección de líneas de arroz (oryza sativa), del vivero ion – CIAT – seco, en base a características agronómicas, resistencia a enfermedades y calidad molinera. Instituto tecnológico de costa rica sede regional San Carlos.
- Arias-Badilla, J. G., Esquivel-Segura, E. A., & Campos-Rodríguez, R. (2020). Evaluación de la densidad de siembra y nivel de fertilización en arroz, para las variedades Palmar-18, Lazarroz FL y NayuribeB FL, en Parrita (Pacífico Central), Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i3.4363>
- Barcos Aguirre, C. J. (2019). *Comportamiento agronómico de dos cultivares de arroz (Oryza sativa L), bajo condiciones diferentes de fertilización nitrogenada*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Buelvas, J. M. (2021). Importancia de los factores climáticos en el cultivo de arroz. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6(1), 28–34.
- Calero Hurtado, A., Olivera Viciado, D., Pérez Díaz, Y., González-Pardo Hurtado, Y., Yáñez Simón, L. A., & Peña Calzada, K. (2020). Manejo de diferentes densidades de plantación y aplicación de microorganismos eficientes

incrementan la productividad del arroz. *Idesia (Arica)*, 38(2), 109–117.

<https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000200109>

Cordova Pashanasi, H. (2021). *Comparativo de rendimiento de líneas avanzadas de arroz (Oryza sativa L.) bajo condiciones de riego en Juan Guerra San Martin*. Universidad Nacional de Ucayali.

Cornejo Montes, M. A. (2021). *Estudio de 5 variedades de arroz (Oryza Sativa L.) Y dos métodos de siembra en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno* [Carrera De Ingeniería Agronómica]. Universidad Agraria Del Ecuador.

Deambrosi, E., Zorrilla, G., Lauz, M., Blanco, P., & Terra, J. (2014). *Rompiendo el techo de rendimiento del cultivo de arroz*.

Dimas, A. M. (2019). *Evaluación económica y productiva del arroz (Oryza sativa) bajo diferentes distancias y densidades de siembra*. Escuela Agrícola Panamericana .

Figueroa Quintana, L. A. (2021). *Comparación de tres distanciamientos de siembra y número de plantas por golpe en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. [Carrera de Ingeniería Agronómica]. Universidad Agraria Del Ecuador.

García-López, D., & Hernández, R. A. (2023). Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (*Zea mays*) híbrido. *Revista Tecnología en Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6427>

Gavilánez Luna, F. C., Andrade Alvarado, P. J., & Monserrate Gómez, J. A. (2022). Dimensiones adecuadas de parcela experimental para ensayos de arroz en jujan, ecuador. *Bioagro*, 34(3), 245–252.

Guzmán Familia, M., & Serrata Núñez, J. (2018). *Evaluación de dos sistemas de producción: Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (Oryza sativa L.) y*

Convencional en Ranchito, La Vega [Ingeniero Agrónomo]. Universidad Autónoma de Santo Domingo .

Henry Humberto, V. C. (2008). *Identificación, cuantificación, caracterización y dinámica poblacional de nematodos en el cultivo de arroz (Oryza sativa) en el cantón de Upala, región huetar norte de Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Jiménez, S. (2012). *dafoclimá de la calidad del arroz en granza (oryza sativa) almacenado en silo de compañía arrocera industrial planta industrial Rio Claro* [Licenciatura en Ingeniería Agrícola]. Universidad de Costa Rica.

Menendez Ganchozo, S. E. (2020). *dafoclimá de tres variedades de arroz (Oryza sativa L.) Por dos dafocl de siembra trasplante y a voleo* [INGENIERÍA AGRONÓMICA]. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.

Mota Delgado, V. A. (2014). *Efecto de distancias de siembra en el rendimiento de cultivares de arroz (Oryza sativa L.) sembrados en condiciones de riego por trasplante en la zona de Santa Lucia, provincia del Guayas*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Ortiz García, M. A. D. (2019). *Rendimiento del cultivo de arroz (oryza sativa l.) Cv. La esperanza – inia 509, con tres distanciamientos y diferente número de plantas por golpe, bajo riego en dafocl – san martín*. Universidad Nacional Agraria De La Selva.

Ortiz Valdivia. (2016). *Comparativo de seis variedades de arroz (Oriza sativa L.) y tres densidades de olantas en las condiciones dafoclimáticas del valle de Camaná – Arequipa*. Escuela Profesional De Ingeniería Agronómica.

- Osca Lluch, J. (2015). *Evaluación de un diseño en lattice square como alternativa a los métodos actuales en la mejora de líneas de arroz*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Painii-Montero, V., González-Manjarrez, G., Santillan-Muñoz, O., & Garcés-Fiallos, F. R. (2018). Vines ug-03 y Vines ug-10, nuevas variedades de arroz para la costa ecuatoriana. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(1), 93–95. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.1.93-95>
- Paredes, M., Donoso, G., & Becerra, V. (2014). *Crecimiento y desarrollo de la planta de arroz en Chile*.
- Pérez Leal, F. (2017). Parte III Nutrición Mineral. En *Fisiología Vegetal*.
- Perez-Somarriba, E. B., & Hernandez-Fernandez, G. (2022). Efecto de densidades de siembra en el desarrollo fenológico-productivo del Cultivo de Maíz (*Zea Mays*) en camas Biointensivas. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio clim.*, 8(15), 1876–1885. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i15.14332>
- Quijije, B. A., Carvajal, S. J., Garcia, K. E., & Cedeño, W. B. (2019). Costo, volumen y utilidad del cultivo de arroz, cantón Samborondón (Ecuador). *Revista Espacios*, 40(7), 16.
- Raza, M. A., Feng, L. Y., van der Werf, W., Cai, G. R., Khalid, M. H. Bin, Iqbal, N., Hassan, M. J., Meraj, T. A., Naeem, M., Khan, I., Rehman, S. ur, Ansar, M., Ahmed, M., Yang, F., & Yang, W. (2019). Narrow-wide-row planting pattern increases the radiation use efficiency and seed yield of intercrop species in relay-intercropping system. *Food and Energy Security*, 8(3). <https://doi.org/10.1002/fes3.170>

- Rocafuerte Ramos, Á. E. (2019). *Herbicidas postemergentes en el manejo de control de malezas y su efecto en el rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Rodríguez-Betancourth, L. A., Quintero, C., Cuásquer, J., Graterol, E., García Davila, M., & Cruz-Gallego, M. (2021). Comparación morfo-agronómica y molecular de catorce variedades de arroz (*Oryza sativa L.*) con las líneas que dieron su origen. *Acta Biológica Colombiana*, 27(1). <https://doi.org/10.15446/abc.v27n1.84269>
- Romero Zabala, J. D. (2023). *La mecanización en los procesos agrícolas del cultivo de arroz como reflejo de la industrialización agraria en la zona rural de Correntoso y Caño Pescado en Nechí*. Universidad de Antioquia.
- Rubiano-Rodríguez, J. A., Sánchez-Doria, T., & Tofiño-Rivera, R. (2019). Estudio poblacional de *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) sobre tres variedades de arroz sembradas en diferentes épocas. *Revista Colombiana de Entomología*, 45(1), e7809. <https://doi.org/10.25100/socolen.v45i1.7809>
- Ruíz Morán, Mi. J. (2020). *Efecto de tres distancias de siembra en el rendimiento de cultivares de arroz (Oryza sativa L.) Sembrados mediante el método sica en la zona de Daule, provincia del Guayas*. Universidad de Guayaquil.
- Saba Magdalena, A. M. (2016). *Influencia de las altas temperaturas en el vaneamiento de dos materiales de arroz (Oryza sativa L. subsp. Japónica)* [Ingeniería Agronómica]. Universidad de los Llanos.
- Sánchez Albán, S. B. (2019). *Evaluación agronómica de las variedades de arroz (Oryza sativa L.) SFL – 011 e INIA 512 – Santa Clara en condiciones de riego*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Soto Moncada, H. J. (2019). *Manejo del nitrógeno en el cultivo de arroz, basado en la sostenibilidad*. Universidad Técnica de Babahoyo.

Villeda R., E. (2022). *Efecto del arreglo espacial de siembra y la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en la producción bajo el Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (SICA)* .

Yoshida, H., & Nagato, Y. (2011). Flower development in rice. *Journal of Experimental Botany*, 62(14), 4719–4730. <https://doi.org/10.1093/jxb/err272>

Zambrano, C. E., Mariela Susana, A. A., & Washington Villamil, C. R. (2019). Factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz en la provincia Los Ríos. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 207–277.

Zarate Miranda, J. A. (2023). *Sustentabilidad en sistemas de producción de arroz (Oryza sativa L.) bajo condiciones de fertilización en la zona de Babahoyo*. Universidad Técnica De Babahoyo .

9. Anexos

16. Tabla análisis de varianza, altura de planta, macollas y prueba de tukey

Altura de planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	20	0,58	0,33	4,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	301,00	7	43,00	2,35	0,0922
Tratamientos	293,80	3	97,93	5,36	0,0142
Repeticiones	7,20	4	1,80	0,10	0,9809
Error	219,20	12	18,27		
Total	520,20	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,02519

Error: 18,2667 gl: 12

Tratamientos	Mediasn	E.E.		
4	83,60	5	1,91	A
1	89,40	5	1,91	A B
2	92,20	5	1,91	B
3	93,60	5	1,91	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Macollas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollas	20	0,98	0,96	10,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1462,40	7	208,91	68,87	<0,0001
Tratamientos	1455,60	3	485,20	159,96	<0,0001
Repeticiones	6,80	4	1,70	0,56	0,6958
Error	36,40	12	3,03		
Total	1498,80	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,27029

Error: 3,0333 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
4	3,00	5	0,78	A
2	16,40	5	0,78	B
1	19,80	5	0,78	C
3	26,40	5	0,78	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

17. Tabla de análisis de varianza de panículas, producción, peso y tukey

Paniculas (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Paniculas (cm)	20	0,40	0,04	4,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,05	7	1,86	1,12	0,4090
Tratamientos	9,35	3	3,12	1,88	0,1869
Repet	3,70	4	0,92	0,56	0,6976
Error	19,90	12	1,66		
Total	32,95	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,41803

Error: 1,6583 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
0.20 m	26,40	5	0,58	A
0.25 m	27,80	5	0,58	A
0.10 m	27,80	5	0,58	A
Al voleo	28,20	5	0,58	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Produccion (kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Produccion (kg/ha)	20	0,85	0,76	6,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	8226108,53	7	1175158,36	9,78	0,0004
Tratamientos	7899400,57	3	2633133,52	21,91	<0,0001
Repet	326707,96	4	81676,99	0,68	0,6192
Error	1442235,04	12	120186,25		
Total	9668343,56	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=650,95824

Error: 120186,2529 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Al voleo	4488,64	5	155,04	A
0.25 m	5636,36	5	155,04	B
0.20 m	5909,10	5	155,04	B
0.10 m	6113,62	5	155,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

peso (g)

VariableN	R ²	R ² Aj	CV
peso (g)	20	0,74	0,58 4,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44,40	7	6,34	4,82	0,0086
Tratamientos	44,20	3	14,73	11,19	0,0009
Repet	0,20	4	0,05	0,04	0,9969
Error	15,80	12	1,32		
Total	60,20	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,15459

Error: 1,3167 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Al voleo	24,80	5	0,51	A
0.20 m	27,60	5	0,51	B
0.25 m	28,20	5	0,51	B
0.10 m	28,60	5	0,51	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

18. Cuadro de datos de altura y macollas

Fecha	Trata	repet	Altura	Macollas
1	1	1	40	13
1	1	2	39	11
1	1	3	42	14
1	1	4	42	12
1	1	5	43	12
1	2	1	45	10
1	2	2	42	12
1	2	3	41	13
1	2	4	42	13
1	2	5	40	14
1	3	1	43	17

1	3	2	44	15
1	3	3	40	20
1	3	4	43	18
1	3	5	43	18
1	4	1	30	1
1	4	2	28	1
1	4	3	31	1
1	4	4	33	1
1	4	5	32	1
2	1	1	63	15
2	1	2	59	18
2	1	3	59	17
2	1	4	59	14
2	1	5	58	15
2	2	1	62	21
2	2	2	62	20
2	2	3	61	21
2	2	4	60	23
2	2	5	61	26
2	3	1	63	31
2	3	2	63	27
2	3	3	62	28
2	3	4	64	32
2	3	5	66	31
2	4	1	57	2
2	4	2	56	3
2	4	3	60	3
2	4	4	58	3
2	4	5	60	2
3	1	1	73	15
3	1	2	71	18
3	1	3	68	19
3	1	4	76	16
3	1	5	72	16
3	2	1	74	23
3	2	2	74	23
3	2	3	72	21
3	2	4	72	28
3	2	5	75	27
3	3	1	74	33
3	3	2	75	30
3	3	3	75	30
3	3	4	74	33
3	3	5	78	32

3	4	1	69	3
3	4	2	71	3
3	4	3	72	2
3	4	4	74	2
3	4	5	71	2
4	1	1	90	18
4	1	2	86	21
4	1	3	88	21
4	1	4	96	19
4	1	5	87	20
4	2	1	90	17
4	2	2	96	15
4	2	3	94	17
4	2	4	89	17
4	2	5	92	16
4	3	1	93	27
4	3	2	90	23
4	3	3	92	24
4	3	4	91	30
4	3	5	102	28
4	4	1	82	3
4	4	2	88	3
4	4	3	83	3
4	4	4	85	3
4	4	5	80	3



Figura 4. Preparación de parcelas



Figura 5. Siembra de voleo



Figura 6. Realizando el trasplante



Figura 7. Siembra de trasplante



Figura 8. Se realizó la siembra de trasplante con diferentes distanciamientos



Figura 9. Crecimiento de cultivo de arroz



Figura 10. Medición de variable altura de planta

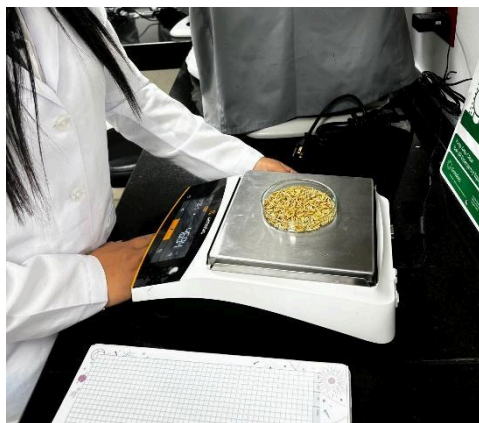


Figura 11. Peso de 1000 granos por repeticiones



Figura 12. Conteo de 1000 granos