



UPA Universidad
Politécnica Amazónica

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS

Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) en INIA- Huarangopampa - 2022

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Autor:

Bach. Vega Terrones, Esteban

Código ORCID: 0009-0008-0817-5311

Asesor:

PhD. Ruíz Camacho, Wilfredo

Código ORCID: 0000-0003-1917-3625

Registro: UPA-PITIA0094

Bagua Grande - Perú

2023



UPA Universidad
Politécnica Amazónica

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS

Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) en INIA- Huarangopampa - 2022

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Autor:

**Bach. Vega Terrones, Esteban
Código ORCID: 0009-0008-0817-5311**

Asesor:

**PhD. Ruíz Camacho, Wilfredo
Código ORCID: 0000-0003-1917-3625**

Registro: UPA-PITIA0094

Bagua Grande- Perú

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a Dios Padre Celestial por haberme dado la vida, salud, fuerza de voluntad y brindarme las oportunidades para hacer realidad uno de mi tan ansiado sueño.

A mi padre Segundo Cayetano Vega Dávila, quien me dio la fortaleza e inspiración para alcanzar mi objetivo. A mis hermanos, porque de forma directa e indirecta tuvieron que unir esfuerzos y sacrificarse para apoyarme, emocional y económicamente y así poder cumplir mi objetivo de ser profesional.

A mi madre, Edelmira Terrones Gil, por su sacrificio, apoyo económico, valentía, consejos y oraciones me ayudaron a consolidar todo un proceso académico y el haber estado en todo momento a mi lado para terminar este proyecto de mi vida.

Esteban

Agradecimiento

Agradezco a nuestro buen Dios, por haber derramado su gracia y amor sobre mi vida, por darme la sabiduría, inteligencia y conocimiento durante mi formación profesional y por ser mi guía en el camino del saber.

A mis padres y hermanos, por la incondicional confianza, amor y aprecio que me demuestran día a día. Por impulsarme coraje para lograr mis metas, porque creyeron en mí y siempre me dieron ejemplos de superación y entrega, aún en los momentos más complicados de mi carrera.

A nuestra Alma Mater “Universidad Politécnica Amazónica” y en especial a los docentes de la Escuela Profesional de “Ingeniería Agronómica” por transmitirme sus sabios conocimientos, experiencias y por los valores inculcados que contribuyeron a mi desarrollo profesional.

Agradezco infinitamente a la Estación Experimental Agraria Amazonas con su Director Ing. Gabriel Ernesto Sánchez Horna y al coordinador de la Estación Experimental Agraria Anexo Huarangopampa Ing. Manuel Antonio Pacherez ayudante y a la Ing. Mirta Facho Alfaro por darme la oportunidad de realizar mi investigación en esta prestigiosa Institución y por brindarme sabios consejos, experiencias y enseñanzas que conllevaron al desarrollo de esta tesis.

Agradezco al asesor PhD. Wilfredo Ruíz Camacho, por los conocimientos académicos que me brindó durante el desarrollo de la investigación. A los miembros del jurado, por sus aportes científicos y su acertada colaboración en la evaluación y corrección del informe de investigación.

Hago extensivo mi agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron en la realización de esta investigación.

El Autor

Autoridades Universitarias

Rector.....Dr. Ever Salomé Lázaro Bazán

Coordinador de Carrera.....Mg. Juan José Castañeda León

Visto bueno del asesor de tesis

El docente de la Universidad Politécnica Amazónica - UPA que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.) en INIA-Huarangopampa, 2022”, del Bachiller en Ingeniería Agronómica egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la UPA.

Br. Esteban Vega Terrones

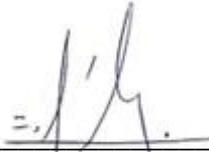
El docente de la UPA que suscribe da su visto bueno para que la mencionada tesis sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Bagua Grande, mayo del 2023.



PhD. Wilfredo Ruiz Camacho

Jurado evaluador de tesis



Dr. Ever Salome Lázaro Bazán

Presidente



Mg. Elvia Elizabeth Azabache Cubas

Secretario



Mg. Jacquelin Yvoon Guarnis Vidarte

Vocal

Declaración Jurada de no Plagio

Yo, Esteban Vega Terrones identificada con DNI 45444834, estudiante de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Politécnica Amazónica; declaro ajo juramento que: soy autor de la tesis, titulado: Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.) en INIA- Huarangopampa - 2022

1. El mismo que presento para optar el: Título Profesional de Ingeniería Agronómica.
2. La tesis, no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada, no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis, no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la otra y/o invención presentada. Asimismo; por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UPA en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la tesis haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Bagua Grande, junio del 2023.



Esteban Vega Terrones

Resultado del análisis

Archivo: INFORME ESTEBAN VEGA TERRONES.docx

Estadísticas

Sospechosas en Internet: 16,72%

Porcentaje del texto con expresiones en Internet [▲](#).

Sospechas confirmadas: 13,83%

Confirmada existencia de los temas en las direcciones encontradas [▲](#).

Texto analizado: 76,9%

Porcentaje del texto analizado efectivamente (no se analizan las frases cortas, caracteres especiales, texto roto).

Éxito del análisis: 100%

Porcentaje de éxito de la investigación, indica la calidad del análisis, cuanto más alto mejor.

Direcciones más relevantes encontrados:

Dirección (URL)	Ocurrencias	Similitud
https://dokumen.lps/eng/instrum/manejo-integrado-del-cultivo-del-arroz-libro-digital-1.html	97	5,72 %
https://www.dspace.ansp.edu.ec/bitstream/123456789/11362/3/CAPITULO%201.pdf	36	11,07 %
https://www.dspace.ansp.edu.ec/bitstream/123456789/16907/8/CAP%203%20TULOS%201%20FORMATEADA.docx	32	12,02 %
https://dspace.uni.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5729/1/Vergara%20Lorja%20Wuarnerges.pdf	31	14,66 %
https://docplayer.es/32928194-Guía-de-estudio-morfología-de-la-planta-de-arroz.html	31	8,92 %
https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/Itz/Morfologia_planta_arroz.pdf	34	7,07 %

Texto analizado:

-29854079821

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TESIS

0

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TESIS

-407275b08e00

-412753287710

Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz *Oriza sativa* L. en INIA- Huarangopampa, 2019.

00

Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz *Oriza sativa* L. en INIA- Huarangopampa, 2019.

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO

Autor:
Br. Esteban Vega Terrones

Asesor:
Ing. MSc. Wilfredo Ruiz Camacho

Código ORCID: 0009-0008-0817-5311
Registro:

Bagua Grande- Perú

2023

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TESIS

1ef3006419

Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz *Oriza sativa* L. en INIA- Huarangopampa, 2019.

00

Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz *Oriza sativa* L. en INIA- Huarangopampa, 2019.

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO

Índice

	Pág.
Contra carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Autoridades Universitarias	iv
Visto bueno del asesor de tesis	v
Jurado evaluador de tesis	vi
Declaración Jurada de no Plagio	vii
Índice general	ix
Índice de figuras	xiii
Resumen	xiv
Abstract.....	xv
I. Introducción	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Justificación del problema	18
1.4. Hipótesis	20
1.5. Objetivo General.....	20
1.6. Objetivos Específicos	20
II. Marco Teórico	21
2.1. Antecedentes de la investigación:.....	21
2.2. Bases teóricas.....	24
2.3. Definición de términos básicos.....	33
III. Material y Métodos.....	35
3.1. Diseño de investigación	35
3.2. Población, Muestra y Muestreo	37
3.3. Determinación de variables.....	38
3.4. Fuentes de información.....	40
3.5. Métodos	41
3.6. Técnicas e Instrumentos (validez y confiabilidad)	42
3.7. Procedimiento	43
3.8. Análisis estadístico	47

3.9. Consideraciones éticas	49
IV. Resultados.....	51
V. Discusión.....	76
Conclusiones.....	80
Recomendaciones	81
Referencias bibliográficas	82
ANEXOS	86

Índice de tablas

	Pág.
<i>Tabla 1. Clasificación Taxonómica del arroz.....</i>	25
<i>Tabla 2. Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA).....</i>	36
<i>Tabla 3. Escala para la altura de planta en el cultivo de arroz.....</i>	39
<i>Tabla 4. Número de macollos/golpe en el cultivo de arroz.....</i>	40
<i>Tabla 5. Número de macollos/golpe en el cultivo de arroz.....</i>	40
<i>Tabla 6. Claves para el registro del estado vegetativo en el cultivo de arroz.....</i>	42
<i>Tabla 7. Características del área experimental para el cultivo de arroz.....</i>	44
<i>Tabla 8. Requerimientos de nutrientes del cultivo de arroz.....</i>	46
<i>Tabla 9. Cuadro ANVA.....</i>	49
<i>Tabla 10. Análisis de varianza del rendimiento de líneas promisorias de Arroz.....</i>	51
<i>Tabla 11. Comparación de grupos homogéneos para el rendimiento de arroz.....</i>	52
<i>Tabla 12. Análisis de varianza para la longitud de raíz de líneas de arroz.....</i>	54
<i>Tabla 13. Comparación de grupos homogéneos para la longitud de raíz de arroz....</i>	55
<i>Tabla 14. Análisis de varianza para la altura de planta de arroz.....</i>	58
<i>Tabla 15. Comparación de grupos homogéneos de la altura de planta de arroz.....</i>	59
<i>Tabla 16. Análisis de varianza para el número de macollos/golpe en las líneas promisorias de arroz.....</i>	60
<i>Tabla 17. Comparación de grupos homogéneos del número de macollos/golpe.....</i>	61
<i>Tabla 18. Análisis de varianza para el número de días a la floración en líneas promisorias de arroz.....</i>	63
<i>Tabla 19. Comparación de grupos homogéneos para el numero de días a la floración de líneas promisorias de arroz.....</i>	64
<i>Tabla 20. Análisis de varianza para el número de días a la cosecha de las líneas promisorias de arroz.....</i>	66
<i>Tabla 21. Comparación de grupos homogéneos para el número de días a la cosecha de las líneas promisorias de arroz.....</i>	67
<i>Tabla 22. Análisis de varianza para la longitud de panícula de las líneas promisorias de arroz.....</i>	69
<i>Tabla 23. Comparación de grupos homogéneos para la longitud de panícula de las líneas promisorias de arroz.....</i>	70
<i>Tabla 24. Análisis de varianza para el número de granos/panícula del arroz.....</i>	72

<i>Tabla 25. Comparación de grupos homogéneos del número de granos/panícula.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 26. Instrumentos de recolección de datos.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 27. Validez y confiabilidad del (o los) instrumento(s).....</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<i>Tabla 28. Matriz de consistencia</i>	<i>88</i>

Índice de figuras

	Pág.
<i>Figura 1. Fisiología del arroz.....</i>	28
<i>Figura 2. Requerimientos climáticos del arroz (MINAG, 2022).....</i>	29
<i>Figura 3. Croquis de distribución de bloques y tratamientos aleatoriamente.</i>	37
<i>Figura 4. Rendimiento por hectárea de líneas promisorias de arroz cascara.....</i>	53
<i>Figura 5. Longitud de raíz en las líneas promisorias de arroz.....</i>	55
<i>Figura 6. Altura de planta de las líneas promisorias de arroz.....</i>	58
<i>Figura 7. Número de macollos/golpe de las líneas promisorias de arroz.....</i>	61
<i>Figura 8. Días a la floración de las líneas promisorias de arroz.</i>	64
<i>Figura 9. Días a la cosecha de las líneas promisorias de arroz.</i>	68
<i>Figura 10. Longitud de panícula de las líneas promisorias de arroz.....</i>	71
<i>Figura 11. Número de granos/panícula de las líneas promisorias de arroz.....</i>	74

RESUMEN

La presente investigación: “Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) en INIA-Huarangopampa- 2022” ¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) en INIA-Huarangopampa - 2022?, Cuyo objetivo general fue: Determinar el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) en INIA- Huarangopampa - 2022. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar-DBCA, con arreglo trifactorial, con 3 bloques, 8 tratamientos y 24 parcelas experimentales de 18 m² de área cada uno. Los factores que interactuaron fueron: factor A: Líneas promisorias de arroz, factor B: Densidad de siembra y factor C: Fertilización nitrogenada; La población es muestra fue conformada por 367 plantas de arroz de línea Bellavista e Híbrido. El instrumento fue la guía de observación, se utilizó el muestreo Probabilístico. Los tratamientos evaluados fueron ocho. Como resultado se obtuvo el mayor rendimiento promedio con 28,500 kg/ha que corresponde al T2; mientras que el menor rendimiento corresponde T8 con 10, 833.33 kg/ha; la línea bellavista presentó mejores parámetros agronómicos, En conclusión, se tiene que la línea bellavista tuvo mayor rendimiento y mejor comportamiento agronómico.

Palabras clave: rendimiento de arroz, densidad de siembra, dosis de fertilización, parámetros agronómicos, línea promisorias, floración, panícula.

ABSTRACT

The present research: "Effect of sowing density and nitrogen fertilization on the yield of two promising rice lines (*Oryza sativa* L.) in INIA- Huarangopampa- 2022" What is the effect of nitrogen seeding and fertilization density on the yield of two promising rice lines (*Oryza sativa* L.) in INIA- Huarangopampa - 2022?, Cuyo objetivo general fue: Determinar el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.) en INIA- Huarangopampa - 2022. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar-DBCA, con arreglo trifactorial, con 3 bloques, 8 tratamientos y 24 parcelas experimentales de 18 m² de área cada uno. Los factores que interactuaron fueron: factor A: Líneas promisorias de arroz, factor B: Densidad de siembra y factor C: Fertilización nitrogenada; La población es muestra fue conformada por 367 plantas de arroz de línea Bellavista e Híbrido. El instrumento fue la guía de observación, se utilizó el muestreo Probabilístico. Los tratamientos evaluados fueron ocho. Como resultado se obtuvo el mayor rendimiento promedio con 28,500 kg/ha que corresponde al T2; mientras que el menor rendimiento corresponde T8 con 10, 833.33 kg/ha; la línea bellavista presentó mejores parámetros agronómicos, En conclusión, se tiene que la línea bellavista tuvo mayor rendimiento y mejor comportamiento agronómico.

Key words: rice yield, sowing density, fertilization rate, agronomic parameters, promising line, flowering, panicle.

I. Introducción

1.1. Realidad problemática

El arroz (*Oryza sativa L.*) Es un cereal que se cultiva desde hace 10.000 años, en regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Probablemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez (*arroz silvestres*). Sin embargo, el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a tierras altas. El arroz es considerado alimento básico de más de la mitad de población mundial, además es el más importante del mundo en cuanto a extensión de superficie cultivable; asimismo, proporciona empleo al mayor sector de la población rural de Asia meridional, oriental, África y América (Infoagro 2021).

Es el cereal más cultivado en el mundo y su importancia crece cada día, debido a su industrialización y al aumento de población consumidora. En América Latina la tercera parte de caloría que consumen sus habitantes proviene del arroz. En el Perú, el arroz se cultiva desde 3° latitud sur (Loreto), hasta 16° latitud sur (Arequipa) y presenta gran adaptación en trópicos, subtrópicos y zonas templadas (MAG-FOR, 2022).

En nuestro país, el arroz es uno de los productos de mayor demanda, debido a su elevada aceptación en la alimentación humana, por su alto contenido calórico y proteico; tal es así que el consumo per cápita nacional en el 2000 osciló entre 49-52 kg/persona/año (Adama, 2023). Sin embargo, para el 2009 el consumo per cápita alcanzó 56 kg/persona/año; la producción de arroz en los últimos diez años ha crecido en una tasa anual de 5.2%, con incremento de áreas cultivadas en 123 824 ha en la costa norte (Piura); Selva (San Martín, Amazonas, Loreto y Ucayali); y Costa Sur (Arequipa). En el 2021, el arroz representó el 11,5% de la producción agrícola (MINAG, 2022).

Ante esta ineludible realidad, en nuestro país se ha incrementado el interés por desarrollar nuevas líneas mejoradas de arroz con altos rendimientos. Por otro lado, dentro del manejo agronómico del arroz, se vienen aplicando una serie de innovaciones tecnológicas, que permiten incrementar su producción y productividad, dentro de las cuales, el distanciamiento de siembra y la fertilización nitrogenada juegan un papel muy importante en la capacidad morfoproductiva del arroz (Castillo, 2016). Por tal razón se realizó la presente investigación, con la finalidad de evaluar el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de líneas promisorias de arroz. En la estación experimental del INIA en Huarangopampa.

La producción de arroz en nuestro país va en ascenso debido a la expansión de área cultivable, tal es el caso que en la campaña agrícola 2012 se cosecharon 388 397 has., con una producción de 2 999 101 TM; sin embargo, no se ha logrado estabilizar la producción a pesar de cultivar extensas áreas y contar con variedades comerciales de alto potencial de rendimiento; posiblemente esta inestabilidad se deba a factores ecológicos, genéticos y de manejo agronómico, que influyen notablemente en la producción arrocerá. (Dirección General de Información Agraria, 2019).

Los factores actúan de manera interrelacionada y son determinantes en el rendimiento del cultivo, donde particularmente el nitrógeno es el factor limitante de los suelos arroceros de la selva y cualquier exceso de nitrógeno asociado con una alta densidad de siembra, proporcionan condiciones ideales para la aparición y desarrollo de enfermedades, que afectan seriamente los rendimientos del arroz. La fuente nitrogenada común es la urea (Peña, Peña y Cruz, 2018).

Así mismo, la densidad de siembra del cultivo juega un papel muy importante dentro del ciclo productivo, ya que en ocasiones los agricultores arroceros tienen la costumbre o tradición de utilizar altas densidades de siembra por hectárea, lo cual trae como consecuencia, incremento de los costos de producción, competencias de malezas, menor vigor de las plantas, haciéndolas más susceptibles a plagas y enfermedades. Todo esto se traduce en una reducción de los rendimientos y en consecuencia pérdidas económicas de los productores (Picón, 2016).

Adicional a los factores limitantes por los cuales se obtienen bajos rendimientos de arroz a nivel regional se encuentran la escasa disponibilidad de variedades o híbridos mejorados resistentes a enfermedades, así como por falta de genotipo con alto rendimiento y el manejo adecuado; considerando que el cultivo del arroz requiere de variedades con características agronómicas favorables, resistencia al acame, habilidad de macollamiento para llegar a obtener mejores índices productivos.

Otro de los principales problemas que vive el sector arrocerá de la región es el incremento en los costos de producción, debido a inadecuadas prácticas agronómicas, por ejemplo: Preparación del terreno, densidad de siembra, fertilización inadecuada y siembra de variedades susceptibles a patógenos. La densidad de siembra y la fertilización nitrogenada, son las principales prácticas de manejo que deben prestarse mayor atención durante el ciclo del cultivo, por el hecho que ambas inciden directamente sobre la producción de arroz.

Finalmente, para obtener un buen rendimiento es fundamental un buen establecimiento y manejo del cultivo. En el caso del arroz, esta situación está influenciada por la preparación del terreno, calidad de semilla, edad de las plántulas trasplantadas, densidad de siembra, profundidad de siembra, manejo del agua, control malezas, control fitosanitario y el estado nutricional del suelo; siendo este último el factor más determinante en el crecimiento y desarrollo de la planta, y a su vez requiere varios elementos para llegar a un óptimo rendimiento. Entre los cuales están el nitrógeno, fósforo y potasio.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) en INIA-Huarangopampa - 2022?

1.3. Justificación del problema

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, además es el más importante del mundo cuando se considera la extensión de la superficie en que se cultiva. Igualmente, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América latina (Infoagro 2021).

En nuestro país, el arroz es un cultivo de gran importancia alimenticia y se encuentra bastante difundido en el medio, siendo mayor la explotación en las regiones de la costa y selva, ya sea bajo sistema de riego o seco. Es considerado uno de los alimentos básicos del poblador peruano; además, genera 180 000 empleos anuales aproximadamente en fase de campo. En condiciones irrigadas se obtiene hasta el 92 % de la producción nacional, siendo la costa la zona de mayor producción con el 57 %, mientras que los valles de la ceja de selva y selva alta lo hacen con el 35 % de la producción (Bruzzone, 2007).

La región Amazonas ofrece gran potencial agrícola para cultivar arroz, teniendo actualmente una extensión de 150 000 hectáreas instaladas bajo sistema de riego y estando rodeada por ríos y quebradas que hacen posible la producción de hasta dos campañas al año; el rendimiento promedio es de 5-6 Tm/ha con el uso de variedades cultivadas

tradicionalmente, debido a la escasez de variedades mejoradas adaptables a las características edafoclimáticas (MINAG, 2022).

La mayoría de los productores de arroz manejan sistemas tradicionales aplicando conocimientos empíricos, donde se enfrentan a innumerables problemas durante el desarrollo del cultivo, ocasionando bajos niveles en el rendimiento por hectárea. Dentro de estos problemas, se encuentran el inadecuado uso de fertilizantes, métodos de uso de tierra, calidad de semilla, variedad, manejo de fertilidad del suelo, prácticas de post cosecha, etc. (Flores, 2017).

Para solucionar la problemática que tiene el cultivo de arroz en esta parte del país, se planteó la alternativa de evaluar nuevas líneas promisorias bajo riego con pequeños agricultores de la zona. Esta importante alternativa se rige bajo el criterio de (Infoagro. 2021) quien afirma, que la primera decisión del agricultor es de utilizar variedades recomendadas y que, estas deben ser elegidas por sus características agronómicas de acuerdo con la zona y sistema de producción.

El presente experimento generó múltiples beneficios a los productores de arroz de la zona ya que no cuentan con modelos investigativos y tecnológicos para el cultivo de arroz, por lo que, con la presente investigación se logró contribuir con información para el agricultor que desconoce las prácticas agronómicas de líneas promisorias de arroz, cultivado bajo dos medidas de distanciamientos de siembra e influenciadas por dosis de fertilización nitrogenada.

La búsqueda de mejores rendimientos por unidad de superficie es objetivo primordial de la agricultura empresarial, para esto la evaluación de nuevas líneas promisorias de arroz con alto potencial productivo es fundamental desde hace varias décadas, sin embargo ningún avance genético por sobresaliente que sea, podrá ser expresado y reflejado en beneficios tangibles para los agricultores si no se completa con un sistema de producción sostenible en el suelo (Saavedra, 2009); por tal motivo, con el estudio realizado se espera múltiples aportes a la innovación tecnológica mediante replicas por los productores que aspiran a ser competitivos, eficientes y conducir una agricultura rentable y sostenible en el tiempo.

Siendo uno de los principales problemas de la zona el bajo rendimiento; debido principalmente a que no existen investigaciones respecto a la evaluación de líneas promisorias de arroz. Nace la necesidad de realizar dicho estudio con alternativas que puedan permitir mejorar la situación actual del agricultor arrocero. Asimismo, se pretende poner a

la disposición del productor y de los profesionales que ofrecen la asistencia técnica, una data de resultados que servirá de base para generar nuevos conocimientos a futuro.

1.4. Hipótesis

Al menos una de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada tiene efecto significativamente en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) en INIA- Huarangopampa - 2022

1.5. Objetivo General

Determinar el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa L.*) en INIA- Huarangopampa- 2022.

1.6. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de la línea promisorias de arroz Bellavista.
- Evaluar el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de la línea promisorias de arroz Híbrido.
- Comparar el rendimiento entre las dos líneas promisorias de arroz.
- Evaluar parámetros agronómicos de las líneas promisorias de arroz (días a la germinación, longitud de raíz, altura de planta, número de macollos/golpe, días a la floración, días a la cosecha, tamaño de espiga, y número de granos/espiga).

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la investigación:

2.1.1. A nivel internacional

Pérez (2020) en su trabajo de investigación “Influencia de la fertilización nitrogenada aplicada al cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), en el cantón Pueblo Viejo. Los Ríos: Universidad Técnica de Babahoyo. El objetivo de estudio se enfoca en analizar la importancia de utilizar la fertilización nitrogenada en el arroz, ver su capacidad para generar divisas y su papel como fuente de empleo para los agricultores dedicados a este cultivo. Para llevar a cabo este estudio, se realizaron encuestas a diez agricultores de arroz en la zona de Pueblo Viejo. La mayoría de los agricultores utilizan urea y muriato de potasio como fertilizantes complementarios con productos orgánicos, pero no realizan análisis de suelo antes de aplicar los fertilizantes. Esta práctica tiene un impacto negativo en los rendimientos, ya que no se aplican las dosis adecuadas de nutrientes necesarias para el desarrollo del cultivo, lo que aumenta los costos de producción por hectárea. Se recomienda aplicar 150 kg/ha de nitrógeno en el cultivo de arroz bajo condiciones de riego en la zona de Pueblo Viejo, con el fin de aumentar los rendimientos. También se sugiere realizar un análisis de suelo al menos 25 días antes de la siembra para determinar los nutrientes necesarios para el desarrollo y producción de los cultivares, y así optimizar el uso de los fertilizantes en términos de dosis y momento adecuado. Esto permitirá reducir los costos de producción por hectárea de arroz”.

Sánchez (2019) en su estudio de investigación “Evaluación agronómica de las variedades de arroz (*Oryza sativa L.*) SFL – 011 e INIA 512 – Santa Clara en condiciones de riego. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Los objetivos del estudio fueron evaluar las variedades en condiciones de riego para determinar su rendimiento y otras características agronómicas, seleccionar la mejor variedad en función del rendimiento, la longitud de la panícula, el número de granos por panícula y el peso de 1000 granos, y realizar un análisis económico de los tratamientos evaluados. Las variables evaluadas incluyen la altura de la planta, el número de panículas por metro cuadrado, la longitud de la panícula, el número de granos por panícula, los granos vacíos por panícula, los granos manchados por panícula, el peso de 1000 granos y el desempeño. Según los resultados obtenidos, se demostró que la variedad INIA 512-Santa Clara tuvo el mayor

crecimiento en altura de planta. En cuanto al número de panículas por metro cuadrado, la variedad SFL-011 mostró un promedio más alto, y esta diferencia fue altamente significativa en comparación con la variedad INIA 512-Santa Clara. En términos de peso de 1000 granos, se extinguirá que la variedad SFL-011 mostró los pesos más altos. Esta tendencia también se reflejó en el rendimiento, donde la variedad SFL-011 mostró una mejor respuesta en comparación con la variedad INIA 512-Santa Clara”.

Reyes et al (2019) en su investigación “Respuesta agroproductiva del arroz var. INCA LP-7 a la aplicación de estiércol vacuno. La aplicación de distintas dosis de estiércol vacuno tuvo un impacto significativo en el número de plantas por metro cuadrado. Este indicador refleja la cantidad de semillas que germinaron y se seleccionaron en plantas. Teniendo en cuenta que la capacidad de germinación de las semillas sembradas era del 98%, los resultados sugieren que la aplicación de estiércol bovino en el área de producción influyó de manera determinada en este indicador. El proceso de germinación está determinado por diversos factores, como la humedad, la temperatura y las hormonas, siendo un proceso fisiológico complejo. El uso de estiércol favoreció un mayor crecimiento en altura, con valores que oscilaron entre 109,63 y 140,03 cm en los tratamientos fertilizados, mostrando diferencias significativas en comparación con el control. Sin embargo, el resto de los tratamientos fertilizados no mostró el mismo efecto, a pesar de aplicar cantidades considerables de materia orgánica (30 t/ha). Estos resultados demuestran la importancia de las cantidades de nutrientes proporcionados por el estiércol en el número de panículas.

2.1.2. A nivel nacional

La Torre (2023) en su investigación “Principio del formulario se llevó a cabo un estudio de investigación en una parcela de arroz en el caserío Los Ángeles, Nueva Requena, con el propósito de determinar la cantidad óptima de fertilización nitrogenada para mejorar la producción de arroz de la variedad INIA 509 La Esperanza mediante siembra directa. Se aplicarán dosis crecientes de nitrógeno, a saber, 160, 200, 240 y 280 kg de N por hectárea, junto con una dosis única de fósforo (50 kg/ha) y potasio (90 kg/ha), utilizando un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. El suelo experimental en los primeros 30 cm presentó una textura arcillosa, un pH ácido (5.31), un contenido medio de materia orgánica (3.05%), una baja saturación de aluminio (9.83%), pero una alta saturación de bases (90.17 %), y un contenido intermedio de nitrógeno (0.14%), pero bajo contenido de fósforo

(11.67ppm). Las dosis de nitrógeno se aplicarán durante la formación de macollos y al inicio de la floración. Como resultado, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados con diferentes niveles de nitrógeno para las variables de altura de planta, número de macollos y panículas por planta, longitud de la panícula, número de granos llenos y vacíos por panícula, y peso de mil granos. Aunque no se demostró una superioridad estadística entre los tratamientos en cuanto al rendimiento por hectárea, en promedio la dosis de 160 kg de nitrógeno por hectárea mostró la productividad más alta, con un promedio de 5,00 toneladas por hectárea

2.1.3. A nivel regional o local

Gavilán (2020) en su tesis “Efecto de diferentes niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de arroz (*Oryza sativa L.*), bajo riego en la zona de Jaén, Cajamarca. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali. El objetivo de su tesis fue determinar la cantidad óptima de nitrógeno y evaluar la respuesta de diferentes variedades de arroz a diferentes dosis de nitrógeno para mejorar el crecimiento y rendimiento bajo condiciones de riego. Se probaron dos variedades, Plazas y Valor, utilizando dosis de 140, 170, 200 y 230 kg N ha⁻¹ en un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial 2A X 4B y cuatro repeticiones. Se evaluaron diversas variables como altura de planta, número de macollos por planta, peso de 1000 granos, número de granos llenos y vanos por panoja, longitud de panoja, calidad molinera y rendimiento de arroz en cáscara. Los resultados mostraron que la variedad Valor obtuvo el mayor rendimiento de grano con 10.56 t ha⁻¹, aunque no hubo diferencias significativas en cuanto a calidad molinera en comparación con la variedad Plazas. Asimismo, se encontró que la dosis de 230 kg N resultó en el mayor rendimiento de grano de arroz con 10,73 t ha⁻¹, pero no se observaron diferencias en cuanto a calidad molinera entre las diferentes dosis de nitrógeno. Por último, se encontró que la mejor interacción entre variedad de arroz y dosis de nitrógeno para el rendimiento se obtuvo con la variedad Valor y la dosis de 230 kg N, aunque no hubo diferencias significativas en la interacción en cuanto a calidad molinera. Pero no se observaron diferencias en cuanto a calidad molinera entre las diferentes dosis de nitrógeno. Por último, se encontró que la mejor interacción entre variedad de arroz y dosis de nitrógeno para el rendimiento se obtuvo con la variedad Valor y la dosis de 230 kg N, aunque no hubo diferencias significativas en la interacción en cuanto a calidad molinera. Pero no se observaron diferencias en cuanto a calidad molinera entre las diferentes dosis de nitrógeno. Por último, se encontró que la mejor

interacción entre variedad de arroz y dosis de nitrógeno para el rendimiento se obtuvo con la variedad Valor y la dosis de 230 kg N, aunque no hubo diferencias significativas en la interacción en cuanto a calidad molinera.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades del cultivo de arroz

El arroz: es uno de los cultivos alimenticios más importantes del mundo, y uno de los de mayor consumo y superficie sembrada en América Latina y el Caribe. La producción mundial de arroz, en los últimos 20 años, se ha incrementado. En los primeros 10 años su crecimiento fue moderado, para luego sufrir una ligera caída. Su recuperación en los últimos años fue a una mayor tasa de crecimiento, alcanzando cifra récord en la campaña 2008/09 (MINAG, 2022).

Las principales regiones productoras de arroz en el país son: San Martín, Piura, Lambayeque, La Libertad y Arequipa (MINAG, 2022). El arroz crece en diversos climas, se adapta mejor a un ambiente cálido y húmedo; en estas condiciones las plagas y enfermedades son más intensas. Causando pérdidas hasta de un 55% de la cosecha. Setenta especies de insectos son considerados como plagas del arroz, pero sólo 20 especies de ellos son importantes. Dentro de las enfermedades, las fungosas son las que destacan en los trópicos húmedos, siendo las enfermedades producidas por (*Pyricularia grisea*), (*Rhizoctonia solani*) y (*Ustilago virens*), las de mayor incidencia (Trama, Rizo-Patrón y McCoy, 2008).

a. Origen y distribución del arroz: El arroz se originó en el sudeste asiático, principalmente en la India o en la Península Indochina. Se afirma que hay dos especies de arroz cultivadas, una de origen asiático (*Oryza sativa L.*) y otra de origen africano (*Oryza glaberrima Steud*) (Infoagro, 2021). Por ser el arroz una de las plantas más antiguas, ha sido difícil establecer con exactitud la época en que el hombre inició su propagación. La literatura china menciona el año 3000 antes de Cristo como referencia de la domesticación del arroz (Gonzales, 2010).

En Brasil existen especies silvestres que los indios acostumbran a comer recorriendo los pantanos y golpeando las panojas para que los granos caigan en las canoas. Sin embargo, no es posible establecer con exactitud de donde vino y cuando llegó el arroz al hemisferio occidental, algunos autores afirman que Cristóbal Colón, en su segundo viaje en 1493, trajo

semillas, pero no germinaron (FAO, 2001). El historiador Simón, citado por (Jennings, 1995), afirma que en el Valle del Magdalena en Colombia hubo siembras de arroz en 1580.

b. Clasificación taxonómica

Tabla 1:

Clasificación Taxonómica del Arroz

Taxonomía	Nombre
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Sub-clase	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Sub-familia	Enrhartoidea
Género:	<i>Oryza</i>
Especies:	<i>sativa</i> y <i>glaberrima</i>
Nombre científico:	<i>Oryza sativa</i> L.

Nota: Datos tomados de Valladares (2010)

c. Morfología del arroz. Los órganos de la planta de arroz, para su mejor comprensión, se pueden clasificar en dos grupos: Órganos vegetativos y órganos reproductivos (Gonzales & Zamorano, 2009).

Órganos vegetativos

Raíz. Durante su desarrollo la planta de arroz tiene dos clases de raíces: las seminales o temporales, que sobreviven corto tiempo después de la germinación, y las secundarias, adventicias o permanentes las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes. En los primeros estados de crecimiento las raíces son blancas, poco ramificadas y relativamente gruesas; a medida que la planta crece, las mismas se alargan, se adelgazan y se vuelven flácidas, ramificándose abundantemente (CIAT, 2005).

Tallo. El tallo está formado por la alternación de nudos y entrenudos. En el nudo se forman una hoja y una yema, esta última puede desarrollarse y formar un macollo. La yema se encuentra entre el nudo y la base de la vaina de la hoja (CIAT, 2005).

Hoja. Las hojas del arroz se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. En cada nudo se desarrolla una hoja, la superior debajo de la panícula es la hoja bandera. Las partes de una hoja completa son: la vaina, el cuello y la lámina (CIAT, 2005).

Órganos reproductivos

Panícula. Las flores del arroz están agrupadas en una inflorescencia compuesta denominada panícula. La panícula está situada sobre el nudo apical del tallo, llamado nudo ciliar, este carece de hojas y yemas, pero allí pueden originarse la primera hasta cuatro primeras ramificaciones de la panícula y se toma como punto de referencia para medir la longitud del tallo y de la panícula. La formación de la panícula ocurre en el punto de crecimiento del tallo, esta puede verse a simple vista cuando tiene un milímetro de largo, presenta vellosidades blancas y finas en su punta (CIAT, 2005).

Raquis. El raquis o eje principal de la panícula es hueco, y de sus nudos nacen las ramificaciones. Las protuberancias en la base del raquis se denominan pulvínulos paniculares. En cada nudo del eje principal nacen, individualmente o por varias ramificaciones que a su vez dan origen a ramificaciones secundarias de donde brotan las espiguillas (CIAT, 2005).

Espiguilla. La espiguilla es la unidad de la inflorescencia y está unida a ramificaciones por el pedicelo. La espiguilla del género (*Oryza*) se compone de tres flores, pero sólo una es fértil y se desarrolla. Una espiguilla consta de la raquilla, la florecilla y dos lemas estériles (CIAT, 2005).

Flor. Las flores son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande terminal, estrecha y colgante después de la floración (Infoagro, 2021).

Semilla. Las semillas de arroz varían en su tamaño, color, largo de la arista y la gluma que es la cubierta dura de la semilla. El grano es una cariósipide, firmemente cubierto por el lema y la palea. Por lo general, su color es blanco, translucido y ceroso (CIAT, 2005).

2.2.2. Fisiología del arroz

Etapas 0. Germinación o emergencia. La germinación tiene lugar en diversas fases secuenciales tales como: Hinchamiento de la cariósipide, rotura de la envoltura externa,

aparición de la punta del coleóptilo, emergencia del mesocótilo y desarrollo de la primera hoja y formación de la raíz primaria; esta etapa tiene una duración máxima de 5 días (Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

Etapa 1. Plántula. Esta etapa inicia con la formación de la segunda, el embrión vive de forma autónoma con los elementos nutritivos que obtiene de las reservas acumuladas en la propia semilla. Después, la planta se desarrolla alimentándose de los nutrientes del terreno, mediante el aparato radicular secundario, y del aire, a través de la fotosíntesis. Esta etapa tiene una duración entre 14 a 20 días ((Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

Etapa 2. Macollamiento. De la aparición del primer macollo hasta cuando la planta alcance el máximo número de macollos. Esta etapa es la más larga que tarda unos 45 a 50 días para variedades tempranas (Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

Etapa 3. Elongación del tallo. Desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud, hasta el comienzo de la siguiente etapa, varía de 5 a 7 días ((Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

Etapa 4. Iniciación del panojado. La diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento inicia el primordio de la panoja y marca el final de la fase vegetativa y el comienzo de la fase reproductiva. Esta etapa presenta una duración de 10-12 días (Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

Etapa 5. Desarrollo de la panoja. Desde cuando la panoja diferenciada es visible, hasta cuando la punta de ella está justo debajo del cuello de la hoja bandera. En esta etapa el primordio se diferencia de las espiguillas, las cuales forman el raquis de la inflorescencia que crece dentro de la vaina de la hoja bandera causando un abultamiento llamado embuchamiento (Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

Etapa 6. Floración. La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la etapa de la floración y es seguido por la antesis de las flores en el tercio superior de la panícula, esto es notado por la salida de las anteras de aparición blanquecina. Esta etapa tiene una duración de 5 a 10 días ((Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

Etapa 7. Etapa lechosa. Después de la fertilización de las flores, los carbohidratos almacenados son traslocados de los tallos y otras partes de la planta, muchas más son fotosintetizadas y se mueven para llenar el grano con un líquido lechoso ((Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

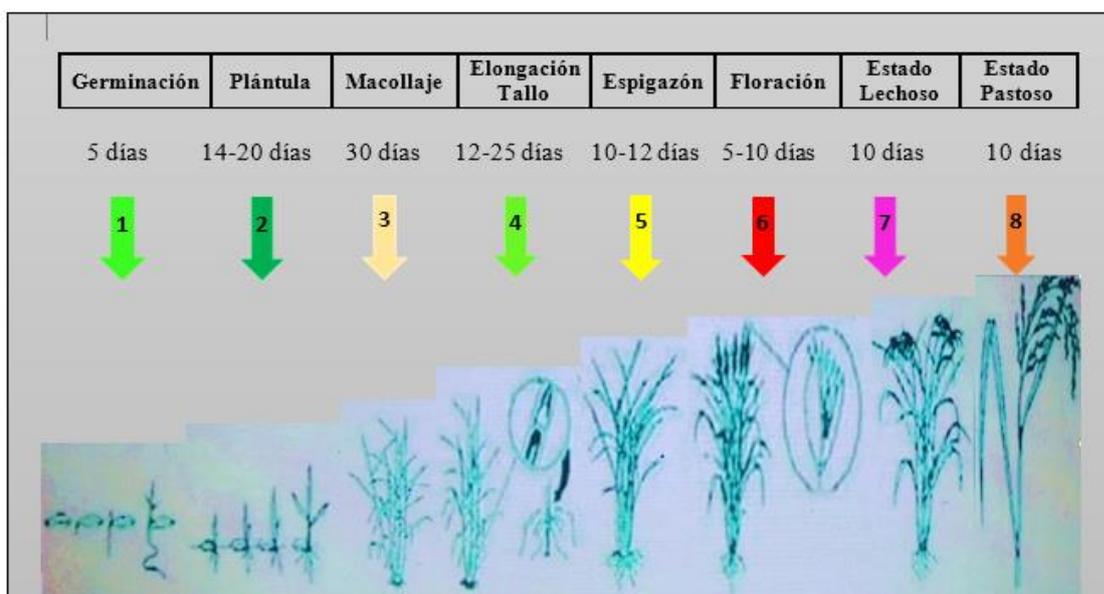
Etapa 8. Etapa pastosa. La consistencia del grano cambia primero a pastosa y luego se endurece, en quince días el color cambia a verdoso amarillento. La panícula dobla su

punta en 180°; la hoja se marchita y solo dos permanecen en cada macollo (Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

Etapa 9. Etapa de maduración. A 30 días después de la floración, los granos alcanzan el estado de madurez en trópico, en áreas más frescas el proceso se retarda con ganancia en el llenado y peso de grano. La planta entera esta fisiológicamente madura cuando el 90 % de grano ha madurado y muestran un color amarillo pajizo (Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006).

Figura 1

Fisiología del arroz.



Nota. La figura representa las fases fenológicas del cultivo de arroz

2.2.3. Aspectos edafoclimáticos

Clima. Según (MINAG-DGCA-DIA, 2009) el arroz es un cultivo tropical y subtropical (mayor producción mundial en climas húmedos tropicales y en regiones húmedas subtropicales y en climas templados en menor proporción). El cultivo se extiende desde los 49° – 50° de latitud norte a los 35 ° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm.

Temperatura. El arroz inicia su germinación óptima entre 30 a 35 °C; el crecimiento de tallo, hojas y raíces requieren una temperatura óptima de 23 °C. El espigado está

influenciado por la temperatura y la disminución de la duración de los días (Andrada y Hurtado (2007).

Humedad relativa. Los suelos deben poseer una adecuada capacidad de retener el agua, de tal manera que el riego no necesite ser tan intenso para mantener la lámina de agua (Andrade & Hurtado, 2007).

Agua. El agua es indispensable para la vida de la planta de arroz. El riego por inundación es favorable para un mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento; el sistema de irrigación contribuye al control de malezas. La calidad del agua de riego es un factor de gran importancia. Debe realizarse un análisis del agua para establecer si ésta contiene minerales en concentraciones tóxicas a la planta (Andrade & Hurtado, 2007).

Radiación solar. El alto rendimiento del arroz esta correlacionado con la radiación solar, especialmente durante los 30 últimos días del crecimiento de la planta de los trópicos y probablemente de 5 a 60 días en climas templados y de mayor producción. Una radiación de 300 cal/cm² por día durante el estado reproductivo hace posibles rendimientos de 5 t/ha (Andrade & Hurtado, 2007).

Suelo. El arroz se desarrolla en varios tipos de suelos, variando desde arenoso a arcilloso. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por lo tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes (Andrada & Hurtado, 2007).

Figura 2

Requerimientos climáticos del arroz

Meses	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Estados Fenológicos (Fase/días)	Germinación				
	Ahijamiento				
	Plantúlas				
	Macollamiento				
	Elongación del tallo				
	Espigazón				
	Floración				
	Estado lechoso				
Estado Pastoso					
Maduración					
Temperatura Óptima (°C)	20 - 35	25 - 30	25 - 30	25 - 30	25 - 30
Temperatura Crítica (°C)	< 15 a 35 >	< 15 a 35 >	< 15 a 35 >	< 15 a 35 >	< 15 a 35 >
Humedad Óptima (%)	80 - 85	80 - 85	80 - 85	80 - 85	80 - 85
Déficit hídrico	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Tolerante
Periodo Vegetativo (dds)	30	60	90	120	150

Nota. La figura muestra las condiciones necesarias para el cultivo (MINAG, 2022)

2.2.4. Manejo agronómico

Preparación del terreno. El suelo además de ser el soporte físico de la planta de arroz, es el sustrato que provee los nutrientes durante el crecimiento y desarrollo. El objetivo principal de la preparación de tierras es; destruir las malezas presentes, incorporar la materia orgánica en el suelo y contribuir a mejorar la estructura en la capa arable, a fin de que la semilla sea colocada en un medio apropiado para la respectiva germinación en el suelo (Lainez, 2003).

Nivelación de terreno. Las técnicas de nivelación del suelo destinados para la siembra implican inicialmente altos costos, pero se amortizan rápidamente con las ventajas que se obtienen si el trabajo se ejecuta con cuidado (Guzmán, 2006).

Fanguero. Se utiliza implementos como son el rolo y la ruedas fanguadoras, además de un rolo pequeño que traslapa tras el tractor (Guzmán, 2006).

Preparación de semillero. El semillero se realiza en suelos fanguados y nivelados, con un área de 1*10 m. La semilla pregerminada se siembra al voleo con una densidad de 250 g/m². Se debe mantener constante la humedad del suelo del semillero sin permitir que se agriete (Guzmán, 2006).

Semilla. Es importante el uso de semilla de buena calidad para lograr buenos rendimientos. Una buena semilla es limpia, uniforme, libre de enfermedades y certificada con un 98-100% de germinación (DEVIDA, 2016).

Densidad de siembra. Mediante una densidad adecuada se proporciona a cada planta el espacio necesario para aprovechar al máximo la luz, el agua y los nutrientes, sin dejar lugar a la invasión de malezas ni desaprovechar el terreno. En sistema chaqueado, la siembra se realiza a golpe con sembradora manual con espaciamiento de 25*25cm y 30*30 cm en cuadro. En siembras muy espaciadas no se aprovecha el terreno adecuadamente y se da lugar al desarrollo de malezas, ocasionando una reducción en el rendimiento. Con distanciamiento de 25*25 cm entre hilera y golpe, se obtiene 16 golpes por metro cuadrado con 8 a 10 plantas/golpe (Guzmán, 2002).

Cantidad de semilla. DEVIDA (2016) toma en cuenta el sistema de cultivo y la cantidad de semilla a utilizarse en la siembra en chaqueado es de 25 a 35 kg/ha, lo cual equivale aproximadamente de 8 a 12 plantas por golpe.

Trasplante. Los semilleros entre los 12 – 20 días están listos para proceder al trasplante, que consiste en arrancar las plantas cuidadosamente del semillero para sembrarlas

en el terreno definitivo, se necesita que el suelo tenga la suficiente lámina de agua para que favorezca la velocidad de trasplante y reduzca el estrés de las plantas (MISTI, 2008).

Manejo de agua. La profundidad óptima del agua es difícil de definir. En gran parte depende del grado que se tenga el agua y del estado de nivelación del campo (Guzmán, 2006).

Control de malezas. La competencia de malezas en el arroz varía con el tipo de cultivo, el método de siembra, la variedad y las técnicas de cultivo (preparación del terreno, densidad de siembra, número de plantas, abonado, etc.). Esta competencia resulta más importante en las primeras fases de crecimiento del cultivo (0 a 40 días), porque ocasionará pérdidas del rendimiento del 45 al 75 %, por lo tanto, su control temprano es esencial para así obtener óptimos rendimientos. Entre los métodos de control de malezas están el laboreo, riego, manejo de agua y control químico (ECUARURAL, 2001).

Fertilización. El arroz responde normalmente al nitrógeno y en algunos casos se observa respuesta al fósforo y potasio, en las áreas irrigadas solo responde al nitrógeno; en las variedades y líneas modernas se han establecido las épocas más importantes de aplicación de N para promover el rendimiento del grano, la primera es durante el inicio del macollamiento, para promover la formación de macollos (15 – 20 días después de la siembra) y la segunda al inicio de la fase reproductiva (cambio de primordio), para favorecer la formación de granos/panoja. Por lo general se aplica el 50 % de N en cada una de las dos fracciones. La fórmula que se utiliza en el cultivo de arroz es de 160-120-160 de N, P205 y K20. Las fuentes más comunes que se utilizan son la urea, sulfato de potasio y roca fosfórica (García, 2000).

El nitrógeno en el cultivo de arroz. 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: materia orgánica, fertilizantes químicos, fijación de nitrógeno atmosférico. El nitrógeno es el elemento de mayor influencia en el rendimiento del arroz ya que aumenta 12.7 Kg por cada Kg de nitrógeno aplicado (Instituto de Investigaciones del Arroz, 2001).

Funciones del nitrógeno. Las principales funciones del nitrógeno son las siguientes (Instituto de Investigaciones del Arroz, 2001).

- ✓ Dar el color verde a las plantas.
- ✓ Aumentar el tamaño de las hojas y de los granos.
- ✓ Mejorar la calidad del cultivo.

- ✓ Estimular el rápido desarrollo de las plantas, aumentando la altura y el número de macollos, que incide directamente en el incremento del rendimiento del grano.
- ✓ Aumentar el contenido de proteína en los granos.
- ✓ Suplir el nitrógeno a los microorganismos.

Cantidad de nitrógeno por aplicar en el cultivo

El requerimiento de nitrógeno por el cultivo, se estima de varias formas (Instituto de Investigaciones del Arroz, 2001):

- ✓ Utilizando los síntomas visuales del cultivo
- ✓ Con ayuda de los análisis foliares de las plantas, la concentración, absorción y extracción de nitrógeno en diferentes etapas de crecimiento y en especial a la cosecha.
- ✓ Por medio de análisis de suelos.
- ✓ Observando la respuesta del arroz en rendimiento de grano a las aplicaciones de nitrógeno.
- ✓ Generalmente, es posible decir que las variedades de arroz responden positivamente al nitrógeno, en un rango que va de 80 a 200 kg/N/ha. El rango depende principalmente de la variedad y del sistema de cultivo.

Control fitosanitario. Existen cuatro grupos de plagas que afectan al arroz según la etapa de desarrollo: insectos del suelo, insectos del tallo, insectos del follaje y los insectos de la espiga. En enfermedades, el cultivo de arroz presenta a cuatro grupos: hongos, bacterias, virus y nematodos. En América Latina se estima aproximadamente que una docena son las que limitan la producción de arroz. El control de plagas y enfermedades se realiza mediante buenas prácticas agrícolas y usando pesticidas sistémicos (Palacios, 2004).

Cosecha. Cristal (2002) menciona que el arroz se debe cosechar cuando el 95 % de los granos tengan color pajizo y el resto estén amarillentos, lo que coincide con un 20 a 25 % de humedad en el grano. La cosecha puede hacerse en forma mecánica, o manualmente cortando las plantas con hoces para luego proceder al chicoteo, el cual consiste en golpear manojos de plantas contra un madero situado en una lona. El rendimiento de arroz en promedio para Bagua es de 8.30 Tm/ha (Dirección General de Investigación Agraria, 2005).

Secado. Según (HCPO–ECORAE, 2002) el tiempo de secado es muy importante para el pilado; el contenido de humedad debe estar entre 12 a 14 %. Al nivel de campo se puede

determinar el punto óptimo de pilado, cuando al restregar en una base sólida se desprende el 50 % de la cáscara de los granos.

Almacenamiento. Se debe usar bodegas limpias y desinfectadas. El grano debe estar completamente seco con no más de 12 % de humedad (Cristal, 2002).

Líneas promisorias de arroz. Actualmente se mencionan 28 especies del género (*Oryza*) y dentro de esta gran cantidad de especies, solo (*Oryza sativa L.*) y (*Oryza glaberrima*) son reconocidas como especies cultivadas en el mundo, dentro de estas especies se tiene a las más comunes como Capirona, IR-43, Moro, INIA-508 Tinajones, la esperanza entre otros. El Instituto Nacional de Innovación Agraria lanzó nuevas líneas promisorias de arroz para la región amazónica como son la línea Bellavista, Híbrido y conquista (INIA, 2005).

Línea promisorio INIA 514- Bellavista. El arroz Bellavista tiene un alto potencial de rendimiento, de hasta 12 Tm/ha. , superior al promedio regional que es de 7 Tm/ha. Además, es resistente a la (*Pyricularia grisea*) y al virus de la Hoja Blanca (VHB), consideradas las principales enfermedades del cultivo en la selva. También desarrolla un tallo fuerte que le otorga una mayor resistencia al acame, en comparación con variedades comerciales, garantizando una buena cosecha. El arroz Bellavista tiene buena calidad molinera y culinaria. Su rendimiento de grano pilado entero es mayor a 60 %, superior a otras variedades comerciales (INIA, 2005).

Línea de arroz Híbrido. El rendimiento de arroz híbrido es de 11, 449.02 kilogramos por unidad de área (alrededor de 11.4 toneladas/hectárea), en cambio puede variar hasta llegar a 12.97 toneladas/hectárea (INIA, 2005).

2.3. Definición de términos básicos

Macollamiento: Se define como la cantidad de macollos capaz de producir una planta en condiciones adecuadas de manejo.

Fertilización: Es el proceso a través del cual un producto orgánico o inorgánico se aplica al suelo al momento de la preparación o directamente a la planta para estimular el crecimiento vegetativo.

Densidad de siembra. Se define como la distribución de plantas por unidad de área. Es decir, es el número de plantas por hectárea que van a crecer en un terreno determinado.

Rendimiento: Es la relación de la producción total de un cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide en toneladas métricas por hectárea (T.M. /ha.)

Arroz: Es una especie de gramínea de ciclo productivo anual que se desarrolla en zonas húmedas, cuya semilla es comestible.

Hibrido: Especie obtenida producto del cruce de dos especies diferentes llamados parentales con características hereditarias diferentes.

Dosis: Se define como la cantidad de producto o insumo que se aplica sobre el suelo o cultivo.

Germinación: Es el proceso que da origen a una nueva planta nueva a partir de una semilla.

Cosecha: Consiste en recolectar la planta o parte de la planta de interés por cual se sembró (raíz, tallos, hojas, flores, frutos y/o semillas).

III. Material y Métodos

3.1. Diseño de investigación

Para el desarrollo del presente estudio experimental, se empleó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo trifactorial ($2^3=2A*2B*2C$) con 3 bloques y 8 tratamientos, correspondientes a 24 parcelas experimentales de 18 m² de área cada una. Los factores que interactuaron fueron: factor A: Líneas promisorias de arroz, factor B: Densidad de siembra y factor C: Fertilización nitrogenada; cada factor tuvo dos niveles que fueron distribuidos aleatoriamente.

$$Y_{ijkm} = \mu + R_m + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkm}$$

Para $i = 1, 2$; $j = 1, 2$; $k = 1, 2$ y $m=1, 2$.

Donde:

Y_{ijkm} = Rendimiento de arroz con i -ésima línea promisorias, j -ésima densidad de siembra y k -ésima fertilización nitrogenada experimentado en el m -ésimo bloque.

μ = Media general.

R_m = Efecto del bloque

α_i = Efecto de la i -ésima líneas promisorias de arroz.

β_j = Efecto de la j -ésima densidad de siembra.

γ_k = Efecto de la k -ésima fertilización nitrogenada

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = Efecto de la interacción de la i -ésima líneas promisorias de arroz, de la j -ésima densidad de siembra y de la k -ésima fertilización nitrogenada.

ε_{ijkm} = Error experimental

Nivel de significancia = 5%.

Tabla 2*Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA)*

Tratamiento	a ₁				a ₂				
Bloques	b ₁		b ₂		b ₁		b ₂		Total
	c ₁	c ₂							
I	--	--	--	--	--	--	--	--	8
II	--	--	--	--	--	--	--	--	8
III	--	--	--	--	--	--	--	--	8
Total	3	24							

Nota: Diseño de los bloques al azar

• Tratamientos

T₁= Línea promisorio de arroz Bellavista a un distanciamiento de 25*25cm y con una dosis de fertilización nitrogenada de 160 kg/ha.

T₂= Línea promisorio de arroz Bellavista a un distanciamiento de 25*25cm y con una dosis de fertilización nitrogenada de 200 kg/ha.

T₃= Línea promisorio de arroz Bellavista a un distanciamiento de 30*30cm y con una dosis de fertilización nitrogenada de 160 kg/ha.

T₄= Línea promisorio de arroz Bellavista a un distanciamiento de 30*30cm y con una dosis de fertilización nitrogenada de 200 kg/ha.

T₅= Línea promisorio de arroz Híbrido a un distanciamiento de 25*25cm y con una dosis de fertilización nitrogenada de 160 kg/ha.

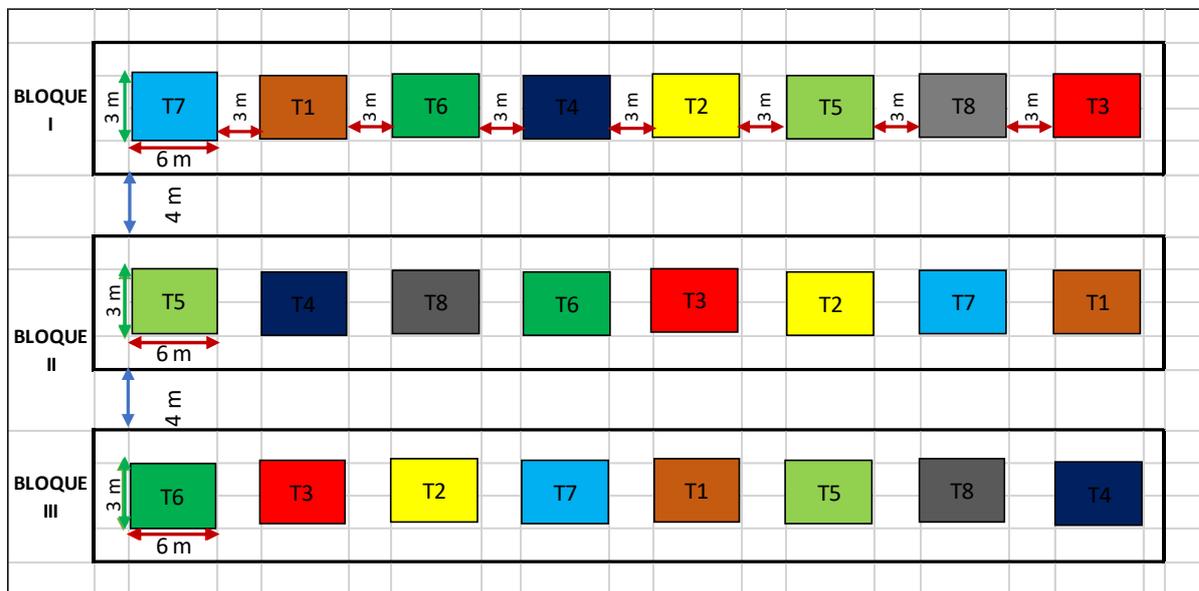
T₆= Línea promisorio de arroz Híbrido a un distanciamiento de 25*25cm y con una dosis de fertilización nitrogenada de 200 kg/ha.

T₇= Línea promisorio de arroz Híbrido a un distanciamiento de 30*30cm y con una dosis de fertilización nitrogenada de 160 kg/ha.

T₈= Línea promisorio de arroz Híbrido a un distanciamiento de 30*30cm y con una dosis de fertilización nitrogenada de 200 kg/ha.

Figura 3

Croquis de distribución de bloques y tratamientos aleatoriamente.



Nota. La figura muestra la distribución de los tratamientos

3.2. Población, Muestra y Muestreo

Población.

La población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que forma el referente para la elección de la muestra y que cumple con una serie de criterios predeterminados (Gómez et. al, 2016).

La población estuvo constituida por 1952 golpes, en la cual se sembró 4 plantas por golpe, lo que significa que se tendrá un total de 7808 plantas de arroz de las líneas Bellavista e Híbrido, distribuidos de acuerdo a las densidades de siembra establecidas en las 24 parcelas experimentales, ubicadas en la Estación Experimental INIA-Huarangopampa.

Muestra.

Para la obtención de la muestra de plantas se utilizó la Fórmula para una población finita (Hernandez et. al, 1997)

Para el análisis de los datos se utilizó la comparación de medias a través de análisis de varianza y para las comparaciones múltiples, se empleó la prueba de Tukey al 95% de confianza. Generalmente para evaluar especies de gramíneas la muestra se elige aleatoriamente de dos maneras: Primero mediante el método del metro lineal y segundo mediante el método del m², siendo este último el más eficiente. Basándose en el concepto

anterior, la muestra fue de 1 m² aplicando el segundo método descrito. Para determinarlo se utilizó un cuadrante hecho de madera de 1 m², descartando el efecto de borde.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{7808. (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}{(0.05)^2 * (7808 - 1) + (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)} = 366.1900488$$

n= Tamaño de muestra

N= Tamaño de la población objetivo

Z= Nivel de confianza (95%) 1.96

P= Probabilidad de éxito

Q= Probabilidad de fracaso

D= Precisión (error de muestreo)

La Muestra que se utilizó fue de **367** plantas.

Muestreo. En el presente ensayo se utilizó el muestreo probabilístico porque nos garantizará la equi-probabilidad de elección de cualquier elemento y la independencia de selección de cualquier otro elemento (Montoya, 1997).

3.3. Determinación de variables

Variable independiente

Densidad de siembra y Fertilización nitrogenada de las líneas promisorias de arroz.

Variable dependiente

Rendimiento de líneas promisorias de arroz (kg/ha). Esta variable fue determinada al pesar al arroz en cascara de cada muestra experimental (1m²). El grano cosechado se ajustó al 14% de humedad, para lo cual se utilizó la siguiente formula:

$$Pa = \frac{(100-Hi)*PM}{100-HD} \times AC$$

Donde:

Pa = Peso ajustado

HI = Humedad Inicial

PM = Peso de la muestra

HD = Humedad deseada

AC = Área cosechada

Una vez obtenido estos valores del rendimiento de arroz, se realizó una estimación del rendimiento en Kg/ha, mediante una proyección con una regla de tres simple.

Parámetros agronómicos

Días a la germinación. Se tomaron aleatoriamente 100 semillas de cada línea promisorias de arroz, se pusieron a germinar en la cama de almacigo, luego se registraron lecturas a partir del segundo día después de la siembra para ver cuántas semillas emergieron y finalmente se determinó a los cuántos días germinaron más del 90% semillas.

Altura de planta. De la muestra seleccionada aleatoriamente, se midió las plantas con una regla graduada en centímetros, la altura se consideró desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más alta excluyendo la arista. La medición se realizó a los 60 días. Además, se clasificó mediante la siguiente escala.

Tabla 3

Escala Para la Altura de Planta en el Cultivo de Arroz

Escala	Medición
Menos de 100 cm	Plantas semi enanas
Entre 101-130 cm	Plantas medianas o intermedias
Más de 130 cm	Plantas altas

Nota. Datos tomados de Rosero (2003).

Longitud de raíz. Se midió con una regla graduada en centímetros, la medición se consideró desde el cuello de la planta hasta el ápice terminal de la raíz.

Número de macollos/golpe. La evaluación de esta variable consistió en contabilizar el número de macollos por golpe de las plantas muestreadas, a los 90 días después de la siembra. Se categorizó mediante la siguiente escala.

Tabla 4*Número de macollos/golpe en el cultivo de arroz.*

Escala	Medición
Más de 25 macollos	Muy buena
Entre 20-25 macollos	Buena
Entre 10-19 macollos	Débil
Menos de 5 macollos	Escasa

Nota. Datos tomados de Rosero (2003).

Días a la floración. Se registró el número de días a la floración, contabilizando desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas estuvieron florecidas.

Días a la cosecha. Se contabilizó el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando el 95 % de los granos tengan un color pajizo y la planta adquiera una coloración amarillenta. Se clasificó de acuerdo a escala siguiente:

Tabla 5*Número de macollos/golpe en el cultivo de arroz.*

Escala	Medición
Menos de 120 días	Precoces
Entre 120-140 días	Tempranas
Más de 140 días	Tardías

Nota. Datos tomados de Infoagro (2021).

Longitud de panícula. Se midieron 5 panículas de 10 plantas distribuidas dentro del m², considerando la base de la panícula hasta el ápice de la misma; los resultados obtenidos se promediaron. La medición se realizará con una regla graduada en centímetros.

Número de granos/panícula. De las 5 panículas evaluadas en la variable anterior, se contaron los granos totales existentes por panícula y luego se promediaron.

3.4. Fuentes de información

La fuente de información consiste en diversos tipos de documentos que contienen argumentos relevantes para satisfacer una demanda de conocimiento. Actualmente existen fuentes de información primaria, secundaria, terciaria y otros tipos de fuentes como la

exploración de referencias, contacto con expertos y búsqueda manual. Para acceder a dichas fuentes se hace uso de fuentes especializadas como revistas, base de datos y otros (Huamán, 2011).

Para el desarrollo del presente estudio, se accedió básicamente a fuentes de información primaria como artículos científicos, tesis de investigación y libros, donde se obtuvo información verídica de primera mano que fue utilizada durante el proceso de investigación. También se realizó una recopilación de fuentes de información secundaria como bibliografías, enciclopedias, base de datos, estadísticas y otros. Considerando que la investigación presentó criterios innovadores, fue conveniente utilizar otros tipos de información como contactarse con expertos en líneas promisorias de arroz del INIA y búsqueda manual de información que contribuyó al desarrollo del experimento realizado.

3.5. Métodos

En dicha investigación se empleó el **método hipotético deductivo** del cual se generó una hipótesis donde se afirmó que la fertilización nitrogenada tiene efecto significativamente en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz.

El método aplicado para evaluar tanto el rendimiento de arroz en kg/ha como para las variables: Días a la germinación (DG), altura de planta (AP), longitud de raíz (LR); número de macollos/golpe (MG); días a la floración (DF), días a la cosecha (DC), longitud de espigas (LE) y número de granos/panícula (GP); fue mediante la metodología del m² que consiste en disponer de un cuadro de 1 m² y al ser lanzado aleatoriamente en la unidad experimental se obtiene la muestra, despreciando el efecto de borde; la medición se realizó a todas las plantas dentro del cuadrante (Hotelling, 1993).

Además, para mejor precisión del rendimiento de grano se utilizó la metodología propuesta por (Rodríguez, 2013), que consistió en estimar el peso del grano en cascará a un 14 % de humedad, mediante la fórmula descrita. Luego el peso seco estimado se proyectó a Kg/ha; haciendo un cálculo numérico denominado regla de tres simple.

$$Pa = \frac{(100-Hi) * PM}{100-HD} \times AC$$

Para fines de investigación, el tamaño de la parcela experimental en arroz es variable teniendo en cuenta las condiciones climáticas y la variedad; por lo general se utiliza un área de 3*6 metros dando un total de 18 m² (Castillo, 2016).

3.6. Técnicas e Instrumentos (validez y confiabilidad)

Técnica

La técnica utilizada en la investigación fue la observación, fundamentalmente en todo principio científico, la observación consistió en simplemente confrontar el fenómeno que se deseó comprender y describirlo, tomar nota de sus peculiaridades, de su entorno, en fin, detallarlo (Hernández et al., 1997).

Instrumentos

El instrumento que se utilizó para recolectar los datos fue la guía de observación, fue un documento que permitió observar la acción de ciertos fenómenos. La guía fue estructurada a través de columnas que ayudaron a la organización de los datos recolectados (Pérez & Merino, 2021).

La guía de observación estructurada acorde a los parámetros de medición (Anexo 1).

La guía de observación ha sido sometida a juicio de expertos que han sido dos ingenieros agrónomos conocedores de la especialidad y de investigación científica en campo de la agronomía, quienes validan el contexto del instrumento considerándolos aceptable (Anexo 2)

Tabla 6

Claves para el registro del estado vegetativo en el cultivo de arroz

Estado de crecimiento	Parámetros agronómicos
Germinación a la emergencia	Días a la germinación
Plántula o trasplante	Longitud de raíz
Macollamiento	Número de macollos/golpe
Crecimiento del tallo	
Embuchamiento	Altura de planta
Emergencia de la panícula	
Floración	Días a la floración
Estado lechoso del grano	Días a la cosecha
Estado pastoso del grano	Tamaño de espigas
Grano maduro	Número de granos/espiga

Nota. Tomado de Rosero (2003).

Materiales para la recolección de los datos

Para la recolección de los datos se utilizarán los siguientes materiales:

- Semilla de arroz de las líneas Bellavista e Híbrido
- Cinta métrica
- Regla graduada
- Marcador indeleble.
- Libreta de apuntes.
- Cuaderno de apuntes
- GPS, para trazar las parcelas en campo.
- Cámara fotográfica
- Lapiceros
- Lápiz
- Borrador
- Navaja o Cúter
- Balanza electrónica y de reloj
- Computadora portátil
- Calculadora científica.
- Fertilizantes nitrogenados y otros insumos

3.7. Procedimiento

Ubicación del experimento. Previo a la instalación del experimento, se ubicó el área donde se fue instalada la investigación, haciendo una georreferenciación con GPS. Las parcelas experimentales se ubicaron en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria- INIA en el distrito del Milagro, provincia de Utcubamba, región de Amazonas.

Características del área experimental. Para caracterizar el área experimental, se tomó muestras de suelo a una profundidad de 30 cm, para su análisis respectivo en el Laboratorio de suelos y aguas del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva-INDES-CES de la "Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas".

El tamaño del área total de experimento fue de 1, 173 m², se consideraron tres bloques de experimentación, los cuales estuvieron conformados por ocho parcelas demostrativas a una distancia de separación entre bloques de 4 m y 3 m entre parcelas, con la finalidad de asegurar a las parcelas y no tener problemas de contaminación por efecto de la fertilización nitrogenada. En el siguiente cuadro se muestran detalladamente las características del campo experimental.

Tabla 7*Características del área experimental para el cultivo de arroz.*

Cultivo de Líneas Promisorias de Arroz Bellavista e Híbrido	
Dimensiones del campo experimental	
Largo	69 m
Ancho	17 m
Área total	1173 m ²
Dimensiones de los bloques	
Número de Bloques	3
Largo	69 m
Ancho	3 m
Área del bloque	207 m ²
Distanciamiento entre bloque	4 m
Distancia entre parcela	3 m
Características de las unidades experimentales	
Número de Tratamientos	8
Número de golpes por parcela con densidad de 25*25cm	288 golpes
Número de golpes por parcela con densidad de 30*30 cm	200 golpes
Largo	6 m
Ancho	3 m
Área de la parcela	18 m ²
Distancia entre surcos	25 y 30 cm
Distancia entre golpe	25 y 30 cm
Población	15616 plantas
Muestra para densidad de 25*25cm	16 golpes con 128 plantas
Muestra para densidad de 30*30cm	11 golpes con 89 plantas

Nota. Características del campo experimental

a. Manejo del experimento en almacigo

Muestreo del suelo experimental. El muestreo de suelos se realizó antes de la preparación del terreno, utilizando el método de Zig-Zag, a una profundidad de 30 cm tratando de cubrir toda el área de investigación. La obtención de muestras se realizó de manera mecánica con ayuda de un muestreador de suelos, que luego fue llevado al laboratorio de agua y suelos de la UNTRM para su análisis físico químico.

Obtención de semilla. Se utilizó semilla de dos líneas promisorias de arroz Bellavista e Híbrido, que fueron obtenidas del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. La semilla no presentó plagas y enfermedades y estuvo garantizada con tarjeta de certificación y sellada por SENASA.

Preparación del terreno. La preparación del terreno comprendió varias etapas desde la limpieza del campo, aradura, gradeo, bordeadura, fangueo, planchado y recorte de bordos. El objetivo de esta actividad fue asegurar condiciones para el buen manejo, crecimiento y desarrollo del cultivo. El trabajo fue realizado bajo condiciones de inundación lo cual se hizo el fangueo del suelo, que consiste en batir el suelo con un tractor provisto de gavias de hierro.

La preparación del suelo se inició 15 días antes del establecimiento del cultivo, realizando un pase de rota disco. Posteriormente se le suministró agua hasta alcanzar contenido de humedad mayor a la capacidad de campo. Después se realizará la labor de desbasure, la cual consiste en eliminar restos de plantas que quedaron en la superficie del terreno, con el objetivo de lograr una mejor nivelación y rayado del mismo. Por último, se procedió a nivelar el terreno y a dividir el mismo con la ayuda de unos rodos.

Pre germinado de la semilla. Consistió en remojar y abrigar la semilla durante 24 horas en cada proceso, para acelerar la germinación.

Preparación de semillero.

La preparación del semillero se realizó en suelos fangueados y nivelados, con un área de 10 m². La semilla pregerminada se sembró al voleo con una densidad de 250 g/m². Se mantuvo constante la humedad del suelo del semillero sin permitir que se agriete.

Manejo de agua en el semillero. Después de la emergencia total de la semilla se dio un periodo de seca a la poza del almacigo para la fijación de plántulas y luego se mantuvo la lámina de agua constante.

Control de malezas. El control de malezas se realizó de forma manual; durante el periodo de cultivo se realizó dos deshierbas.

Fertilización del cultivo en almacigo. La fertilización se realizó al voleo a dosis de 90 kg de N/ha. Las plantas estuvieron entre 15 a 20 días en la poza de almacigo.

b. Manejo del experimento en campo definitivo

Preparación del terreno. La preparación del terreno se realizó con tractor; el arado y la rastra facilitaron el desterronamiento del suelo y darle condiciones óptimas, para el crecimiento y desarrollo de la plántula.

Demarcación del terreno y construcción de bordos. La demarcación se realizó de acuerdo al croquis experimental, haciendo uso de estacas, wincha y cordeles. Con palanas se conformaron los bordes de los tratamientos, posteriormente se batió y niveló el terreno.

Trasplante. Se realizó a los 25 días después del almácigo, se sacaron en manojos de 50 plántulas para luego ser trasplantados a un distanciamiento de 0.25*0.25 m y 0.30*0.30 m entre golpes e hileras, empleando 6-8 plántulas por golpe.

Fertilización. En la siguiente tabla se observa la cantidad de cada nutriente que necesita absorber el cultivo de arroz por tonelada de rendimiento.

Tabla 8

Requerimientos de nutrientes del cultivo de arroz

Nutriente	Símbolo	Rendimiento (kg/Tm de grano)
Nitrógeno	N	17.00
Fosforo	P	3.10
Potasio	K	26.20

Nota. Tomado de García (2000).

La fórmula de abonamiento que se utilizó fue de dos tipos: La primera 160-120-160 de N, P₂O₅ y K₂O y la segunda 200-120-160 de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente (García, 2000). Las fuentes de fertilización utilizadas fueron urea al 46% de nitrógeno.

Los fertilizantes fueron aplicados al voleo dispersándolas equitativamente en cada unidad experimental. El fósforo y potasio fue aplicado en su totalidad al momento de la preparación del terreno; mientras que el nitrógeno se fraccionó en dos partes iguales, la primera se aplicó a los 12-15 días después del trasplante (Fase macollamiento) y la segunda a los 60-65 días después de trasplante al inicio de la diferenciación floral (Inicio del encañado).

Riegos. La lámina de agua en el suelo fue manejada de acuerdo al tamaño de las plantas y a las labores que se realizaron en la conducción del cultivo. Se mantuvo en un 10% de su altura en inmersión permanente.

Control de malezas. Se realizó manualmente de acuerdo a las necesidades del cultivo y se hizo un solo deshierbo a los 45 días después del trasplante.

Control fitosanitario. El monitoreo de las parcelas se realizó periódicamente, para detectar plagas y enfermedades que pudieron presentarse, así como para corregir deficiencias

nutricionales de micronutrientes. Para evitar la presencia de plagas se realizaron buenas prácticas agrícolas y para controlar se aplicó fungicidas sistémicos, caldo bórdales e insecticidas de baja toxicidad.

Aplicación de fungicidas. Se utilizó una mochila manual de 20 L de capacidad con boquilla tipo abanico. La dosis para cada tratamiento se preparó por separado, acompañado de un adherente. Se usó un volumen de 400 L/ha. Se realizaron tres aplicaciones, a los 40, 75 y 90 días después del trasplante.

Control de plagas. Con la finalidad de prevenir la aparición de plagas se hizo dos aplicaciones de insecticida de baja toxicidad a una dosis de 1.5 L/ha. La primera fue a los 20 días después del trasplante y la segunda aplicación al inicio de la emergencia de la panoja.

Cosecha (siega). Se realizó en forma manual e individual por cada tratamiento utilizando hoz para corte y mantas para recolección del grano, cuando estas han llegado a su madures fisiológica (más del 90 % de espiguillas con granos maduros).

Trilla y secado. Se realizó en forma manual, se eliminaron las impurezas y se secó al aire libre hasta alcanzar una humedad moderada; luego se procedió a determinar el rendimiento por parcela y por hectárea, ajustado al 14% tal como fue descrito.

Secado. El secado se realizó por separado de acuerdo a cada tratamiento; inmediatamente después del secado, cuando las semillas tenían un 15 a 18 % de humedad fueron almacenadas en lugares frescos y ambientados para finalmente pasar al pilado.

3.8. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos de la investigación se aplicó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo trifactorial (2A*2B*2C), con tres bloques y ocho tratamientos; donde la variable respuesta es el rendimiento en kg/ha de dos líneas promisorias de arroz y la variable complementaria, parámetros agronómicos de las líneas promisorias de arroz (Días a la germinación, Longitud de raíz, altura de planta, número de macollos/golpe, días a la floración, días a la cosecha, longitud de panícula, y número de granos/panícula).

Para obtener el nivel de significancia de los factores se utilizó el cuadro ANVA y para las comparaciones múltiples se empleó la prueba de TUCKEY con un 95 % de confianza. Los datos se procesaron en el programa Microsoft Office Excel 2017 y el SPS-2018.

Modelo Aditivo Lineal. El modelo aditivo lineal para un diseño bloques completo al azar (DBCA) con arreglo trifactorial es el siguiente:

$$Y_{ijkm} = \mu + R_m + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkm}$$

Para $i = 1, 2$; $j = 1, 2$; $k = 1, 2$ y $m = 1, 2$.

Donde:

Y_{ijkm} = Rendimiento de arroz con i -ésima línea promisorio, j -ésima densidad de siembra y k -ésima fertilización nitrogenada experimentado en el m -ésimo bloque.

μ = Media general.

R_m = Efecto del bloque

α_i = Efecto de la i -ésima líneas promisorias de arroz.

β_j = Efecto de la j -ésima densidad de siembra.

γ_k = Efecto de la k -ésima fertilización nitrogenada

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = Efecto de la interacción de la i -ésima líneas promisorias de arroz, de la j -ésima densidad de siembra y de la k -ésima fertilización nitrogenada.

ε_{ijkm} = Error experimental

Nivel de significancia = 5%.

Supuestos del modelo estadístico:

Linealidad: las relaciones entre los efectos del modelo son lineales.

Aditividad: los efectos del modelo son aditivos.

Independencia: los resultados obtenidos en el experimento son independientes entre sí.

Igualdad de varianzas: las diferentes poblaciones generadas por la aplicación de los diferentes tratamientos tienen varianzas iguales.

Normalidad: los errores del modelo deben tener una distribución normal con media cero y varianzas

Tabla 9*Cuadro ANVA*

Fuente de Variación	G.L	SC	C.M	F	F Tabla	Nivel de
				Calculado	0.05	Signif.
Bloques	B-1					
Tratamientos	T-1					
Factor A	A-1					
Factor B	B-1					
Factor C	C-1					
Interacción (A*B)	(A-1) (B-1)					
Interacción (A*C)	(A-1) (C-1)					
Interacción (B*C)	(B-1) (C-1)					
Interacción (A*B*C)	(A1)(B1)(C1)					
Error	(abc-1) (b1)					
Total	abcB-1					

Nota. Diseño del análisis de varianza

3.9. Consideraciones éticas

Toda investigación, sea de carácter cualitativa o cuantitativa producido por las ciencias naturales, sociales y humanas, deben pensarse como actividades que determinan y son determinadas por asuntos de la vida colectiva, que afectan y se ven afectados por la vida cotidiana (Hernández, 2005). En este sentido, demandan conductas éticas en el investigador y coinvestigadores, compromisos personales y sociales tanto en los individuos implicados en el proceso de investigación como en relación con el conocimiento que se genera a partir de la misma. En la presente investigación resaltaron algunas consideraciones éticas basadas en orientaciones que guiaron las acciones y decisiones enfocadas en principios, valores e intereses grupales que buscan el bien común, sujetas a las contingencias específicas de cada localidad y cultura, sin importar raza, religión o color político. Otro aspecto considerado fue la decisión libre y autónoma de participación de los investigadores, siendo estos los únicos

dueños de la información que se generó, para posterior divulgación con consentimiento libre, consciente y reflexivo. El equipo de investigadores fue recíproco, puesto que la información obtenida fue compartida a los miembros del INIA, haciéndoles saber los resultados del experimento realizado.

Durante el desarrollo del experimento el autor fue el único responsable del uso de los hallazgos y acciones, sin ocasionar sensibilidad frente a situaciones conflictivas o de competencia por intereses sociales. Por otro lado, fue necesario ubicar en su justa dimensión el carácter empresarial de la investigación, a fin de garantizar su propia estabilidad económica mediante una administración rigurosa, transparente y eficiente de los recursos asignados para el desarrollo de la misma. Acotando a lo anterior, se pone de manifiesto que el ensayo realizado no presenta síndrome de plagio ni fragmentación alguna, lo cual atribuye al autor como su legítimo dueño, pudiendo patentarlo en el tiempo que lo requiera.

IV. Resultados

4.1. Rendimiento de arroz cascara

El análisis de varianza (Tabla 10) para el rendimiento/hectárea, indica que las diferencias son significativas para el factor A (Línea), Factor B (Densidad) y las interacciones (A*B) y (B*C); mientras que las diferencias no fueron significativas para el factor C (Dosis) ni para las interacciones (A*B), (A*C) y (A*B*C).

Tabla 10

Análisis de varianza del rendimiento de líneas promisorias de Arroz.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Estadístico F	Significancia P < 0.05
Bloque	43,890,833.33	2	21,945,416.67	3,449	0.061
Tratamiento	959,778,333.33	7	137,111,190.47	21,551	0,00**
Líneas (Factor A)	717,226,666.66	1	717,226,666.67	112,735	0,000**
Densidad (factor B)	125,126,666.67	1	125,126,666.67	19,668	0,001**
Dosis (Factor C)	26,460,000.00	1	26,460,000.00	4,159	0,061
(A*B)	38,001,666.67	1	38,001,666.67	5,973	0,028**
(A*C)	601,666.67	1	601,666.67	,095	0,763
(B*C)	37,001,666.67	1	37,001,666.67	5,816	0,030**
(A*B*C)	15,360,000.00	1	15,360,000.00	2,414	0,143
Error	89,069,166.67	14	6,362,083.33	-	-
Total	9,447,940,000.00	23			

$R^2=0,991$ (R^2 ajustada = 0,984)

Nota. Anava para rendimiento con $R^2=0,99$

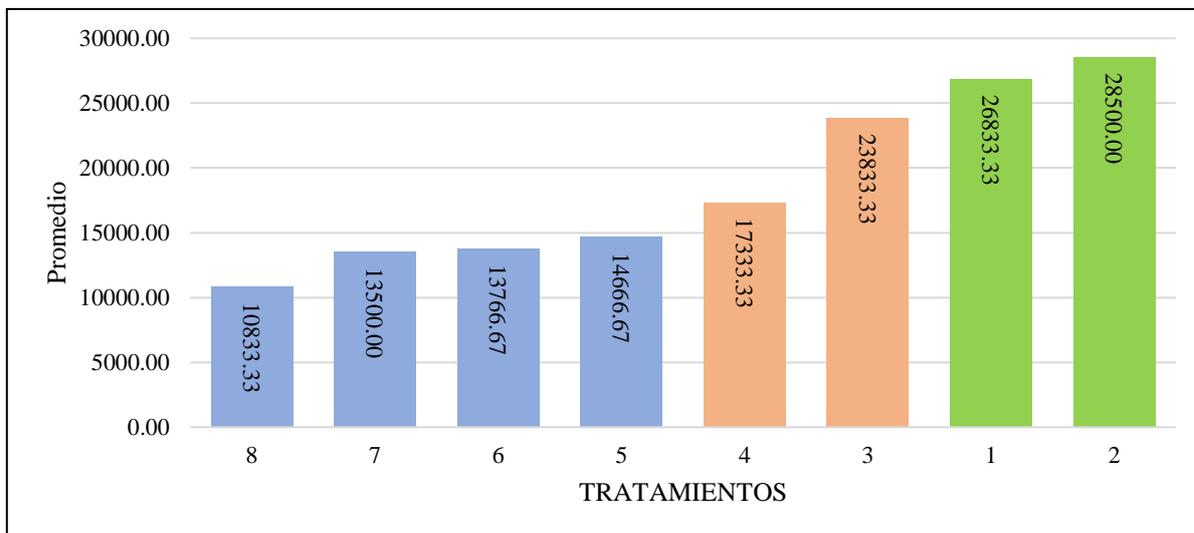
Tabla 11*Comparación de grupos homogéneos para el rendimiento de arroz.*

Bloque	Muestra	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
3	8	16787.50	A	
1	8	19250.00	A	0.063
2	8	19937.50	A	
Tratamiento	Muestra	Promedio	Grupos Homogéneos	Significancia < 0.05
8	3	10833.33	A	
7	3	13500.00	A	
6	3	13766.67	A	0.095
5	3	14666.67	A	
4	3	17333.33	B	
3	3	23833.33	B	0.095
1	3	26833.33	C	
2	3	28500.00	C	0.373
Línea	Muestra	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
Hibrido	12	13191.67	A	
Bellavista	12	24125.00	B	0.000
Densidad	Muestra	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
30*30	12	16375.00	A	
25*25	12	20941.67	B	0.048
Dosis	Muestra	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
160 kg/ha	12	19708.33	A	
200 kg/ha	12	17608.33	A	0.106
Total	24	18658.33	-	-

Nota. prueba de Tukey al 5% para rendimiento de arroz

Figura 4

Rendimiento por hectárea de líneas promisorias de arroz cáscara.



Nota. Rendimiento de Arroz en cáscara (Kg/Ha) según Tratamientos

Con la aplicación de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 11 y Figura 4), se determinó que la línea Bellavista a una distancia de 25*25 cm y dosis de 200 kg N/ha, obtuvo el mayor rendimiento de 28,500.00 Kg/ha; mientras que la Línea Híbrida a una distancia de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha, obtuvo el rendimiento más bajo con 10, 833.33 Kg/ha.

La diferencia en el rendimiento/ha entre las combinaciones de los factores puede deberse a las características genéticas de cada cultivar y distanciamiento de siembra que resultan ser predominantes frente a los tratamientos.

4.2. Parámetros agronómicos

Longitud de raíz. El análisis de varianza (Tabla 12) para la variable longitud de raíz, indica que las diferencias son significativas para el factor A: Línea y las interacciones (B*C) y (A*B*C); mientras que las diferencias no fueron significativas para el factor B: Densidad, C: Dosis y las interacciones (A*B), (A*C), respectivamente.

Tabla 12*Análisis de varianza para la longitud de raíz de líneas de arroz*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Long. Raíz	24	0.73	0.56	4.85

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	Sig.
Bloque	8,70	2	4,352	1,824	0,198
Tratamiento	82,90	7	11,844	4,964	0,005**
Líneas	16,09	1	16,088	6,743	0,021**
Densidad	0,00	1	0,000	0,000	0,995
Dosis	7,21	1	7,205	3,020	0,104
Líneas * Densidad	0,01	1	0,013	0,005	0,943
Líneas * Dosis	1,43	1	1,426	0,598	0,452
Densidad * Dosis	46,34	1	46,343	19,424	0,001**
Líneas * Densidad * Dosis	11,83	1	11,830	4,958	0,043**
Error	33,40	14	2,386		
Total	125012,00	23			

Nota: la tabla 12 muestra el resultado ANAVA para la longitud de raíz de líneas de arroz con un Cv 4.85

En Tabla 12, se observa los resultados del análisis de varianza para la longitud de raíces, en donde indica que existe significación estadística para los tratamientos, dado que, el valor de significación (p-valor es 0.005) es menor al 5 % (0.05), lo cual significa que, las longitudes de raíces en cada tratamiento son diferentes. Así mismo indica que existe significación estadística entre las líneas, dado que el valor de significación (p-valor es 0.021) es menor al 5 %, sin embargo, en los bloques indica que, son estadísticamente iguales dado que es $0.198 > 0.05$

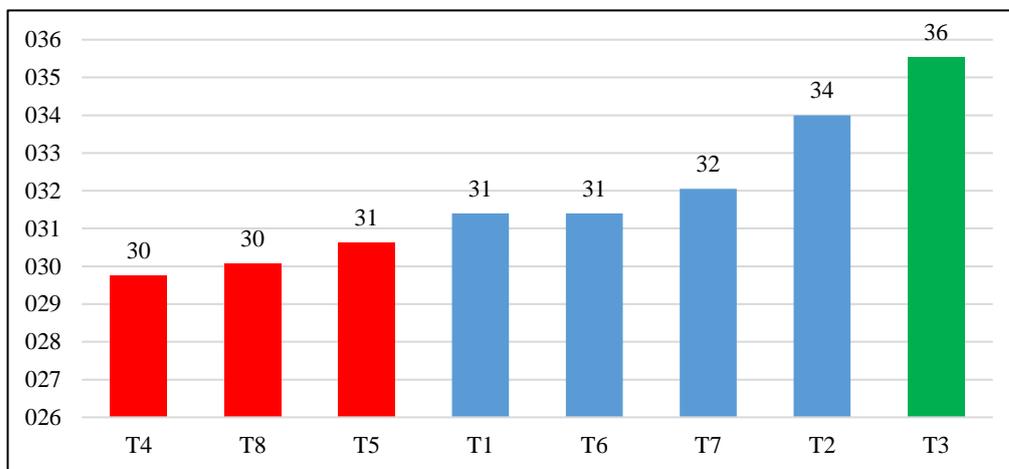
Tabla 13*Comparación de grupos homogéneos para la longitud de raíz de arroz*

Bloque	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0,05
B3	8	31,24	A	0.198
B2	8	31,65	A	
B1	8	32,68	A	
Tratamiento	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0,05
T4	3	29,77	A	0.005
T8	3	30,07	A	
T5	3	30,63	A	
T1	3	31,40	B	0.005
T6	3	31,40	B	
T7	3	32,05	B	
T2	3	34,00	B	
T3	3	35,53	C	1.000
Línea	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0,05
Hibrido	12	31,04	A	0,085
Bellavista	12	32,68	A	
Densidad	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0,05
30*30	12	31,85	A	0,100
25*25	12	31,86	A	
Dosis	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0,05
160 kg/ha	12	32,40	A	0,258
200 kg/ha	12	31,31	A	
Total	24	31,86	-	-

Nota. prueba de Tukey al 5% para longitud de raíces de arroz

Figura 5

Longitud de raíz en las líneas promisorias de arroz.



Nota. La figura muestra la representación gráfica de la longitud radicular de las líneas de arroz

Con la prueba de Tukey al 5% (Tabla 13 y Figura 5), se determinó que la línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo mayor longitud de raíz 35.53 cm; mientras que la Línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha, obtuvo la menor longitud con 29.77 cm.

La diferencia en la longitud de raíz entre las combinaciones de los factores puede deberse a las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo y a cantidad de nitrógeno aplicado, generando condiciones adecuadas para el buen desarrollo radicular.

Altura de planta. El análisis de varianza (Tabla 14) para la altura de planta, indica que las diferencias son significativas para el factor A (Línea); mientras que las diferencias no resultaron significativas para el factor B (densidad), C (Dosis) y para las interacciones (A*B), (A*C), (B*C) y (A*C) respectivamente.

Tabla 14*Análisis de varianza para la altura de planta de arroz*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	24	0.56	0.28	2.86

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Estadístico F	Significancia P < 0.05
Bloque	0.190	2	0.095	0.011	0.989
Tratamiento	152.145	7	21.735	2.533	0.066
Líneas	93.615	1	93.615	10.910	0.003**
Densidad	3.682	1	3.682	0.429	0.523
Dosis	35.042	1	35.042	4.084	0.063
Líneas * Densidad	2.282	1	2.282	0.266	0.614
Líneas * Dosis	0.602	1	0.602	0.070	0.795
Densidad * Dosis	9.882	1	9.882	1.152	0.301
Líneas * Densidad * Dosis	7.042	1	7.042	0.821	0.380
Error	120.130	14	8.581		
Total	272465	23			

Nota: la tabla 14 muestra el resultado ANAVA para la altura de planta de arroz con un Cv 2.86

En Tabla 14, se observa los resultados del análisis de varianza para la altura de planta, donde indica que no existe significación estadística para los tratamientos, dado que, el valor de significación (p-valor es 0.066) es mayor al 5 % (0.05), lo cual significa que, las alturas de planta en cada tratamiento son iguales. Así mismo indica que existe significación estadística entre las líneas, dado que el valor de significación (p-valor es 0.003) es menor al 5 %, sin embargo, en los bloques indica que, son estadísticamente iguales dado que es 0.989 > 0.05

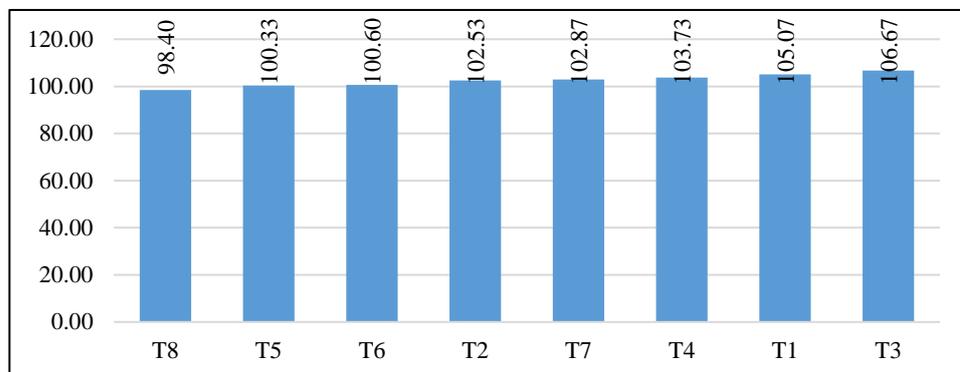
Tabla 15*Comparación de grupos homogéneos de la altura de planta de arroz.*

Bloque	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia	<
B1	8	102.45	A		
B3	8	102.48	A	0.990	
B2	8	102.65	A		
Tratamientos	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia	<
T8	3	98.40	A		
T5	3	100.33	A		
T6	3	100.60	A		
T2	3	102.53	A		
T7	3	102.87	A	0.057	
T4	3	103.73	A		
T1	3	105.07	A		
T3	3	106.67	A		
Línea	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia	<
Hibrido	12	100.55	A		
Bellavista	12	104.50	B	0.003	
Densidad	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia	<
30*30	12	102.92	A		
25*25	12	102.13	A	0.589	
Dosis	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia	<
160 kg/ha	12	103.73	A		
200 kg/ha	12	101.32	A	0.085	
Total	24	102.53	-	-	

Nota. Prueba de Tukey al 5% para altura de plantas de arroz

Figura 6

Altura de planta de las líneas promisorias de arroz



Nota. La figura muestra la representación gráfica de la altura de planta de las líneas de arroz

Aplicando la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% (Tabla 15 y Figura 6), se determinó que la línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo la mayor altura de planta 106.67 cm, no siendo significativo con los demás tratamientos; mientras que la Línea híbrida a una distancia de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha, obtuvo la altura más baja con 98.40 cm. En tanto, para el factor línea promisoría se tuvo que la línea Bellavista fue la de mayor altura de planta con 104.50 cm, a comparación de la línea Híbrida con 100.55 cm.

La diferencia en la altura de planta entre las combinaciones de los factores fue mínima, de tal manera que, estadísticamente no reporta significancia, esto quiere decir que, al combinar los factores, el comportamiento en el crecimiento de planta es similar; sin embargo, en cuanto a líneas promisorias, se evidencia que la línea bellavista fue de mayor tamaño que la línea híbrida.

Número de macollos/golpe. El análisis de varianza (Tabla 16) para el número de macollos/golpe, indica que existe diferencia significativa para el factor A (Línea), factor B(densidad) y la combinación de tratamientos; mientras que las diferencias no fueron significativas para el factor C (Dosis) y para las interacciones (A*B), (A*C), (B*C) y (A*B*C).

Tabla 16*Análisis de varianza para el número de macollos/golpe en las líneas promisorias de arroz*Variable N R² R² Aj CV

N° Macollos 24 0.90 0.84 6.69

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Estadístico F	Significancia P < 0.05
Bloque	14.890	2	7.445	5.479	0.017**
Tratamiento	158.933	7	22.705	16.709	0.000**
Líneas	131.134	1	131.134	96.506	0.000**
Densidad	19.984	1	19.984	14.707	0.002**
Dosis	3.010	1	3.010	2.215	0.159
Líneas * Densidad	0.010	1	0.010	0.008	0.931
Líneas * Dosis	0.304	1	0.304	0.224	0.644
Densidad * Dosis	0.070	1	0.070	0.052	0.823
Líneas * Densidad * Dosis	4.420	1	4.420	3.253	0.093
Error	19.023	14	1.359		
Total	192846	23			

Nota: la tabla 16 muestra el resultado ANAVA para número de macollos en líneas de arroz con un Cv 6.69

En Tabla 16, se observa los resultados del análisis de varianza para el número de macollos, donde indica que existe significación estadística para los tratamientos, dado que, el valor de significación es < al 5 % (0.05), lo cual significa que, los números de macollos en cada tratamiento son diferentes. Así mismo indica que existe significación estadística entre las líneas, dado que el valor de significación es menor al 5 %, así mismo indica, que los bloques son estadísticamente diferentes dado que es < 0.05

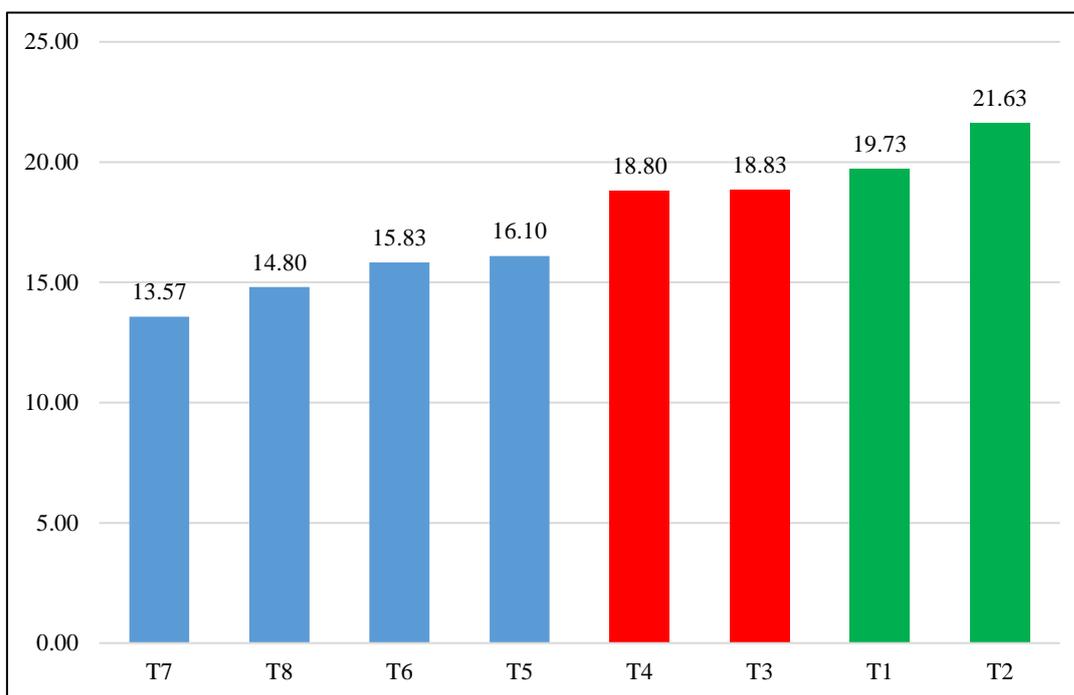
Tabla 17*Comparación de grupos homogéneos del número de macollos/golpe.*

Bloque	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
B2	8	16.41	A	0.192
B1	8	17.49	A	
B3	8	18.34	B	
Tratamientos	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
T7	3	13.57	A	0.213
T8	3	14.80	A	
T6	3	15.83	A	
T5	3	16.10	A	0.096
T4	3	18.80	B	
T3	3	18.83	B	
T1	3	19.73	C	0.129
T2	3	21.63	C	
Línea	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
Hibrido	12	15.08	A	0.000
Bellavista	12	19.75	B	
Densidad	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
30*30	12	16.50	A	0.002
25*25	12	18.33	B	
Dosis	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
160 kg/ha	12	17.06	A	0.159
200 kg/ha	12	17.77	A	
Total	24	102.53	-	-

Nota. Prueba de Tukey al 5% para número de macollos

Figura 7

Número de macollos/golpe de las líneas promisorias de arroz



Nota. La figura muestra la representación gráfica de número de macollos en las líneas de arroz

Al aplicar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 17 y Figura 7), se determinó que la línea Bellavista a una distancia de 25*25 cm y dosis de 200 kg N/ha, obtuvo mayor número de macollos/golpe con 21.63, seguido de la línea bellavista a una densidad de 30*30 cm y dosis de 160kg N/ha con 19.73; mientras que la Línea híbrida a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo menor número de macollos (13.57), correspondiendo al grupo de resultados más bajos.

La diferencia en el número de macollos/golpe entre los tratamientos, puede ser ocasionado por características genéticas propias de cada línea promisorias, siendo la mejor la línea Bellavista; por distanciamientos cortos (25*25 cm) ya que, siendo una línea mejorada, requiere densidades más densas para macollar y evitar la competencia por malezas, como si ocurre con distancias mayores. La dosis de fertilización no fue determinante, tomando como criterio a la dosis de 160 kg N/ha.

Días a la floración. El análisis de varianza (Tabla 18) para la variable días a la floración, indica que las diferencias son significativas para el factor A: Línea y las interacciones (B*C) y (A*B*C); mientras que las diferencias no fueron significativas para el factor B: Densidad, C: Dosis y las interacciones (A*B), (A*C), respectivamente.

Tabla 18*Análisis de varianza para el número de días a la floración en líneas promisorias de arroz.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días a la floración	24	0.78	0.63	1.99

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	de Libertad	Grados de Medios	Estadístico F	Significancia P < 0.05
Bloque	0.000	2	0.000	0.000	1.000
Tratamiento	116.667	7	16.667	7.000	0.0011
Líneas	104.167	1	104.167	43.750	0.000
Densidad	4.167	1	4.167	1.750	0.207
Dosis	0.000	1	0.000	0.000	1.000
Dosis * Densidad	0.000	1	0.000	0.000	1.000
Dosis * Líneas	4.167	1	4.167	1.750	0.207
Densidad * Líneas	4.167	1	4.167	1.750	0.207
Dosis * Densidad * Líneas	0.000	1	0.000	0.000	1.000
Error	33.333	14	2.381		
Total	150.00	23			

Nota: la tabla 18 muestra el resultado ANAVA para número de días a la floración de arroz con un Cv 1.99

En Tabla 18, se observa los resultados del análisis de varianza para el número de días a la floración, donde indica que existe significación estadística para los tratamientos, dado que, el valor de significación es < al 5 % (0.05), lo cual significa que, los números de días de floración en cada tratamiento son diferentes. También indica que existe significación estadística entre las líneas, dado que el valor de significación es menor al 5 %, así mismo indica, que los bloques son estadísticamente iguales dado que es > 0.05

Tabla 19

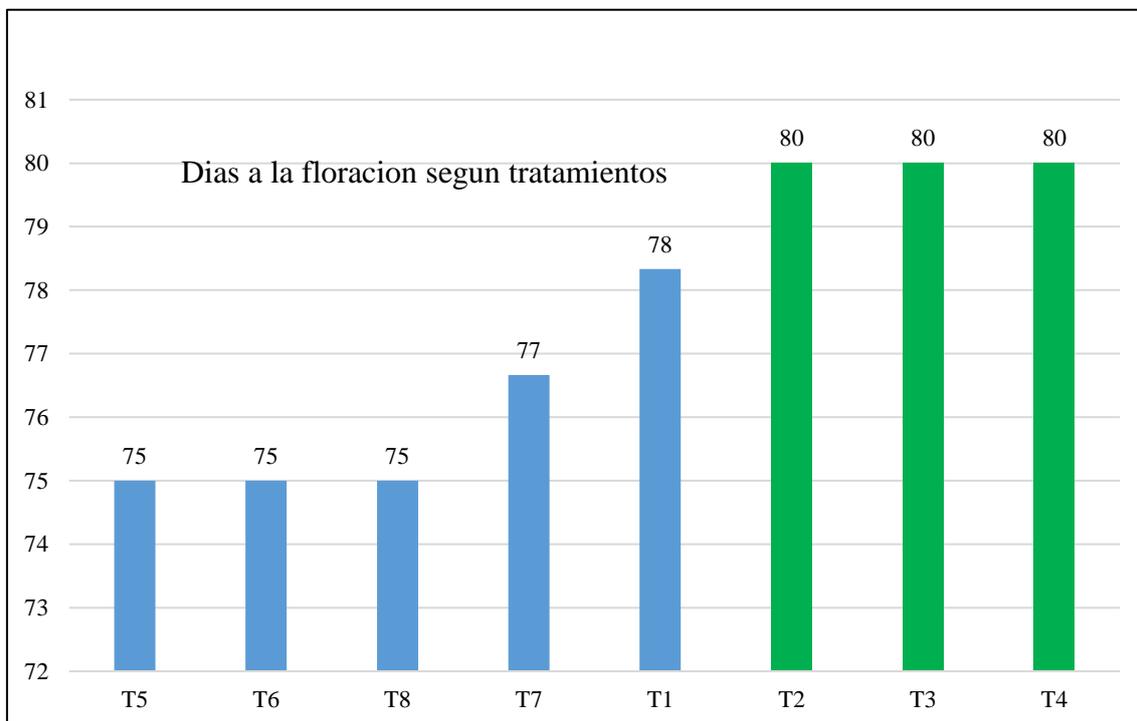
Comparación de grupos homogéneos para el número de días a la floración de líneas promisorias de arroz.

Bloque	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
B1	8	78	A	
B2	8	78	A	1.000
B3	8	78	A	
Tratamientos	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
T5	3	75	A	
T6	3	75	A	
T8	3	75	A	0.218
T7	3	77	A	
T1	3	78	A	
T2	3	80	B	
T3	3	80	B	1,000
T4	3	80	B	
Línea	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
Hibrido	12	75	A	0.000
Bellavista	12	80	B	
Densidad	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
30*30	12	78	A	0.436
25*25	12	77	A	
Dosis	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
160 kg/ha	12	78	A	1,000
200 kg/ha	12	78	A	
Total	24	78	-	-

Nota. Prueba de Tukey al 5% para número de días a la floración

Figura 8

Días a la floración de las líneas promisorias de arroz.



Nota. Representación gráfica de los tratamientos con respecto a días a la floración

La figura 8 muestra la diferencia que existe entre los tratamientos donde la línea híbrida es más precoz que la línea bellavista; esto puede deberse a las características genéticas de cada línea mejorada, esto vinculado a las condiciones ambientales locales, que permiten mostrar las características fenotípicas.

Con la prueba de Tukey al 5% (Tabla 19 y Figura 8), se determinó que la línea híbrida a una distancia de 25*25 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo menor días a la floración 75 días; mientras que la Línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha, obtuvo mayores días a la floración con 80 días.

Días a la cosecha. El análisis de varianza (Tabla 20) para la variable días a la cosecha, indica que las diferencias son significativas para el factor A: Línea y las interacciones (B*C) y (A*B*C); mientras que las diferencias no fueron significativas para el factor B: Densidad, C: Dosis y las interacciones (A*B), (A*C), respectivamente.

Tabla 20*Análisis de varianza para el número de días a la cosecha de las líneas promisorias de arroz*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días a la cosecha	24	0.78	0.63	1.31

Fuente de variación	de Suma Cuadrados	de Grados de Libertad	de Cuadrados Medios	Estadístico F	Significancia P < 0.05
Bloque	0.000	2	0.000	0.000	1.000
Tratamiento	116.667	7	16.667	7.000	0.001
Líneas	104.167	1	104.167	43.750	0.000
Densidad	4.167	1	4.167	1.750	0.207
Dosis	0.000	1	0.000	0.000	1.000
Dosis * Densidad	0.000	1	0.000	0.000	1.000
Dosis * Líneas	4.167	1	4.167	1.750	0.207
Densidad * Líneas	4.167	1	4.167	1.750	0.207
Dosis * Densidad * Líneas	0.000	1	0.000	0.000	1.000
Error	33.333	14	2.381		
Total	266.67				

Nota: la tabla 20 muestra el resultado ANAVA para número de días a la cosecha de arroz con un Cv 1.31

En Tabla 20, se observa los resultados del análisis de varianza para el número de días a la cosecha, donde indica que existe significación estadística para los tratamientos, dado que, el valor de significación es < al 5 % (0.05), lo cual significa que, los números de días a la cosecha en cada tratamiento son diferentes. También indica que existe significación estadística entre las líneas, dado que el valor de significación es menor al 5 %, así mismo indica, que los bloques son estadísticamente iguales dado que es > 0.05

Tabla 21

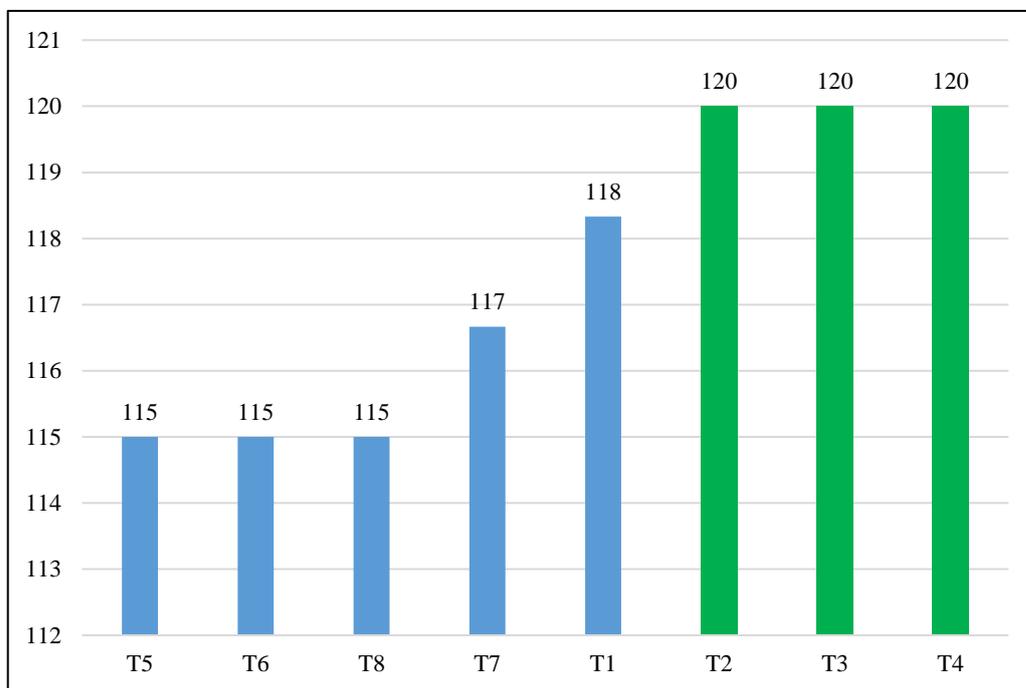
Comparación de grupos homogéneos para el número de días a la cosecha de las líneas promisorias de arroz.

Bloque	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
B1	8	118	A	
B2	8	118	A	1.000
B3	8	118	A	
Tratamientos	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
T5	3	115	A	
T6	3	115	A	
T8	3	115	A	0.218
T7	3	117	A	
T1	3	118	A	
T2	3	120	B	
T3	3	120	B	1,000
T4	3	120	B	
Línea	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
Hibrido	12	115	A	0.000
Bellavista	12	120	B	
Densidad	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
30*30	12	118	A	0.436
25*25	12	117	A	
Dosis	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
160 kg/ha	12	118	A	1,000
200 kg/ha	12	118	A	
Total	24	118	-	-

Nota. prueba de Tukey al 5% para número de días a la cosecha

Figura 9

Días a la cosecha de las líneas promisorias de arroz.



Nota. Representación gráfica de los tratamientos con respecto a días a la cosecha

La Figura 9 muestra la diferencia que existe entre los tratamientos para el número de días a la cosecha, donde la línea híbrida fue más precoz que la línea bellavista; esto puede ser debido a características genéticas propias de cada variedad mejorada, en dependencia con las condiciones locales de la zona.

Con la prueba de Tukey al 5 % (Tabla 21 y Figura 9), se observa que la línea híbrida a una distancia de 25*25 cm y dosis de 160 kg N/ha, resulto ser más precoz en cuanto a días a la cosecha con 115 días; mientras que la Línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha, fue más tardía con 120 días.

Longitud de panícula

El análisis de varianza (Tabla 22) para la variable longitud de panícula, indica que las diferencias son significativas para el factor A: Línea y tratamientos; mientras que las diferencias no fueron significativas para el factor C: Dosis, B: Densidad y las interacciones (A*B), (A*C), (B*C) y (A*B*C) respectivamente.

Tabla 22*Análisis de varianza para la longitud de panícula de las líneas promisorias de arroz*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tamaño de espiga (cm)	24	0.49	0.16	4.83

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Estadístico F	Significancia P < 0.05
Bloque	1.293	2	0.647	0.423	0.663
Tratamiento	18.998	7	2.714	1.773	0.017*
Líneas	12.615	1	12.615	8.243	0.012*
Densidad	0.735	1	0.735	0.480	0.50*
Dosis	1.602	1	1.602	1.047	0.324
Líneas * Densidad	1.602	1	1.602	1.047	0.324
Líneas * Dosis	1.042	1	1.042	0.681	0.423
Densidad * Dosis	0.002	1	0.002	0.001	0.974
Líneas * Densidad * Dosis	1.402	1	1.402	0.916	0.355
Error	21.427	14	1.530		
Total	41.718	23			

Nota: la tabla 22 muestra el resultado ANAVA para longitud de panícula con un Cv 4.83

En Tabla 22, se observa los resultados del análisis de varianza para longitud de panícula, donde indica que existe significación estadística para los tratamientos, dado que, el valor de significación es < al 5% (0.05), lo cual significa que, la longitud de las panículas en cada tratamiento es diferente. También indica que existe significación estadística entre las líneas, dado que el valor de significación es menor al 5 %, así mismo indica, que los bloques son estadísticamente iguales dado que es > 0.05

Tabla 23

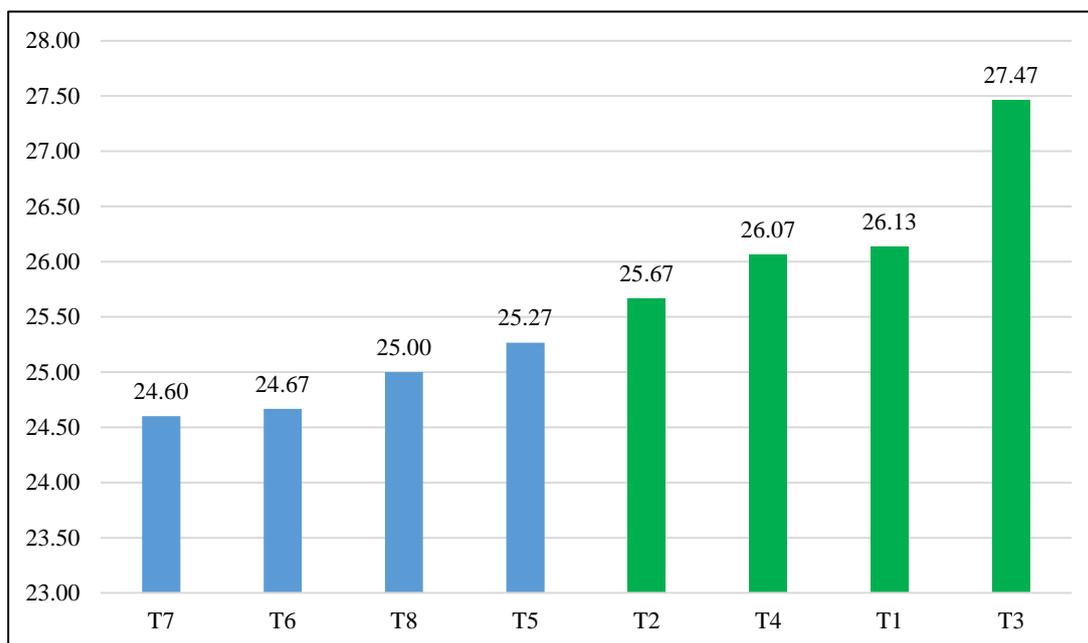
Comparación de grupos homogéneos para la longitud de panícula de las líneas promisorias de arroz.

Bloque	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
B2	8	25.38	A	
B3	8	25.53	A	0.656
B1	8	25.93	A	
Tratamientos	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
T7	3	24.60	A	
T6	3	24.67	A	
T8	3	25.00	A	
T5	3	25.27	A	0.016
T2	3	25.67	B	
T4	3	26.07	B	
T1	3	26.13	B	
T3	3	27.47	B	
Línea	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
Hibrido	12	24.88	A	0.005
Bellavista	12	26.33	B	
Densidad	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
30*30	12	25.78	A	0.536
25*25	12	25.43	A	
Dosis	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
160 kg/ha	12	25.87	A	0.359
200 kg/ha	12	25.35	A	
Total	24	25.61	-	-

Nota. Prueba de Tukey al 5% para longitud de panícula

Figura 10

Longitud de panícula de las líneas promisorias de arroz.



Nota. Representación gráfica de los tratamientos con respecto a longitud de panículas

Aplicando la prueba de Tukey al 5% (Tabla 23 y Figura 10), se determinó que existen dos grupos homogéneos: Primer grupo (T3, T1, T4 y T2), en la que destaca la línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, con mayor longitud de panícula (27.47 cm); segundo grupo (T5, T8, T6 y T7) siendo la línea híbrida con densidad de 30*30 cm y dosis de 160 kg/ha, con el menor tamaño de panícula. En cuanto a factores la línea bellavista fue la de mejor longitud (26.33cm).

La diferencia en la longitud de panícula entre tratamientos podría deberse a caracteres netamente genéticos y fenotípicos de cada línea, con influencia de los factores ambientales, puesto que la densidad de siembra y la dosis de fertilización nitrogenada no fueron influyentes en la variable evaluada.

Número de granos/panícula

El análisis de varianza (Tabla 24) para el número de grano/panícula, indica que las diferencias son significativas para el factor A (Línea) y los tratamientos; mientras que las

diferencias no fueron significativas para el factor B (densidad), C (Dosis) ni para las interacciones (A*B), (A*C), (B*C) y (A*B*C) respectivamente.

Tabla 24

Análisis de varianza para el número de granos/panícula del arroz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº granos/espiga	24	0.72	0.55	4.83

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	de Libertad	Grados de Medios	Cuadrados Estadístico F	Significancia P < 0.05
Bloque	1.293	2	0.647	0.423	0.663
Tratamiento	18.998	7	2.714	1.773	0.017*
Líneas	2667.042	1	2667.042	13.248	0.003*
Densidad	630.375	1	630.375	3.131	0.099
Dosis	1.042	1	1.042	0.005	0.944
Densidad*dosis	2.042	1	2.042	0.010	0.921
Líneas*dosis	301.042	1	301.042	1.495	0.242
Líneas*densidad	2583.375	1	2583.375	12.832	0.003
Líneas*densidad*dosis	551.042	1	551.042	2.737	0.120
Error	21.427	14	1.530		
Total	15780.600	24			

Nota: la tabla 24 muestra el resultado ANAVA para número de granos por panícula con un Cv 4.83

En Tabla 24, se observa los resultados del análisis de varianza para número granos por panícula, donde indica que existe significación estadística para los tratamientos, dado que, el valor de significación es < al 5% (0.05), lo cual significa que, el número de granos por panículas en cada tratamiento es diferente. También indica que existe significación estadística entre las líneas, dado que el valor de significación es menor al 5 %, así mismo indica, que los bloques son estadísticamente iguales dado que es > 0.05

Tabla 25

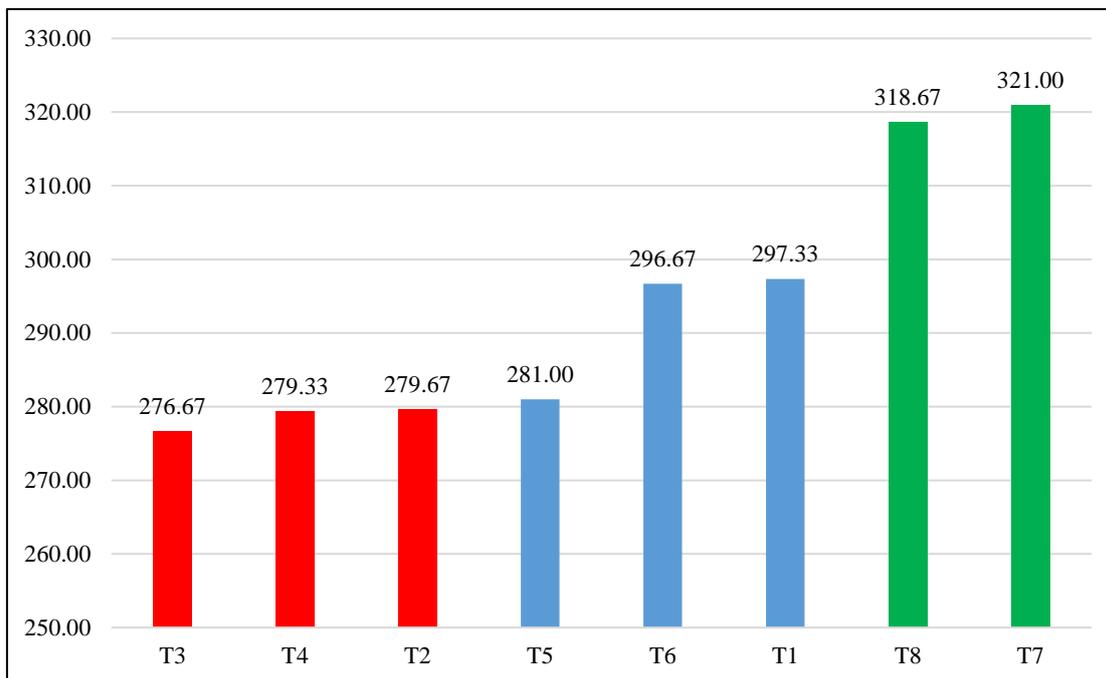
Comparación de grupos homogéneos del número de granos/panícula.

Bloque	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
B3	8	288.25	A	
B1	8	292.13	A	0.206
B2	8	301.00	A	
Tratamientos	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
T3	3	276.67	A	
T4	3	279.33	A	0.639
T2	3	279.67	A	
T5	3	281.00	B	
T6	3	296.67	B	0.063
T1	3	297.33	B	
T8	3	318.67	C	0.057
T7	3	321.00	C	
Línea	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
Hibrido	12	304.33	A	0.011
Bellavista	12	283.25	B	
Densidad	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
30*30	12	298.92	A	0.242
25*25	12	288.67	A	
Dosis	N	Promedio	Grupo Homogéneo	Significancia < 0.05
160 kg/ha	12	294.00	A	0.359
200 kg/ha	12	293.58	A	
Total	24	293.79	-	-

Nota. Prueba de Tukey al 5% para número de granos/panícula

Figura 11

Número de granos/panícula de las líneas promisorias de arroz.



Nota. Representación gráfica de los tratamientos con respecto número de granos por panícula

Con la prueba de Tukey al 5 % (Tabla 25 y Figura 8), se determinó que la línea híbrida a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo mayor número de grano/panícula con 321, seguida de la línea híbrida a una distancia de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha; mientras que la Línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo el más bajo número de granos/panícula con 276.67. En tanto para el factor líneas promisorias, la línea híbrida fue la que obtuvo mayor número de granos/panícula.

La diferencia en el número de grano/panícula entre los tratamientos puede ser debido a características varietales de cada línea promisorias, que, al interactuar a diferente densidad y dosis de fertilización, muestran diferentes rendimientos. Si bien es cierto, la línea híbrida tuvo mayor número de grano/panícula, que la línea bellavista, pero sin embargo fueron más pequeños, lo que ocasiona menos peso.

Tabla 26*Cuadro resumen de parámetros agronómicos del cultivo de arroz (Bellavista e Híbrido)*

Líneas de Estudio	N° de Tratamiento	Días de Germinación	Longitud de Raíz	N° de Macollos	Longitud de Panícula	N° de granos/espiga
Híbrido	12		31,04	15.08	24.88	100.55
Bellavista	12		32,68	19.75	26.33	104.50
Densidad	N	A los 4 días	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
30*30	12	germino	31,85	16.50	25.78	102.92
25*25	12	más del	31,86	18.33	25.43	102.13
Dosis	N	90%	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
160 kg/ha	12		32,4	17.06	25.87	103.73
200 kg/ha	12		31,31	17.77	25.35	101.32

Nota: la tabla 26 muestra el resultado ANAVA para los parámetros agronómicos del arroz

V. Discusión

5.1. Rendimiento de arroz cáscara

El rendimiento de arroz cáscara/ha, se vio influenciado por el genotipo de la línea promisoría y la densidad de siembra; teniendo a la línea Bellavista, T2 con distanciamiento de 25*25 cm y dosis de 200 kg N/ha. La de mayor rendimiento (28,500 kg/ha); mientras que la Línea Híbrida T8 con distanciamiento de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha, reportó el menor rendimiento (10,833.33 Kg/ha). Sin embargo, para los factores se encontró que solamente hubo diferencias entre líneas promisorias, siendo la línea Bellavista la de mejor rendimiento y entre densidades de siembra, siendo la densidad de 25*25 cm, la más óptima. Estos hallazgos se deben probablemente a que esta línea tiene amplio rango de adaptación viéndose favorecida por las condiciones locales; asimismo, con la densidad óptima se puede tener plantas homogéneas uniformes y con mayor número de golpes/ha y por lo tanto mayor número de macollos en comparación con la densidad de 30*30 que tuvieron macollos vigorosos, dejando espacios para el desarrollo de malezas. En tanto la fertilización nitrogenada no fue determinante en el rendimiento, viendo favorable la aplicación de 160 kg N/ha desde el punto de vista económico.

Diversas investigaciones muy anteriores ya han demostrado que el rendimiento aumenta hasta alcanzar un máximo en función a la densidad como lo indica Devida (2016) y Guzmán (2002) que vaya de entre 8 a 12 plantas por golpe; o como dice Devida (2016), con 9,106 kg/ha, a una densidad de 25*25 cm y a 30*30. Que a mayor distanciamiento mejor rendimiento; así también indica que rendimiento de 12,128 kg/ha, a una densidad de 25*25 cm, con tendencia a aumentar a medida que aumenta la densidad de siembra, lo cual evidencia coherencia con los resultados encontrados. Apoyado en ello, Gavilán (2020), estudió las diferentes dosis de nitrógeno con las variedades de arroz, evaluando altura de planta, número de macollos, peso y número de granos, longitud de panoja, calidad molinera y rendimiento en cáscara, encontrando que no hubo diferencias significativas en cuanto a la calidad molinera que produce un mejor rendimiento a dosis de 230 kg N. Y que la mejor interacción entre variedad y dosis de nitrógeno se produce en la variedad Valor.

5.2. Parámetros agronómicos

Días a la germinación y longitud de raíz. Las líneas promisorias tuvieron comportamiento diferente, siendo la línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, la de mayor longitud de raíz (35.53 cm) y la de más rápida germinación; sin

embargo, la densidad de siembra y la dosis de nitrógeno no influenciaron el tamaño de raíces; tales resultados, se justifican posiblemente al mayor espaciamiento entre plantas y golpes y a las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo y a cantidad de nitrógeno disponible de manera natural, generando condiciones adecuadas para el buen desarrollo radicular. Los resultados encontrados tienen concordancia con las descripciones de Gavilán (2020) quien en su investigación concluye que la variedad Valor obtuvo mayor rendimiento en grano, aunque sin diferencias significativas en cuanto a calidad molinera.

Altura de planta. En cuanto a la altura de planta presenta una tendencia a incrementarse, conforme aumenta los días, hasta llegar a completar el desarrollo vegetativo, por tal motivo la línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo la mayor altura de planta 106.67 cm a los 60 días después de la siembra; en cambio, la Línea híbrida a una distancia de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha, reportó la altura más baja con 98.40 cm; sin embargo, los factores densidad de siembra y dosis de nitrógeno no tuvieron influencia en la altura de planta. Esta mínima diferencia no significativa, hace referencia al comportamiento agronómico similar entre líneas, densidad y dosis; en tanto a líneas promisorias, se evidencia que la línea bellavista fue de mayor tamaño que la línea híbrida, por lo cual esta se categoriza como línea semienana y enana respectivamente.

Los resultados reportados se asemejan a los resultados concluyentes encontrados por Gavilán (2020) quien menciona que, en la altura de planta, no se encontró diferencias significativas en las variedades, en función a la dosis de nitrógeno. Y según La Torre (2023) no se pudo demostrar superioridad estadística en los tratamientos y que el promedio de dosis para un mejor rendimiento es de 160 kg /ha.

Número de macollos/golpe. La línea bellavista a una distancia de 25*25 cm y dosis de 200 kg N/ha, obtuvo mayor número de macollos/golpe con 21.63, seguido de la línea bellavista a una densidad de 30*30 cm y dosis de 160kg N/ha (19.73); mientras que la línea híbrida a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo el más bajo número de macollos con 13.57. En tanto, la densidad de siembra resultó determinante en el número de macollos, mientras que la dosis de nitrógeno no influyó en el número de macollos/golpe. Las marcadas diferencias en el número de macollos/golpe en las líneas promisorias y densidad de siembra, puede ser ocasionado por características genéticas propias de cada línea promisorias, siendo la mejor la línea Bellavista y por distanciamientos cortos (25*25 cm) ya que, siendo una línea mejorada, requiere densidades más densas para macollar y evitar la competencia por malezas, como si ocurre con distancias mayores. Fertilización nitrogenada

fue insignificante, tomando como criterio la dosis de 160 kg N/ha. Evidenciando los resultados encontrados, se pone de manifiesto que estos, son muy similares a los que reporta La Torre (2023) en el sentido que a 160 kg de nitrógeno por hectárea se logra el mejor rendimiento con una productividad de 5,00 toneladas por hectárea.

Días a la floración y días a la cosecha. En cuanto a días a la floración y días a la cosecha se tuvo que la línea híbrida a una distancia de 25*25 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo menos días a la floración (75) y menor días a la cosecha (115); mientras que la Línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha, obtuvo mayores días a la floración (80) y mayores días a la cosecha (120). Estas diferencias en la precocidad de las líneas se deben probablemente a características genéticas de cada línea mejorada, vinculado a las condiciones ambientales locales, que permiten mostrar las características fenotípicas.

Los resultados obtenidos, si es verdad que no hay estudios de manera directa, actuales que refieran a ello, Sánchez (2019) precisa que todo se refleje en el rendimiento, y el que mejor rendimiento donde al comparar variedades INIA 512- Santa Clara y SFL – 011, esta última muestra una mejor respuesta.

Longitud de panícula. Los resultados muestran que la línea Bellavista a diferentes densidades y dosis de fertilización nitrogenada, presento mayor longitud de panícula; variando desde 27.47 hasta 25.67 cm; en cambio la línea híbrida con densidad de 30*30 cm y dosis de 160 kg/ha tuvo el menor tamaño de panícula. Mientras tanto, algo similar ocurre en el factor línea promisorio, donde la línea bellavista tiene mayor longitud de panículas. Estas marcadas diferencias existentes podrían referirse a factores genéticos y fenotípicos de las líneas respecto a un ambiente determinado. Según Sánchez (2019) el tamaño de panícula es de suma importancia ya que permite una mayor cantidad de granos y con ello peso, ello lo demuestra al comparar otras variedades como la SFL – 011 y NINIA 512 – Santa Clara: FSL – 011 tuvo un mejor promedio de longitud y también un mejor rendimiento en peso.

Número de granos/panícula. En cuanto al número de granos/panícula, se determinó que la línea híbrida a un distanciamiento de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, tuvo 321, seguida de la misma línea promisorio a una distancia de 30*30 cm y dosis de 200 kg N/ha, con 318 granos/panícula; por el contrario, la Línea Bellavista a una distancia de 30*30 cm y dosis de 160 kg N/ha, obtuvo el rendimiento más bajo con 276.67 granos/panícula. En base a lo anterior se afirma que, la línea híbrida fue la de mayor grano/panícula. Estas diferencias

pueden atribuirse a caracteres genéticos propios de cada línea; cabe destacar que, si bien es cierto, la línea híbrida tuvo mayor número de grano/panícula, sin embargo, los granos fueron pequeños, mientras que la línea bellavista tuvo menor cantidad de granos/panícula, pero sus granos fueron de mayor tamaño lo cual se vio reflejado en el rendimiento.

Los resultados encontrados se relacionan con los reportes de Sánchez (2019) en sentido que las panículas determinan el rendimiento en peso con el uso de dosis de nitrógeno, mas no así al usar tratamientos naturales como lo demuestran Reyes, et, all (2019) quienes investigaron con dosis orgánicas.

Conclusiones

La densidad de siembra afectó directamente el rendimiento de las líneas promisorias de arroz Bellavista; por su parte, las dosis de fertilización nitrogenada no fueron determinante en el rendimiento de arroz cascara.

La densidad de siembra tiene mayor efecto en el rendimiento de la línea promisoría Bellavista, teniendo como referencia el tratamiento T2, incrementando su rendimiento hasta 28,500 kg/ha, a un distanciamiento de 25*25 cm; mientras que las dosis aplicadas de fertilización nitrogenada no tuvieron efecto resaltante entre ellas.

El factor densidad de siembra afectó negativamente el rendimiento de la línea de arroz híbrido, reduciendo significativamente; por el hecho que esta línea requiere mayor distanciamiento para macollar. Sin embargo, la fertilización nitrogenada se mantuvo constante en este híbrido.

La línea promisoría de arroz Bellavista presentó mejor comportamiento agronómico (rapidez de germinación, longitud de raíz, altura de planta, número de macollos/golpe y longitud de panícula), pero se comportó como especie tardía; en tanto, la línea híbrida presentó menor días a la floración, y días a la cosecha, lo cual le da la caracteriza de especie precoz.

Recomendaciones

Para la región de Amazonas se recomienda la línea promisorio de arroz Bellavista a un distanciamiento de 25*25 cm y a una dosis de fertilización nitrogenada de 200 kg N/ha.

En base a los resultados obtenidos se sugiere replicar bajo las mismas condiciones climáticas de la zona a fin de validar su cultivo a nivel comercial para tener mejor sostenibilidad en las familias productoras de arroz.

Se recomienda evaluar otros parámetros que estén directamente relacionados con el rendimiento productivo de las líneas promisorias de arroz, así como también involucrar en estudios posteriores rangos más amplios de fertilización nitrogenada.

Para próximos experimentos se sugiere considerar estrictamente la época de siembra y el sistema de cultivo, lo cual se vio reflejado la influencia en el comportamiento agronómico de líneas promisorias de arroz.

Referencias bibliográficas

- Adama. (2023). Manejo Integrado del Cultivo de Arroz. Lambayeque. Perú.
<https://www.adama.com/peru/es/blog/manejo-integrado-del-cultivo-de-arroz>
- Andrada y Hurtado. (2007). Cultivo de arroz. E.E. Boliche, INIAP. EC. 200 p.
Investigaciones Agropecuarias. E.E. Boliche. Manual No. 66. Guayaquil, Ecuador.
11 p.
- Bruzzone. (2007). “Informe Anual – Red de Investigación de Arroz”. Tarapoto – Perú. 15
Págs.
- Castillo. (2016). Estudio de tres distanciamientos de siembra y tres niveles de nitrógeno en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), variedad Tinajones en el valle de San Lorenzo. Piura.
- CIAT. (2005). Morfología de la planta de arroz. Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, CO. p 16.
- DEVIDA. (2016). Guía del cultivo de arroz. Gerencia de desarrollo económico local. Primera edición. Satipo, Junín. Perú.
- Dirección General de Información Agraria -DGIA. (2019). Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura. Lima. Perú.
- Dirección General de Investigación Agraria. (2005). Programa de Investigaciones en Arroz – INIA 507 Págs. 1-5.
- FAO (Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación). (2001). Preocupación Sobre Las Técnicas Actuales De Producción De Arroz. Comisión Internacional Del Arroz. (En Línea). Consultado 14 De junio. 2002.
- Flores. (2017). Efecto de cuatro niveles de nitrógeno, en tres densidades de siembra directa al voleo del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) cv INIA 507 la conquista, bajo riego en la provincia de Tocache san Martín. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Facultad De Agronomía. Departamento Académico de Ciencias Agrarias. Tingo María – Perú.

- García. (2000). Incidencia de las prácticas culturales en la arquitectura de la planta de arroz. Arroz. Bogotá, Colombia. Vol. 41 No. (377) p.12-17.
- Gavilán Puentes, S. E. (2020). Efecto de diferentes niveles de fertilización nitrogenada en dos variedades de arroz (*Oryza sativa L.*), bajo riego en la zona de Jaén, Cajamarca. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4362/UNU_Agronomia_2020_Tesis_Silvio-Gavilan.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gonzales. (2010). El cultivo de arroz. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Gonzales y Zamorano. (2009). El cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*).
- HCPO – ECORAE. (2002). Folleto, Producción y Fomento Sustentable de Arroz.
- Hernandez et. al. (1997). Metodología de la investigación. Mexico: Mc GRAW - HILL Interamericana de México, S.A.
- Huamán. (2011). Módulo 1 " Fuentes de información. Centro de gestión de conocimiento. OPS/OMS. Lima- Perú.
- Hotelling. (1993). Análisis de un complejo de variables estadísticas en componentes principales. Revista de psicología educativa. 24:417-441.
- Infoagro. 2021. El Cultivo del Arroz. (En línea). Consultada el 02 de junio 2010.
- INIA. (2005). Nuevo cultivar de arroz de grano corto. Agricultura Técnica (Chile)
- Instituto de Investigaciones del Arroz. 2001. Instructivo Técnico del Arroz. Segunda edición.
- Jennings. (1995). Mejoramiento del arroz. Arroz: investigación y Producción. Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz dictado por el CIAT, Cali, Colombia.
- La Torre Marín, V. M. (2023). Efecto del Nivel de Fertilización Nitrogenada en la Producción de Arroz (*Oryza Sativa L.*) Variedad “La Esperanza” Bajo Riego En Un Entisol Del Distrito De Nueva Requena-Región Ucayali. Ucayalli: Universidad Nacional de Ucayalli.
- MAG-FOR. (2022). Agricultura y Desarrollo. Pro rural en ciclo agrícola 2005/2006. Dirección General de Políticas Agropecuarias y Forestales. Nicaragua. N° (67). 16 p.

- MINAG-DGCA-DIA. (2009). Cartilla N°4: Condiciones agroclimáticas cultivo del arroz (en línea).
- MISTI. (2008). Fertilizantes empleados en el cultivo de arroz. En línea.
- Montoya, E.C. (1997). Estudio de muestreo probabilístico para estimar la infestación causada por la broca del café. Colombia: Cenicafe.
- Mujica, A., & Jacobsen, S. E. (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. *Botanica económica de los Andes Centrales*, 32, 449-457.
- Palacios. (2004). INIAP Folleto, cultivos de Arroz.
- Peña, L. R.; R. Peñá y F. Cruz. 2018. La problemática de la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada y su efecto.
- Pérez, J., & Merino, M. (2021). Definición de guía de observación. Definición: <https://definicion.de/guia-de-observacion/>
- Pérez, J. (2020). Influencia de la fertilización nitrogenada aplicada al cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), en el cantón Pueblo Viejo. Los Ríos: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Rodríguez. (2013). Efecto de la aplicación de siete niveles de extracto de algas marinas sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*). Universidad De Guayaquil. Facultad De Ciencias Agrarias. Guayaquil. Ecuador.
- Rodríguez *et al.*, (2002). Respuesta de las variedades de arroz “Fonaiap 1” y “Cimarrón” a dos densidades de siembra y dos dosis de nitrógeno. *Bioagro* 14(2):105-112.
- Rosero. (2003). Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. 2da ed. Colombia. Pág. 10 – 21.
- Saavedra. (2009). Estudio comparativo de diez líneas promisorias y dos variedades de arroz (*Oryza sativa L.*) para condiciones de secano en cárdenas, Rivas. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía departamento de Producción Vegetal. Managua. Nicaragua.
- Sánchez, S. (2019). Evaluación agronómica de las variedades de arroz (*Oryza sativa L.*) SFL - 011 e INIA 512 - Santa Clara en condiciones de riego. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

- Reyes, J., Pérez, M., Sariol, D., Enríquez, E., Bermeo, C., & Llerena, L. (2019). Respuesta agroproductiva del arroz var. INCA LP-7 a la aplicación de estiércol vacuno.
- Trama, Rizo-Patrón y McCoy. (2008). El cultivo de arroz bajo riego y las aves playeras migratorias en Perú y Costa Rica. 13p.
- Valladares. (2010). Clasificación sistemática de los cultivos. 125p.edades de plántula y dosis de nitrógeno. Tesis. Ing. Agrónomo. U.N.P. 100 p.

ANEXOS

Anexo N° 1

Instrumentos de recolección de datos: Guía de observación

Bloque	Tratamiento	Variables complementarias: Parametros agronomicos									Rendimiento (peso de campo)		Var. Densid	Dosis	% Humedad de campo	Rendimiento (ajustado 12% humedad)		Rendimiento en calidad molinera (kg/ha)				
		Días a la germinación	Long. Raiz	Altura de planta		N° macollos/golpe		Días a la floración	Días a la cosecha	Tamaño de espiga (cm)	N° granos/espiga	Rendimiento (kg/m ²) de líneas arroz				Rendimiento (kg/ha) de líneas arroz	Rendimiento arroz en cascara (kg/m ²)	Rendimiento arroz en cascara (kg/ha)	Rendimiento molineria	Grano entero	Grano quebrado	Pajilla y Polvillo
				30 días	60 días	30 días	90 días															
I	T7																					
	T1																					
	T3																					
	T5																					
	T6																					
	T4																					
	T2																					
II	T4																					
	T2																					
	T8																					
	T6																					
	T3																					
	T5																					
	T7																					
III	T1																					
	T5																					
	T7																					
	T3																					
	T1																					
	T8																					
	T6																					
T2																						
T4																						

Anexo N° 2

Validez del instrumento y Confiabilidad

EVALUACIÓN DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Yo **Fortunato Pérez Mera**, con D.N.I. N°33673986, de profesión **Ingeniero Agrónomo**, desempeñándome como **Profesional en agricultura**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con el fin de validación del instrumento “**Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz *Oryza sativa L.* en INIA-Huarangopampa, 2022.**”, perteneciente al Bach. Esteban Vega Terrones.

Luego de Revisar el instrumento, puedo brindar las siguientes apreciaciones:

CRITERIO: MA= 5 A= 4 PA=3 I=2

N°	CRITERIO	MUY ADECUADO	ADECUADO	POCO ADECUADO	INADECUADO
1	Congruencia de ítems	X			
2	Aptitud de contenido		X		
3	Redacción de ítems	X			
4	Metodología	X			
5	Pertinencia	X			
6	Coherencia	X			
7	Organización	X			
8	Objetividad	X			
9	Claridad	X			
TOTAL					

Calificación: MA (37-45) A (28-36) PA (19-27) I (0-18)

MUY ADECUADO (X)	ADECUADO ()
POCO ADECUADO ()	INADECUADO ()

Conclusión: El instrumento es: Muy adecuado

En señal de conformidad firmo la presente, en la ciudad de Bagua Grande a los 04 días del mes de abril del 2023.


FORTUNATO PEREZ MERA
INGENIERO AGRONOMO
CIP. 105632

EVALUACIÓN DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Yo **Alcides Llique Ventura**, con D.N.I. N° 33592683, de profesión **Ingeniero Agrónomo**, desempeñándome como **Profesional en agricultura**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con el fin de validación del instrumento “**Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz *Oryza sativa* L. en INIA-Huarangopampa-2022.**”, perteneciente al Bach. Esteban Vega Terrones.

Luego de Revisar el instrumento, puedo brindar las siguientes apreciaciones:

CRITERIO: MA= 5 A= 4 PA=3 I=2

N°	CRITERIO	MUY ADECUADO	ADECUADO	POCO ADECUADO	INADECUADO
1	Congruencia de ítems	X			
2	Aptitud de contenido		X		
3	Redacción de ítems	X			
4	Metodología	X			
5	Pertinencia	X			
6	Coherencia	X			
7	Organización	X			
8	Objetividad	X			
9	Claridad	X			
TOTAL					

Calificación: MA (37-45) A (28-36) PA (19-27) I (0-18)

MUY ADECUADO (X)	ADECUADO ()
POCO ADECUADO ()	INADECUADO ()

Conclusión: El instrumento es: Muy adecuado

En señal de conformidad firmo la presente, en la ciudad de Bagua Grande a los 03 días del mes de abril del 2023.



Ing. Alcides Llique Ventura

**DNI 33592683
CIP 33497**

CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	3	100,0
Casos Excluidos ^a	0	,0
Total	3	100,0

- a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,811	8

Anexo N° 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

AUTOR: Esteban Vega

MATRIZ DE CONSISTENCIA		
1. TÍTULO	4. VARIABLE DE ESTUDIO	8. INSTRUMENTOS
“Efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en INIA- Huarangopampa, 2022.”	a. Variable independiente	Para el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes instrumentos
	Factor A: Líneas promisorias de arroz (Bellavista e Híbrido)	
	Factor B: Densidad de siembra (25*25 cm y 30*30 cm)	
Factor C: Fertilización nitrogenada (160 y 200 kg N/ha)		
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	b. Variable dependiente	
¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en INIA- Huarangopampa, 2022?	Rendimiento de líneas promisorias de arroz	Guía de observación
	Variables complementarias	Tablas de escalas numéricas
3. OBJETIVOS	Parámetros agronómicos de las líneas promisorias de arroz (Altura de planta, longitud de raíz, número de macollos/golpe, días a la floración, días a la cosecha, longitud de panícula y número de granos/panícula).	Fórmulas bibliográficas
		Conteo manual
		Tablas de mediciones

3.1. Objetivo General	5. HIPÓTESIS GENERAL	9. ANÁLISIS DE DATOS
Evaluar el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) en INIA- Huarangopampa, 2022.	Al menos una de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada tiene efecto significativamente en el rendimiento de dos líneas promisorias de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) en INIA- Huarangopampa - 2022	Para el análisis de los datos se utilizó el cuadro ANVA y para las comparaciones múltiples se empleó la prueba de TUCKEY con un 95 % de confianza. Los datos se procesaron en el programa Microsoft Office Excel 2017 y el SPS-2018.
3.2 Objetivos Específicos	6.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	Modelo estadístico aplicado
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de la línea promisorio de arroz Bellavista. 	El diseño de investigación empleado fue un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo trifactorial (23=2A*2B*2C) con 3 bloques y 8 tratamientos, correspondientes a 24 parcelas experimentales de 18 m2 de área cada una.	El modelo aditivo lineal para un diseño bloques completo al azar (DBCA) con arreglo trifactorial es el siguiente:
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el efecto de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en el rendimiento de la línea promisorio de arroz Híbrido. 	7. POBLACIÓN Y MUESTRA	$Y_{ijkm} = \mu + R_m + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkm}$ <p>Donde: Y_{ijkm} = Rendimiento de arroz en kg con i- esima líneas promisorias, j- esima densidad de siembra y k- esima fertilización nitrogenada experimentado en el m- eximo bloque.</p>
	7.1. Población	

<ul style="list-style-type: none"> • Comparar el rendimiento entre las dos líneas promisorias de arroz. 	<p>La población total estuvo constituida por 1952 golpes, en la cual se sembró 4 plantas/golpe, lo que significa que se tendrá un total de 7808 plantas de arroz de las líneas Bellavista e Híbrido.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar parámetros agronómicos de las líneas promisorias de arroz (Días a la germinación, Longitud de raíz, Altura de planta, número de macollos/golpe, días a la floración, días a la cosecha, tamaño de espiga, y número de granos/espiga). 		
<ul style="list-style-type: none"> • Calcular dosis óptimas de fertilización nitrogenada para incrementar el rendimiento en las dos líneas promisorias de arroz. 	<p>7.2. Muestra</p> <p>La muestra del presente trabajo está conformada por 1m2 de área por tratamiento, obteniendo un total de 367 plantas de arroz de línea Bellavista e Híbrido.</p>	<p>U= Media general.</p> <p>R_m = Efecto del bloque</p> <p>α_i= Efecto de la i- exima líneas promisorias de arroz.</p> <p>β_j= Efecto de la j-exima densidad de siembra.</p> <p>k= Efecto de la k-exima fertilización nitrogenada</p> <p>ikm= Efecto de la interacción de los factores</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la densidad de siembra óptima para el cultivo de las líneas promisorias de arroz. 		<p>E ijk= Error experimental</p>

Anexo N° 4
Evidencias



Fotografía 1. Preparación del terreno



Fotografía 2. Siembra en cama almaciguera



Fotografía 3. Control de malezas en almacigo



Fotografía 4. Fertilización del cultivo en almacigo



Fotografía 5. Demarcación del terreno y construcción de bordos



Fotografía 6. Trasplante



Fotografía 7. Fertilización



Fotografía 8. Control de malezas



Fotografía 9. Control fitosanitario



Fotografía 10. Medición de parámetros agronómicos



Fotografía 11. Etiquetado de unidades experimentales



Fotografía 12. Cosecha (siega)



Fotografía 13. Trilla



Fotografía 14. Pesado de arroz en casca