



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).  
Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



Obra publicada con autorización del autor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Efecto de densidades en la productividad de dos variedades de arroz bajo el sistema de siembra directa, en la estación experimental El Porvenir - INIA -**

**Juan Guerra**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo**

**AUTOR:**

Maribel Medina Bustamante

**ASESOR:**

Ing. M.Sc. César Enrique Chappa Santa María

**Tarapoto – Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO****FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS****ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**Efecto de densidades en la productividad de dos variedades de arroz bajo el sistema de siembra directa, en la estación experimental El Porvenir - Inia -**

**Juan Guerra**

**AUTOR:**

**Maribel Medina Bustamante**

**Sustentada y aprobada el día 8 de agosto del 2019 ante el honorable jurado:**

.....  
Dr. Agustín Cerna Mendoza

**Presidente**

.....  
Ing. Msc. Tedy Castillo Díaz

**Secretario**

.....  
Ing. Eybis José Flores García

**Vocal**

.....  
Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa María

**Asesor**

### Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Maribel Medina Bustamante**, egresada de la Facultad de **Ciencias Agrarias de la Escuela profesional de Agronomía**, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto con la tesis titulada **“Efectos de densidades en la productividad de dos variedades de arroz bajo el sistema de siembra directa en la estación experimental El Porvenir - INIA”**.

**Declaro bajo juramento que:**

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndose a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 26 de octubre del 2020.



.....  
**Maribel Medina Bustamante**  
**DNI N° 71256180**



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: Medina Bustamante Maribel	
Código de alumno : 71256180	Teléfono: 939104745
Correo electrónico : Mari0395@outlook.com	DNI: 71256180

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: Ciencias Agrarias
Escuela Profesional de: Agronomía

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título : Efecto de densidades en la productividad de dos variedades de arroz bajo el sistema de siembra directa, en la estación experimental el porvenir INIA - Juan Guerra.
Año de publicación:

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

### 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.

  
  
 .....  
 Firma del Autor

### 8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

08 / 04 / 2022

  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
 Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología  
 e Innovación de Acceso Abierto - UNSM.  
  
 .....  
 Ing. Grecia Vanessa Fachin Ruiz  
 Responsable

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

.....

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios padre todo poderoso por brindarme la vida y la salud para poder lograr este gran objetivo en mi vida.

A mis padres Antonio y Consuelo, mis hermanos y demás familiares quienes han sido el pilar fundamental en mi formación personal y profesional, también son quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un momento en mi inteligencia y capacidad.

## Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios, por ser quien me dio la vida y me ha llenado de bendiciones durante todo este proceso

A mis padres Antonio y Consuelo, y a mis hermanos, un agradecimiento eterno por el apoyo incondicional que me brindaron en cada momento de mi vida, ya que sin el apoyo de ellos no hubiera sido posible culminar mi carrera

De manera especial a mi asesor Ing. M.Sc. César Enrique Chappa Santa María y co-asesores Edson Esmith Torres Chávez, Ing. Roger Cabrera Carranza quienes con sus conocimientos y apoyo incondicional guiaron el desarrollo de este trabajo.

A mis jurados el Doctor Agustín Cerna Mendoza, el Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz y al Ing. Eybis José Flores García por las observaciones pertinentes.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron a crecer como persona y como profesional.



## Índice

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
1.1. Fundamento teórico científico	3
1.1.1. Cultivo de arroz	3
1.1.2. Variedad INIA 509 – La Esperanza	11
1.1.3. Variedad bellavista (CT 19483-6-2-1-2-EP3)	12
1.1.4. Sistemas de cultivo de arroz	13
1.1.5. Siembra directa	14
1.1.6. Densidad de siembra en arroz	14
1.1.7. Calidad molinera	15
1.2. Antecedentes	17
<b>CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
2.1. Tipo de método de investigación	19
2.1.1. Tipo de investigación	19
2.1.2. Nivel de investigación	19
2.2. Diseño de investigación	19
2.3. Población y muestra	19
2.3.1 Población	19
2.3.2. Muestra	19
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	19
2.4.1. Fuente primaria	19
2.4.2. Fuentes secundarias	19
2.4.3. Ubicación del campo experimental	20
2.4.4. Condiciones Ecológicas	20
2.4.5. Historia de campo experimental	20
2.4.6. Croquis del campo experimental	21
2.4.7. Metodología	23

2.4.7.1. Desarrollo del experimento	23
2.5. Componentes de estudio	28
2.5.1. Material vegetativo	28
2.5.2. Variables evaluadas	28
2.6. Técnicas de procedimiento y análisis de datos	35
2.6.1. Modelo matemático del diseño estadístico experimental DBCA	35
2.6.2. Modelo matemático del Rango Múltiple DUNCAN	36
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
3.1. Número de macollos por m <sup>2</sup>	37
3.2. Virus de hoja blanca (VHB)	39
3.3. Altura de planta (cm)	40
3.4. Días al 50% de floración	43
3.5. Número de panojas por m <sup>2</sup>	45
3.6. Incidencia de <i>Burkholderia glumae</i> (%)	47
3.7. Período vegetativo	49
3.8. Rendimiento con 14% de humedad	51
3.9. Longitud de panícula	53
3.10. Número de granos por panícula	55
3.11. Porcentaje de fertilidad de espiguillas	57
3.12. Peso de 1000 granos	59
3.13. Incidencia de <i>Pyricularia</i> en Grados/hoja y panícula	61
3.14. Manchado del grano, incidencia por <i>Helminthosporium</i> en hoja, <i>Rynchosporium</i> en grados/lesiones apicales	62
3.15. Análisis económico	63
3.16. Calidad molinera	64
<b>CONCLUSIONES</b>	66
<b>RECOMENDACIONES</b>	67
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	68
<b>ANEXOS</b>	74

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Datos meteorológicos reportados por (Senamhi, 2018):	20
Tabla 2. Tratamientos en estudio	22
Tabla 3. Análisis físico químico del suelo	23
Tabla 4. Calificación de los estados fenológicos de la planta de arroz	29
Tabla 5. Escala para determinar el número de macollos	30
Tabla 6. Escala para determinar la altura de la planta	30
Tabla 7. Escala de <i>Pyricularia</i> en la hoja (BI).	32
Tabla 8. Escala de <i>Pyricularia</i> en el cuello de la panícula (BI).	33
Tabla 9. Escala para evaluar incidencia del virus de hoja blanca	33
Tabla 10. Escala para evaluar incidencia de <i>Helminthosporiosis</i>	34
Tabla 11. Escala para evaluar incidencia del Escaldado de la hoja	34
Tabla 12. Escala para evaluar incidencia del Escaldado de la hoja	35
Tabla 13. ANVA para el número de macollos por m <sup>2</sup> (transformado Vx)	37
Tabla 14. Prueba de Rangos múltiples de Duncan (P<0,05) para los promedios del número de macollos por m <sup>2</sup> respecto al FA: Variedad	37
Tabla 15. ANVA para virus de hoja blanca (VHB) (%)	39
Tabla 16. Prueba de Rangos múltiples de Duncan (P<0,05) para promedios de virus de hoja blanca (VHB) (%) respecto al FA: Variedad.	40
Tabla 17. Prueba de Rangos múltiples de Duncan (P<0,05) para promedios de virus de hoja blanca (VHB) (%) respecto al FB: Densidad	40
Tabla 18. ANVA para altura de planta (m)	41
Tabla 19. Prueba de Rangos múltiples de Duncan (P<0,05) para promedios de la altura de planta (m) respecto al FB: Densidad	42
Tabla 20. ANVA para días al 50% de floración	43
Tabla 21. ANVA para número de panojas por m <sup>2</sup> (transformado Vx)	45
Tabla 22. Prueba de Rangos múltiples de Duncan (P<0,05) para promedios de número de panojas por m <sup>2</sup> respecto al FA: Variedad	45
Tabla 23. ANVA para la incidencia de <i>Burkholderia glumae</i> (%) (transformado Vx)	47

Tabla 24. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) para promedios de incidencia de <i>Burkholderia glumae</i> (%) respecto al FB: Densidad	48
Tabla 25. ANVA para el período vegetativo (días)	49
Tabla 26. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) para promedios del período vegetativo (días) respecto al FB: Densidad	50
Tabla 27. ANVA para el rendimiento con 14% de humedad	51
Tabla 28. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) para promedios del rendimiento con 14% de humedad respecto al FB: Densidad	52
Tabla 29. ANVA para longitud de panícula (cm)	53
Tabla 30. ANVA para el número de granos por panícula (transformado $V_x$ )	55
Tabla 31. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) para promedios del número de granos por panícula respecto al FB: Densidad	56
Tabla 32. ANVA para el porcentaje de fertilidad de espiguillas (transformado $V_x$ )	57
Tabla 33. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) para promedios del porcentaje de fertilidad de espiguillas respecto al FB: Densidad	58
Tabla 34. ANVA para el Peso de 1000 granos (g)	59
Tabla 35. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) para promedios del Peso de 1000 granos (g) respecto al FA: Variedad	59
Tabla 36. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P<0,05$ ) para promedios del Peso de 1000 granos (g) respecto al FB: Densidad	60
Tabla 37. Costos de producción y la relación Beneficio/Costo por tratamiento	63

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Tratamiento compuesto por unidades experimentales	21
Figura 2. Realización de fangueo utilizando (motocultor mecánico)	24
Figura 3. Demarcación y trazado del diseño en campo	24
Figura 4. Boleo de la semilla cuando el agua está en reposo	25
Figura 5. Aplicación de post-emergente Bispiribac Sodium + Betsulfuron	25
Figura 6. Deshierbo de bordos y de las parcelas	26
Figura 7. Evaluación de plagas con el pase de jamo	27
Figura 8. a. Aplicación de insecticida, b. aplicación de insecticida y fungicida	28
Figura 9. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios del número de macollos por m <sup>2</sup> respecto al FB: Densidad	38
Figura 10. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la altura de planta (m) respecto al FA: Variedad	41
Figura 11. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de los días al 50% de floración respecto al FA: Variedad	44
Figura 12. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de los días al 50% de floración respecto al FB: Densidad	44
Figura 13. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de número de panojas por m <sup>2</sup> respecto al FB: Densidad	46
Figura 14. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de incidencia de <i>Burkholderia glumae</i> (%) respecto al FA: Variedad	48
Figura 15. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de periodo vegetativo respecto al FA: Variedad	49
Figura 16. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del rendimiento con 14% de humedad respecto al FA: Variedad	51
Figura 17. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la longitud de panícula (cm) respecto al FA: Variedad	53
Figura 18. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la longitud de panícula (cm) respecto al FB: Densidad	54

Figura 19. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del número de granos por panícula respecto al FA: Variedad	55
Figura 20. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del porcentaje de fertilidad de espiguillas respecto al FA: Variedad	58
Figura 21. Promedios de la Incidencia de <i>Pyricularia</i> en Grados/hoja y panícula por tratamiento	61
Figura 22. Promedios del Manchado del grano, <i>Helminthosporium</i> en hoja, <i>Rynchosporium</i> en grados/lesiones apicales por tratamiento	62
Figura 23. Promedios de la calidad molinera en las dos variedades	64

## Resumen

El arroz *Oryza sativa* L., es uno de los cultivos de mayor expansión dentro de la región San Martín, por ser de alta demanda y fuente generadora de empleo. La investigación tuvo como objetivo determinar las densidades de semilla ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) óptimas, en dos variedades de arroz que permitan obtener mejores rendimientos y calidad de grano bajo el sistema de siembra directa, puesto en investigación dentro de cinco (5) densidades de semilla de arroz *Oryza sativa* L., evaluando el rendimiento y la calidad en las variedades INIA-509 la Esperanza y Bellavista, a la vez se realizó el comparativo del rendimiento de grano de las dos variedades, realizando el respectivo análisis económico de cada tratamiento. El estudio se llevó a cabo en la región San Martín distrito de Juan Guerra donde se ubica la estación experimental El Porvenir INIA, con una Latitud oeste  $76^{\circ} 21' 15''$ , latitud sur  $06^{\circ} 36' 15''$ , altitud 320 m.s.n.m.m., se utilizó el diseño de bloques completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 2 (variedades) x 5 (dosis de semillas) y cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos indican que la mejor cantidad de semilla es de  $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  alcanzando un número de panojas por  $\text{m}^2$  de 315.06 panojas, la variedad Bellavista es la que presentó el mayor porcentaje 0.42 % de incidencia de *Burkholderia glumae*, rendimiento con 14% de humedad donde la variedad Bellavista alcanza en promedio  $7,42 \text{ t.ha}^{-1}$  y la Esperanza  $6,97 \text{ t.ha}^{-1}$ . En cuanto a la relación beneficio costo fue de 1.38 nuevos soles.

**Palabras clave:** INIA 509 – La Esperanza, Bellavista, variedades, densidad, hectárea

## Abstract

The rice *Oryza sativa* L. is one of the crops with greater expansion within the San Martín region, because of its high demand and source of employment. The research aimed to determine the optimal seed densities ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), in two varieties of rice that allow obtaining better yields and grain quality under the direct sowing system, for which five (5) densities of *Oryza sativa* L. were tested. The yield and quality in the varieties INIA-509 la Esperanza and Bellavista were evaluated, and at the same time a comparison of the grain yield of the two varieties was made, making the respective economic analysis for each treatment. The study was carried out in the San Martín region, district of Juan Guerra, in the station El Porvenir INIA, with a west longitude  $76^{\circ} 21' 15''$ , south latitude  $06^{\circ} 36' 15''$ , and an altitude of 320 m.a.s.l. The completely randomized block design (DBCA) was used, with a factorial arrangement of 2 (varieties) x 5 (seed dosage) and four replicates. The obtained results indicate that the best amount of seed is  $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  reaching a number of 315.06 panicles per  $\text{m}^2$ , the variety Bellavista is the one that presented the greater percentage 0.42 % of incidence of *Burkholderia glumae*, yield with 14% of humidity where the variety Bellavista reaches in average  $7.42 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  and the Hope  $6.97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . As for the benefit-cost ratio, it was 1.38 nuevos soles. In terms of yield with 14% humidity, the Bellavista variety reaches an average of  $7.42 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  and the Esperanza  $6.97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . As for the benefit-cost ratio, it was 1.38 nuevos soles.

**Key words:** INIA 509 - La Esperanza, Bellavista, varieties, density, hectare





## Introducción

El arroz es uno de los cereales más importantes del mundo, se encuentra entre los tres cultivos de mayor demanda alimenticia, siendo su producción mundial de 503,8 millones de toneladas según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016), y cerca de tres mil millones de personas tiene como alimento al arroz, actualmente se cultiva en 118 países; además de su importancia como alimento, la producción de arroz proporciona empleo a una gran parte de la población rural del mundo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016).

En las áreas arroceras del trópico, en América del Sur, el sistema de siembra dominante del arroz, es la siembra directa. En el Perú, por la carencia de mano de obra, mayor costo de producción y el incremento de áreas de siembra, se registra un cambio del sistema de trasplante al sistema de siembra directa. En las áreas arroceras de Piura, Alto mayo y Huallaga central, muchos agricultores practican el sistema de siembra directa (Heros, 2013).

El arroz es el principal cultivo en la Región San Martín y tiene importancia social y económica para las familias de nuestra región. Se siembran alrededor de 90 mil hectáreas al año, siendo uno de los principales problemas en el manejo del cultivo en siembra directa, la elevada cantidad de semillas que se usa, provocando competencia entre golpes lo que repercute en reducir el tamaño de panícula, y a su vez genera un microclima que favorece a factores bióticos: insectos, enfermedades. y otros como el acáme que no permite alcanzar el potencial de rendimiento del cultivar. Existen varios factores que, actúan juntos o en forma independiente, e interfieren para alcanzar el potencial del rendimiento. Se puede indicar a la cantidad de semilla utilizada, la fertilización, la preparación de suelos, el control de malezas, las plagas y las pérdidas durante la cosecha (Acevedo *et al.*, 2012).

En el trabajo de investigación, se evaluaron 5 densidades de semillas de 2 variedades de arroz (INIA-509) La Esperanza y Bellavista; con la finalidad de determinar la densidad óptima de semilla, contribuyendo de esta manera a la sostenibilidad del cultivo en beneficio de los pequeños arroceros de nuestra región que permita obtener altos rendimientos en el cultivo de arroz, en la provincia de San Martín..

Uno de los principales problemas que tiene el cultivo de arroz son los bajos rendimientos de arroz en cáscara por hectárea, la deficiente calidad del grano, el escaso uso y cantidad de semilla certificada original y confiable en la siembra y el inadecuado uso de fertilizantes orgánicos, fertilizantes inorgánicos y otros insumos químicos (Insecticidas, fungicidas y herbicidas) en los campos de cultivo.

El cultivar INIA-509 “La Esperanza” es una de las tres variedades que más se siembran en la región San Martín y que cuenta con autorización del Ministerio de Agricultura y Riego para su reproducción como semilla certificada, de ahí el esfuerzo que viene realizando permanentemente el INIA en la Estación Experimental “El Porvenir” en el mejoramiento genético, control de plagas y enfermedades, manejo agronómico y dentro de esto la definición de la cantidad de semilla adecuada para su producción bajo riego y en campo definitivo, de ahí la importancia de buscar mediante la investigación densidades óptimas de semillas de arroz *Oryza sativa* L., adecuadas, en sistema de siembra directa que permita obtener los mejores rendimientos y mejor calidad de grano en las variedades INIA-509 La Esperanza y Bellavista.

En la investigación se planteó lo siguiente:

#### Objetivo general

Determinar las densidades de semilla ( $\text{Kg. ha}^{-1}$ ) óptimas, en dos variedades de arroz que permitan obtener mejores rendimientos y calidad de grano bajo el sistema de siembra directa en la Estación Experimental El Porvenir- INIA- Juan Guerra.

#### Objetivos específicos

Determinar el efecto de cinco (5) densidades de semilla de arroz *Oryza sativa* L., sobre el rendimiento y la calidad en las variedades INIA-509 La Esperanza y Bellavista.

Realizar un análisis económico de todos los tratamientos estudiados.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Fundamento teórico científico

#### 1.1.1. Cultivo del arroz

##### a. Origen

En el mundo existen dos especies de arroz que se cultivan, *Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* Steud. Sin embargo, la primera variedad es la que ha tenido una mayor distribución en el mundo, ya que la segunda variedad se encuentra únicamente en el oeste de África. Aunque hay diferencias sobre el centro de origen del arroz, la mayoría de autores sostienen que el mismo corresponde al sur de la India, y que su propagación inició desde el sureste asiático a (China Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2008).

##### b. Importancia del arroz

El arroz es uno de los alimentos más importantes para más de la mitad de la población del mundo que lo consume por lo menos una vez al día y constituye el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el pacífico, nueve países de América del Norte y Sur y ocho países de África; y además este cereal proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo, en tanto que el trigo suministra el 19 % y el maíz el 5% (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2004).

##### c. Morfología de la planta de arroz

Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical (2005), manifiesta que el arroz es una gramínea anual, de tallos redondos y huecos compuestos por nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El tamaño de la planta varía de 0.4m (enanas) hasta más de 7.0 m (flotantes). Para efectos de esta descripción los Órganos de la planta de arroz se han clasificado en dos grupos:

- Órganos vegetativos: raíces, tallos y hojas.
- Órganos reproductores: flores y semillas.

## - Órganos vegetativos

### **Raíz**

La raíz primaria no desempeña una función nutritiva, sino esencialmente de anclaje al terreno, las raíces embrionarias degeneran rápidamente y son sustituidas por coronas de raíces que, posteriormente, se forman en cada nudo situado en la base del tallo. Después y progresivamente las raíces se desarrollan en cada tallo formado durante el ahijamiento y a menudo también en los nudos más elevados, como en el caso de trasplante Carreres (1989) citado por Torres (2013).

### **Tallo**

El tallo está formado por la alternación de nudos y entrenudos. En el nudo o región nodal se forman una hoja y una yema, esta última puede desarrollarse y formar una macolla. La yema se encuentra entre el nudo y la base de la vaina de la hoja. El septo es la parte interna del nudo que separa los dos entrenudos adyacentes. El entrenudo maduro es hueco, finamente estriado. Su superficie exterior carece de vello, y su brillo y color dependen de la variedad. La longitud del entrenudo varía siendo mayor la de los entrenudos de la parte más alta del tallo. Los entrenudos, en la base del tallo, son cortos y se van endureciendo, hasta formar una sección sólida. La altura de la planta de arroz es una función de la longitud y número de los entrenudos, tanto la longitud como el número de los entrenudos, son caracteres varietales definidos, el medio ambiente, puede variarlos, pero en condiciones semejantes tienen valores constantes (CIAT, 2005).

### **Hoja**

Las hojas de la planta de arroz se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de las macollas se denomina prófalo, no tiene lámina y están constituido por dos brácteas aquilladas. Los bordes del prófalo aseguran por el dorso las macollas jóvenes a la original. En cada nudo se desarrolla una hoja, la superior debajo de la panícula es la hoja bandera. En una hoja completa se distinguen las siguientes partes: la vaina, el cuello y la lámina. La vaina, cuya base se encuentra en un nudo, envuelve el entrenudo inmediatamente superior y en algunos casos hasta el nudo siguiente. La

vaina, dividida desde su base, esta finamente surcada y es generalmente glabra. Puede tener pigmentos antocianinas en la base o en toda su superficie (CIAT 2005).

## **- Órganos reproductores**

### **Las flores**

Las flores de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula. La panícula esta situada sobre el nudo apical del tallo, denominado nudo ciliar, cuello o base de la panícula; frecuentemente tiene la forma de un aro ciliado. El nudo ciliar o base de la panícula generalmente carece de hojas y yemas, pero allí pueden originarse la primera o las cuatro primeras ramificaciones de la panícula, y se toma como punto de referencia para medir la longitud del tallo y la de la panícula. El entrenudo superior del tallo en cuyo extremo se encuentra la panícula se denomina pedúnculo. Su longitud varía considerablemente según la variedad de arroz; en algunas variedades puede extenderse más allá de la hoja bandera o quedar encerrada en la vaina de ésta. El raquis o eje principal de la panícula es hueco, de sus nudos nacen las ramificaciones (CIAT, 2005).

Las protuberancias en la base del raquis se denominan pulvínulos paniculares. Los lemas estériles envuelven la flor por debajo de la raquilla. La raquilla es el eje que sostiene la flor. Las brácteas llamadas glumas florales o fértiles o simplemente glumas son: la lemma, que tiene forma de bote con cinco nervios, y la palea, con tres nervios, que ocupa la posición opuesta. Estas brácteas superiores posteriormente formaran la cáscara de la semilla. El nervio central de la lemma, quilla de la lemma, puede ser liso o pubescente. La flor consta de seis estambres y un pistilo. Los estambres son filamentos delgados que sostienen las anteras alargadas y bífidas, las cuales contienen los granos de polen (CIAT, 2005).

### **La Semilla**

Según Vergara (1985), señala que las semillas varían en su tamaño, color y el largo de la arista; la gluma es la cubierta dura de la semilla. El endospermo está compuesto de almidón, azúcar, proteínas y grasas, es donde se almacenan los alimentos del embrión alrededor del 80% del endospermo es almidón, el alimento necesario para la germinación de la semilla está en el endospermo, el embrión se

transformará en brote y raíces, a este desarrollo se le denomina germinación de la semilla.

Tascón (1982), indica que las semillas de arroz sin latencia pueden germinar inmediatamente después de la maduración. Las semillas con latencia están en periodo de reposo, por un periodo más o menos largo. Este puede romperse artificialmente descascarándolas o sometiéndolas a tratamientos especiales para que puedan germinar.

#### **d. Fases fisiológicas del proceso de crecimiento**

El ciclo completo de vida de las plantas de arroz se divide en tres fases:

**La fase vegetativa:** Por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Y comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral (Arguello, 2013).

**La fase reproductiva:** Incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días (Arguello, 2013).

**La fase de maduración:** Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano, aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables (Arguello, 2013).

#### **e. Requerimientos climáticos y edafológicos**

Las temperaturas críticas para la planta de arroz están generalmente por debajo de 20 °C y superiores a 30 °C, varían de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta. Cuando se somete la planta a una temperatura por debajo de 20 °C en el estado de

floración, normalmente se induce a un alto porcentaje de esterilidad. Ésta generalmente es atribuida a efectos de la temperatura baja durante la noche, pero una temperatura alta en el día puede contrarrestar el efecto de la noche (Andrade y Hurtado, 2007).

Las necesidades de radiación solar para el cultivo del arroz varían con los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación solar durante la fase vegetativa afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes, mientras que en la fase reproductiva existe una marcada disminución en el número de granos. Por otro lado, durante el período de llenado a maduración del grano, se reducen drásticamente los rendimientos por disminución en el porcentaje de granos llenos (Andrade y Hurtado, 2007).

Una radiación de 300 cal/cm<sup>2</sup> por día durante el estado reproductivo hace posibles rendimientos de 5 t/ha. Desde el punto de vista con el cual coincide la mayoría de los investigadores, es que una temperatura alta y abundante radiación solar son necesarias para el arroz, sin embargo, un concepto universal es que una alta disponibilidad de agua es el requisito más crítico en su producción (Andrade y Hurtado, 2007).

La característica más importante que debe tener el suelo es su capacidad de absorción y retención de agua. También hay otras condiciones que deben conocerse, como las características físicas y químicas, capas duras, profundidad de la capa arable y en qué medida es erosionable.

Para el cultivo de arroz son preferibles los suelos de textura arcillosa, por su poca permeabilidad; éstos y los suelos ligeros deben tener una capa limitativa con un índice máximo de permeabilidad de 0.5 mm por hora. Los suelos de textura arenosa tienen muy poca capacidad de retención de agua (Andrade y Hurtado, 2007).

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; es de anotar que este 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 que puedan ser tóxicas a la planta (Andrade y Hurtado, 2007).

Las aguas salinas causan desórdenes fisiológicos en la planta de arroz; los síntomas son iguales a los causados por la salinidad de suelos. La temperatura del agua también es importante para la planta de arroz; cuando ésta es baja (menos de 15 °C) es necesario drenar frecuentemente el terreno para evitar que se produzcan panículas vanas o estériles. Aguas muy calientes afectan la nutrición; un promedio de requerimiento de agua en arroz varía entre 800 mm a 1.240 mm durante el ciclo (Andrade y Hurtado, 2007).

En un cultivo normal los requisitos de agua varían con las condiciones climáticas, las condiciones físicas del suelo, el manejo del cultivo y el período vegetativo de la variedad. Los períodos de mayores requerimientos de humedad son en el establecimiento de las plantas, el macollamiento y, desde la diferenciación hasta el llenado del grano. Situaciones de “stress” inicial inciden sobre la población del cultivo y el número de macollos por planta, mientras que en la fase reproductiva pueden afectar al número de panículas, al momento en que el agua falte (Andrade y Hurtado, 2007).

## **f. Labores culturales**

### **Preparación del terreno**

Depende de la técnica de siembra a utilizar, ya sea arroz con sistema de riego como ocurre en la mayoría de las veces. Además de considerar en la preparación esos factores se debe tomar en cuenta otros, que al final del ciclo del cultivo van a influir sobre la cantidad de producción, entre ellos se puede mencionar, uso de herbicidas, insecticidas y cualquier otro producto destinado al control de plagas y enfermedades, así como el manejo de las aguas de riego (Fernández, 1980) citado por (Guzmán, 2006).

La preparación del terreno en húmedo es un poco más laboriosa que la que se realiza en terreno seco, su costo y uso se justifica ya que con ellas es posible controlar las malezas, que disminuyen el valor del producto. Uno de los inconvenientes en su



utilización es que, en zonas cálidas, donde el agua es un factor limitante es difícil disponer de los volúmenes de agua necesarios para inundar y fanguear (Díaz, 1989).

### **Necesidades de agua**

Para arroses de secano, se debe recordar que la sequía y la desecación afecta al cultivo de manera adversa. Requiere de una precipitación segura en un periodo de tres o cuatro meses de su desarrollo. La distribución de la lluvia es de más importancia que la cantidad total de la misma. Observaciones hechas en América del Sur demuestran que es conveniente una precipitación de 200 mm mensuales, en especial en las fases tempranas e intermedias del desarrollo de la planta mencionada (Grist, 1982) mencionado (Torres, 2013).

### **Época de siembra**

Según el Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico – Ecuador (2002) manifiesta que las mejores épocas de siembra se realizan en los meses de febrero y Abril (primera siembra) y los meses de agosto y septiembre (segunda siembra). Se realiza en hileras a distancias de 18 a 20 cm, a chorro continuo (manual o con sembradora). Puede sembrarse también al voleo, incorporando la semilla con un pase de rastra superficial. En siembras a esqueje, la distancia entre hileras es de 30 cm. Por 20 cm. Entre golpes, antes de la siembra, tratar la semilla con Germinox usando para tener una buena germinación; las mejores épocas de siembra se realizan en los meses de febrero y abril (primera siembra) y los meses de agosto y septiembre (segunda siembra).

### **Fertilización**

El mantenimiento de la fertilidad en condiciones aeróbicas de suelo como las que existen en el cultivo de arroz de secano presenta problemas de nutrición por diferentes de aquellos asociados con las condiciones anaeróbicas del arrozal inundado. En condiciones aeróbicas la materia orgánica se mineraliza con rapidez, las pérdidas de nitrógeno aumentan y el fósforo no está disponible para las plantas. Como recomendación estándar es de 90 Kg. de nitrógeno, 76 Kg. de fósforo y 67 Kg de potasio por hectárea (Grist, 1982).

El arroz responde normalmente al nitrógeno (N) y en algunos casos se observa respuesta al fósforo (P) y potasio (K), en las áreas irrigadas solo responde al nitrógeno; en las variedades 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 por panoja y el grano. Por lo general se aplica el 50% de la dosis de N en cada uno de las dos fracciones (Minguillo, 1982).

#### **g. Enfermedades**

**Quemado del arroz:** Esta enfermedad es causada por el hongo *Pyricularia grisea*, es considerada una de las enfermedades más destructivas a nivel mundial. Este hongo ataca a todas las partes de la planta (hojas, tallos, panículas y granos). Los ataques a las panículas, genera grandes pérdidas de rendimiento en los cultivares susceptibles (la panícula se quiebra) (Agrobanco, 2013).

**Virus de hoja blanca:** Es causada por un virus que es transmitido por *Tagosodes orizicolus*. Los síntomas típicos son rayas de color blanco amarillento en las hojas. Las plantas infectadas presentan enanismo cuando la infección es temprana. Estas plantas tienen panículas cortas y casi no emergen de las plantas. La cáscara del grano toma un color marrón, se secan y por lo general se deforman (Agrobanco, 2013).

#### **Mancha Café (*Helminthosporium oryzae* Breda de Hann)**

Esta enfermedad se desarrolla principalmente en aquellos cultivos que sufren un desequilibrio de potasio o que crecen en suelos de escasa fertilidad; además el sombreado excesivo de las plantas de arroz favorece la enfermedad (Datta, 1986).

Las lesiones iniciales son puntos o manchitas circulares de 0,5 mm de color café; se pueden confundir con lesiones iniciales de *Pyricularia grisea*. La lesión desarrollada alcanza 2 mm de ancho y 0,5 a 6 mm de largo, es de conformación ovoide con el centro de color blanco grisáceo y el borde café rodeado por un halo amarillento, las lesiones se distribuyen con uniformidad en la lámina foliar y a partir de la etapa de

la floración la hoja bandera es la más afectada (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991).

### **Añublo Bacterial (*Burkholderia glumae*)**

Esta enfermedad se expresa en la planta como una pudrición de la vaina, decoloración y esterilidad de los granos. El patógeno inicialmente coloniza la hoja bandera invadiendo las espiguillas en la época de floración hasta causar la pudrición del grano. Esta bacteria puede propagarse a través de semillas, el suelo y malezas hospederas en el campo; el proceso de infección depende de la susceptibilidad varietal, de la cantidad del inoculo y los factores climáticos, que juegan un papel importante en la incidencia y severidad de la enfermedad (Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego, 2010).

#### **1.1.2. Variedad INIA 509 – La Esperanza**

Palacios (2010), señala que Arroz INIA - 509 La Esperanza se ha caracterizado por presentar alto potencial de rendimiento, tolerancia a plagas (*Pyricularia grisea*), principalmente, además de buen comportamiento agronómico y buena calidad molinera y culinaria, con el propósito de contribuir al mejoramiento de la eficiencia de la cadena agro productiva del arroz para las condiciones de riego de la Selva peruana.

Arroz INIA 509 - La Esperanza, se originó a partir del cruce triple (CT7948-AM-14-3-1/CT9038-5-5C-8C-3C-1-C-M/Selva Alta), en la Estación Experimental Agraria “El Porvenir”, sede del PNI Arroz, durante los años 2001 - 2003, fue seleccionado en las generaciones F4 a F6 y hasta el año 2009, fue evaluado en Alto Mayo (PEAM), Bajo Mayo, Huallaga Central, Bagua y Jaén (INIA), quedando establecido la genealogía de “Arroz INIA 509 – La Esperanza” como CT15704-9-1-2-EPZ-EP1-VCS1 (Palacios, 2010).

#### **Características cuantitativas**

Período vegetativo	:	135 días
Altura de planta	:	100 cm
Rendimiento potencial	:	11,5 t/ha

Peso de 1000 granos	:	27,0 g
Largo de grano sin cáscara	:	7,0 mm
Ancho de grano sin cáscara	:	2,0 mm
Rendimiento total de pila	:	72%
Grano entero	:	62%
Grano quebrado	:	10%
Periodo de dormancia	:	45 días

### **Características cualitativas**

Supera a la variedad Capirona en resistencia a un mayor número de razas de *Pyricularia grisea* y por su buen arquetipo de planta presenta resistencia al tumbado. La mayor resistencia a *Pyricularia grisea* no solo permite reducir los costos de producción relacionado al mejor uso de fungicidas. Sino que asociado a la resistencia ha tumbado, hace posible aumentar la dosis de fertilizantes nitrogenados con el siguiente aumento en los niveles de productividad. Presenta un moderado nivel de resistencia en campo al Virus de la Hoja Blanca, similar al de Capirona (Palacios, 2010).

### **1.1.3. Variedad Bellavista (CT 19483-6-2-1-2-EP3)**

#### **a) Características varietales**

Vigor predominante de la plántula	:	Buen vigor (9.5 cm).
Color predominante del coleóptilo	:	Verde claro (48).
Longitud del mesocotilo	:	4,3 mm
Longitud del coleóptilo	:	8,7 mm

#### **b) Al momento de la floración**

Hábito predominante de crecimiento:	Erecto.
Capacidad predominante de macollamiento:	muy prolífera
Longitud de la lámina de la hoja bandera:	42 cm.
Ancho de la lámina de la hoja bandera:	2,1 cm
Longitud de la lámina foliar:	52 cm.

Anchura de la lámina foliar: 1,3 cm

**c) En estado de maduración**

Días a la madurez: 135

Altura de planta: 120 cm

Resistencia predominante al acame: Fuertes

- Longitud de la semilla: 9,5 mm
- Anchura de la semilla: 2,2 mm
- Espesor de la semilla: 1,9 mm
- Peso de mil semillas secas: 29 g
- Longitud de la panícula: 29,8 cm
- Fertilidad predominante de la panícula: Muy fértil
- Número de granos por panícula: 191
- Rendimiento potencial: Rendimiento en selva alta

11 t/ha (Huallaga Central)

10 t/ha (Bajo Mayo)

10 t/ha (Alto Mayo)

**d) Reacción fitosanitaria**

**Enfermedades**

- *Pyricularia grisea*: Resistente.
- *Bipolares oryzae*: Moderadamente resistente.
- Virus de la hoja blanca: Moderadamente resistente.
- *Rhizoctonia*: Resistente.

**1.1.4. Sistemas de cultivo de arroz**

Tradicionalmente el arroz en el Perú se ha cultivado bajo dos sistemas: siembra directa y trasplante, siendo este último el más difundido y empleado actualmente en las zonas arroceras del país Heros (2012). Solamente en pequeñas áreas de la costa se siembran directamente a pesar de los buenos rendimientos. En selva baja, la siembra se realiza a tacarpo (siembra en hoyo) y en selva alta al voleo en pozas al batido.

En el sistema de siembra directa la planta crece y madura en el mismo lugar que ha ocurrido la germinación, mientras que en el sistema por trasplante la germinación y una parte del crecimiento de la plántula se da en el almácigo; el crecimiento completo y la maduración se llevan a cabo en el terreno definitivo (Heros, 2012).

#### **1.1.5. Siembra directa**

Es practicado en parte de los valles arroceros de la Costa y en la Selva Alta, donde cubre aproximadamente más del 60% de las áreas arroceras de riego (Heros, 2013).

##### **a. Ventajas del sistema de siembra directa en el cultivo de arroz**

- Menor uso de mano de obra
- Menor costo de producción
- Adelanto de cosecha de 7 a 10 días en comparación con el sistema de siembra de trasplante.

##### **b. Desventajas del sistema de siembra directa en el cultivo de arroz**

- Mayor competencia de malezas en el cultivo por el mal manejo de los herbicidas en su control
- Mejor mullido del suelo

#### **1.1.6. Densidad de siembra en arroz**

La densidad de siembra es un componente importante en el manejo para una mejor productividad del arroz. Generalmente los agricultores en Costa Rica emplean altas densidades de siembra de (3,5 - 4 qq/ha). Sin embargo, no hay trabajos técnicos que demuestren que esta práctica sea la mejor (Corporación Arroceras Nacional, 2005).

El uso de densidades de siembra superiores a los 140 kg/ha de semilla, trae consigo problemas relacionados con la competencia dentro del cultivo mismo, determinando, al final del ciclo de cultivo, plantas con menor desarrollo, escaso macollamiento y con espigas más cortas que las de una planta normal. Igualmente, las altas densidades de siembra dan lugar a la creación de ambientes favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas y criaderos de plagas, dado el crecimiento tupido que se observa bajo estas condiciones. Por lo demás, resta señalar que este crecimiento profuso limita la eficacia de los agroquímicos, al mismo tiempo que, asociado con una alta fertilización nitrogenada, favorece el volcamiento de plantas en campo. Todo esto

incide en menores rendimientos y afecta la ganancia de los productores (Corporación Arrocera Nacional, 2005).

Los productores de arroz tienden a utilizar altas densidades de siembra, bajo el argumento de que la intención es asegurar una buena población, ya que pueden existir pérdidas por daño de aves, deficiencias en la nivelación y preparación del terreno, tipo de semilla utilizada y porcentaje de germinación (Jiménez *et al.*, 2009).

Con la utilización de densidades de siembra de entre 2 - 2,5 qq/ha, se obtienen las poblaciones necesarias para alcanzar altos rendimientos. Con esta población se obtienen plantas más sanas con tallos más fuertes y capaces de responder a la fertilización, dando como resultado un mayor rendimiento. Además, la disminución de la densidad de siembra reduce los costos y permite realizar el tratamiento de la semilla con fungicidas y/o insecticidas, logrando un cultivo sano y fuerte que minimice el ataque de enfermedades fungosas e insectos (Corporación Arrocera Nacional, 2005).

#### **1.1.7. Calidad molinera**

La calidad molinera se mide en el comportamiento del arroz con cáscara durante el proceso de molinería. Está dada por el rendimiento de pilada, el cual indica la cantidad total de grano blanco entero y partido recobrado de una muestra de arroz con cáscara y por el índice de pilada o rendimiento de arroz entero, que es la proporción de grano entero pulido obtenido de una muestra de arroz con cáscara. La calidad molinera se ha definido con base en la proporción del grano que permanece entero o en tres cuartos (3/4) de su tamaño después de ser sometido al proceso de trilla (descascarado y pulido). La calidad molinera, o potencial de molienda del arroz con cáscara, es una característica que está determinada por factores ambientales y de manejo, tales como: cosecha, trilla, secamiento, almacenamiento, equipo de molienda, grado de molienda y proporción de granos enteros, y condiciones de procesamiento.

Según González (1982), señala que el proceso que se sigue para la determinación de la calidad molinera en molino experimental:

1. Eliminación de impurezas y granos vanos.
2. Determinación de humedad.
3. Pesado de muestras de 100 gramos de arroz en cáscara.

4. Pilado de muestras eliminando cáscaras y cubiertas del endospermo para obtener arroz pilado.
5. Separación del arroz pulido, en granos enteros y quebrados.
6. Pesado de grano entero y quebrado para expresarlo en porcentajes con relación a la muestra de arroz en cáscara.
7. Determinación del rendimiento total de pila.

#### **a. Secado natural (asoleo)**

El grano de arroz para ser aprovechado por el consumidor requiere pasar por una serie de procesos industriales; la eliminación de las glumas o cascarillas es un factor primordial, ya que estas porciones no son digeribles por el humano; sin embargo, si se intentara eliminar la cascarilla del arroz con la humedad de campo, el resultado sería la posible pérdida total de los granos. Por eso es necesario reducir el contenido de humedad, para que éste pueda soportar la presión y fricción que generan los rodillos de la máquina descascaradora. Por tradición, la reducción del contenido de humedad del palay se ha realizado mediante el uso de los rayos solares. Si no se maneja de forma adecuada, puede reflejarse en la disminución de la calidad molinera del grano (Osuna *et al.*, 2000).

#### **b. Centro blanco en arroz**

El centro blanco ocurre por la presencia de zonas opacas en el endospermo que afectan la apariencia del grano de arroz (CIAT, 1989b). En los arroces no glutinosos, es causado por la falta de compactación de las partículas de almidón y proteínas de las células (IRRI, 1985). Los granos de almidón en las áreas opacas son esféricos y poco compactos, en contraste con los granos poliédricos compactos propios de las áreas sin centro blanco y no permiten el paso adecuado de la luz (CIAT, 1989b) mencionados por (Torrez *et al.*, 2002).

Según (Holguín *et al.*, 1989). Mencionan que la escala de interacción.

El siguiente ejemplo ilustra cómo se califica una muestra representativa:

Calificación	0	1	2	3	4	5	$\bar{X}$
Línea N°.1	3	-	1	1	-	-	1.0



Esto significa que hay:

3 granos sin centro blanco (calificación 0)

1 grano en grado 2

1 grano en grado 3

Para obtener el grado de centro blanco, se multiplica cada uno de los valores de la calificación por el número de granos (1 o más) a los cuales les correspondió dicha calificación. Se suman estos resultados y el total obtenido se divide por 5 o sea el número de granos totales. En este caso 1.0 representa el promedio numérico del centro blanco de la muestra.

## 1.2. Antecedentes

Según Paredes (1992), la densidad de siembra de arroz (*Oryza sativa* L), la variedad Ucayali 91, en sistemas de secano mejorado en Pucallpa, menciona, que la densidad óptima de siembra de la variedad Ucayali- 91 en un suelo ultisol y en condiciones de secano mejorado varía entre 20 y 40 Kg de semillas por hectárea. El presente trabajo ha demostrado que existe elasticidad en la densidad de siembra entre 20 y 80 Kg/ha, requiriendo mayores niveles de fertilización y precipitación pluvial durante la campaña para la siembra de densidades mayores.

Ushñahua (1993), en su investigación que llevó a cabo en un suelo Entisol (barrial o barrizal), ubicado en el Sector del Puerto La Hoyada en la ribera del Rio Ucayali, en las variedades Tres mesinos (Chanca Banco) y Ucayali-91, respectivamente, la siembra fue directa, con semilla seca y al voleo. Los resultados demostraron para la variedad Ucayali-91, la densidad de siembra 60 kilos de semilla por hectárea, con un rendimiento de 7,73 t/ha; y para la variedad Tres mesinos (Chanca Banco) la densidad de siembra de 60 kilos de semilla por hectárea con un rendimiento de 3,67 t/ha. Pero económicamente hablando la densidad de 20 kg de semilla por hectárea es mejor.

Beuzeville (1975), informó que, en Iquitos en el año de 1970, se dio inicio al primer experimento sobre densidad de siembra de arroz en barrial continuándose hasta 1973. La siembra se realizó al voleo utilizando semillas pre germinadas, obteniéndose una densidad óptima con 25kg/ha<sup>-1</sup>.

Paéz *et al* (1995), la evaluando rendimiento de los cultivares de arroz Araure 3 y Araure 4 bajo tres densidades de siembra, mencionan que los rendimientos absolutos

más altos corresponden a las variedades Araure 4 y Araure 3. Independientemente de la densidad de siembra utilizada para éstos, se constata que dichos rendimientos se mantuvieron por encima de los 5 000 kg/ha. Sólo en el caso de la Araure 1, sembrada en densidades de 100 y 140 kg/ha, puede apreciarse cierta inferioridad respecto a este valor. En función de las densidades utilizadas, Araure 1 y Araure 3 muestran independientemente mayor uniformidad de producción. Araure 4 ofrece mayor variación con la utilización de 140 kg/ha. Con relación a Araure 1, la mejor respuesta se obtuvo con la utilización de 120 kg/ha de semilla; no obstante, en forma general sus rendimientos resultaron menores a los de las otras variedades evaluadas.

Programa Nacional de Arroz - PNA (1983), señala que a densidades altas (180 – 220 kg/ha<sup>-1</sup>), se produce un reajuste de densidad por mortalidad de plantas en las tres primeras semanas de crecimiento. Las densidades bajas producen significativamente más macollos, por planta y panojas más grandes.

Investigación realizada por Contreras (2016), Aplicación de fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Tinajones en Jequetepeque. Donde señala que los resultados obtenidos en rendimiento y calidad molinera fueron: 10,346 t/ha de arroz cáscara, 70,9 % de rendimiento de molinería y 3,4 % de granos quebrados.

Mattos (2015), realizó una investigación sobre el efecto de la incorporación fraccionada de urea en el Rendimiento de grano y Calidad molinera de *Oryza sativa* L. Var. IR43, en Pacanguilla, Chepén. Donde con la aplicación de 100% (230 Kg de N.ha<sup>-1</sup>) obtuvo una calidad molinera de 60% de granos enteros, el porcentaje de grano quebrado fue de 13,92 %. y el rendimiento de pila obtenido fue de 73,99 %.

Palomino (2015), en la evaluación de la calidad molinera se observa que, mediante la técnica de secas intermitentes, el porcentaje de grano quebrado es menor en 3,27% que con el riego tradicional y lo que respecta a grano entero en riego tradicional el porcentaje es 83,09%, porcentaje de grano quebrado 15,33 % con riego tradicional, y con secas intermitente es de 12,6 %. El rendimiento en pila por hectárea es de 71,8 %.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. Tipo y nivel de investigación**

**2.1.1. Tipo de investigación:** Aplicada

**2.1.2. Nivel de investigación:** Experimental

#### **2.2. Diseño de investigación**

En el trabajo de investigación, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 2 (variedades) x 5 (dosis de semillas) y cuatro repeticiones, lo que representa 40 unidades experimentales. Los resultados de las diferentes variables evaluadas fueron sistematizados con el programa estadístico SPSS 22 a niveles comparativos y de confianza del 5% y la prueba de rangos múltiples de Duncan para promedios de tratamientos a una  $P < 0,05$ .

#### **2.3. Población y muestra**

##### **2.3.1. Población**

El estudio se realizó en un área de 1800 m<sup>2</sup> de sembrío de arroz, la población se consideró todos los individuos de (*Oryza sativa* L.) de la variedad INIA 509 – La Esperanza y Bellavista.

##### **2.3.2. Muestra**

En la investigación se trabajó con 40 unidades experimentales.

#### **2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos**

##### **2.4.1. Fuente primaria**

Observación y toma directa de datos en campo, análisis de las plantas de arroz.

##### **2.4.2. Fuentes secundarias**

Para el desarrollo de la investigación se consultó trabajos similares a la investigación, sobre todo aquellos en los que se utilizó la misma metodología.

### 2.4.3. Ubicación del campo experimental

La investigación se llevó a cabo en La Estación Experimental Agraria El Porvenir-San Martín.

#### a. Ubicación geográfica del proyecto

Latitud oeste : 76° 21' 15"

Latitud sur

: 06° 36' 15"

Altitud : 320 m.s.n.m.m.

#### b. Ubicación política

Departamento : San Martín

Provincia : San Martín

Distrito : Juan Guerra



### 2.4.4. Condiciones Ecológicas

#### a. Condiciones climáticas

Según Holdridge (1984), menciona que el lugar donde se realizó la investigación se encuentra en la zona de vida bosque Seco – tropical.

Tabla 1

*Datos meteorológicos reportados por (Senamhi, 2018):*

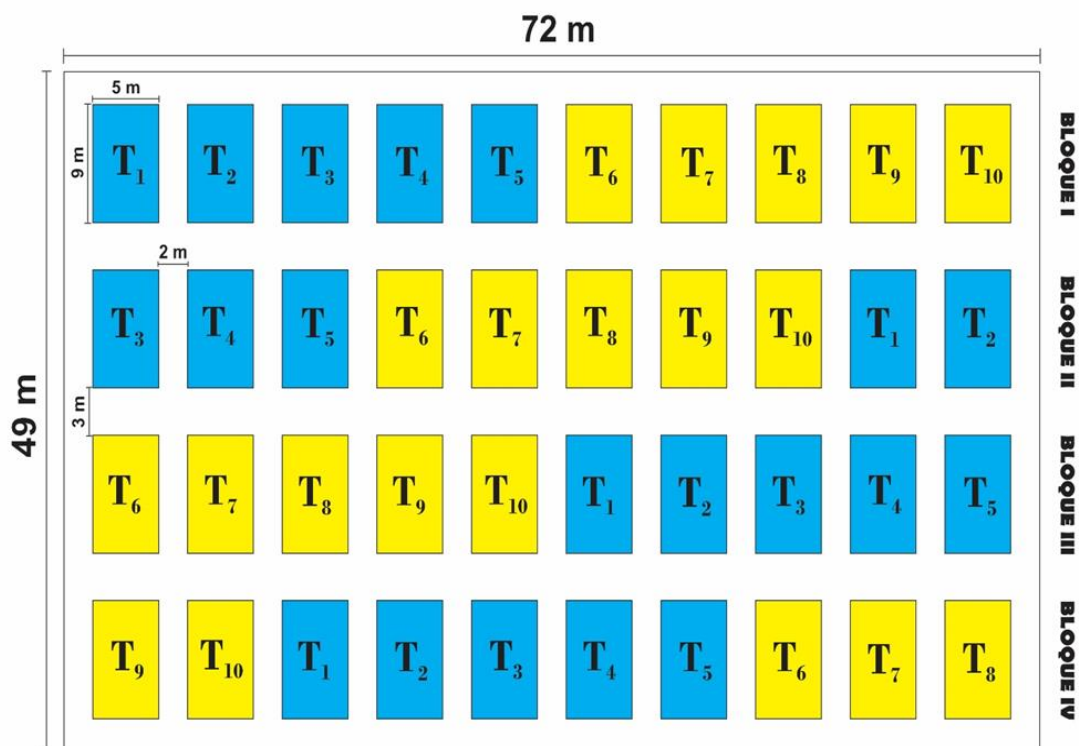
Mes/año	Temp. Max (°c)	Temp. Min (°c)	Temp. Med (°c)	Prec. (mm)	Humedad relativa (%)
Mayo	33,0	20,3	27	75	67,00
Junio	33	19,5	26	62	65,60
Julio	33,2	19,1	26,1	29,8	65,60
Agosto	34,2	19	26,8	76	65,90

Fuente: Shenamhi, 2018

### 2.4.5. Historia de campo experimental

El terreno donde se ejecutó el trabajo de investigación, viene siendo utilizado para el cultivo de arroz por más de 20 años.

### 2.4.6. Croquis del campo experimental



LEYENDA:

- INIA 509 - La Esperanza
- INIA 514 - Bellavista

#### a. Detalle de la unidad experimental



Figura 1. Tratamiento compuesto por unidades experimentales.

## b. Características del experimento

### Dimensiones del campo experimental

Área total	:3600 m <sup>2</sup>
Área neta	: 1800 m <sup>2</sup>
Área de la unidad experimental	:45 m <sup>2</sup>
Número de tratamientos (t)	:10
Número de bloques/tto (b)	:4
Número total de UE	:40
Distancia entre bloques	:3 m
Distancia entre tratamientos	:2 m

## c. Para el estudio se consideró dos factores

### Factor A: Variedades

**A1:** INIA 509 - La Esperanza

**A2:** INIA 514 - Bellavista

### Factor B: Cantidad de semilla por hectárea

**B1:** 20 kg.ha<sup>-1</sup>

**B2:** 30 kg.ha<sup>-1</sup>

**B3:** 40 kg.ha<sup>-1</sup>

**B4:** 50 kg.ha<sup>-1</sup>

**B5:** 60 kg.ha<sup>-1</sup>

Tabla 2

*Tratamientos en estudio*

Tratamientos	Clave	Descripción
T1	A1B1	INIA 509 - La Esperanza x 20 kg.ha <sup>-1</sup>
T2	A1B2	INIA 509 - La Esperanza x 30 kg.ha <sup>-1</sup>
T3	A1B3	INIA 509 - La Esperanza x 40 kg.ha <sup>-1</sup>
T4	A1B4	INIA 509 - La Esperanza x 50 kg.ha <sup>-1</sup>
T5	A1B5	INIA 509 - La Esperanza x 60 kg.ha <sup>-1</sup>
T6	A2B1	INIA 514 - Bellavista x 20 kg.ha <sup>-1</sup>
T7	A2B2	INIA 514 - Bellavista x 30 kg.ha <sup>-1</sup>
T8	A2B3	INIA 514 - Bellavista x 40 kg.ha <sup>-1</sup>
T9	A2B4	INIA 514 - Bellavista x 50 kg.ha <sup>-1</sup>
T10	A2B5	INIA 514 - Bellavista x 60 kg.ha <sup>-1</sup>

Fuente. Elaboración propia

## 2.4.7. Metodología

### 2.4.7.1. Desarrollo del experimento

#### a. Desinfección de la semilla

Consistió en desinfectar la semilla utilizando *pirimifos metil* (50 cc/tn), rodamina (100 cc/tn) y propineb (2 kg/tn<sup>-1</sup>).

#### b. Análisis de suelo

Se tomaron 4 sub muestras en zigzag a una profundidad de 25 cm, luego se mezclaron para obtener una muestra de 1 Kg, la que fue enviada al Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto para su análisis físico-químico.

Tabla 3

*Análisis físico químico del suelo*

	<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
	Acidez del suelo pH	Unidad	7,1	Neutro
	Materia orgánica (M.O)	%	2,76	Medio
	Nitrógeno disponible (N)	%	0,151	Normal
	Fósforo disponible (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	ppm	9,21	Medio
	Potasio disponible (K <sub>2</sub> O)	ppm	169,2	Medio
<b>Análisis físico (%)</b>	Arena	%	30	
	Limo	%	27	
	Arcilla	%	43	
<b>Cationes cambiables (meq)</b>	Clase textural (CIC)	Arcilla Cmol (+)/kg	16,99	
	Calcio (Ca) <sup>2+</sup>	meq/100	24,2	Muy alto
	Magnesio (Mg) <sup>2+</sup>	meq/100	0,98	Muy bajo
	Potasio (K <sup>++</sup> )	meq/100	169,2 (0.4)	Medio
	Sodio (Na) <sup>2+</sup>	meq/100	0,65	Normal
	d.a			1,28 t/m <sup>3</sup>

Fuente: Laboratorio de suelos, Aguas y Plantas de la FCA, UNSM-T (2018)

#### c. Preparación del terreno

Se procedió a la mecanización del terreno con la utilización de una rastra pesada, luego se procedió a la inundación del terreno, posteriormente se realizó el fanguero (motocultor mecánico) y nivelación de las pozas luego se terminó con la mejora de los bordos.



*Figura 2.* Realización de fangueo utilizando (motocultor mecánico)

#### **d. Trazado del campo experimental**

Esta actividad consistió en demarcar y distribuir los bloques y las unidades experimentales guiándose del croquis experimental.

Las unidades experimentales, se manejaron independientes, para lo cual se reforzó los bordes de cada parcela experimental, para evitar alteraciones en los tratamientos (cantidad de semillas).



*Figura 3.* Demarcación y trazado del diseño en campo

#### **d. Voleo de semilla**

Antes del voleo, se realizó el pre-germinado de las semillas, el cual consistió en remojar las semillas por un periodo de 24 horas en un balde de agua y luego se abrigó por 24 horas más. Para volear la semilla, el agua tenía que estar en reposo y sin turbidez. Se distribuyó la semilla dentro de las pozas (comúnmente se denomina voleo), de manera uniforme, hasta cubrir toda la parcela.





Figura 4. Boleo de la semilla cuando el agua está en reposo

#### e. Control químico de malezas

Se aplicó el herbicida pre-emergente Butaclor en dos etapas, la primera aplicación se realizó a los 4 días antes del voleo de la semilla y la segunda a los 22 días después del voleo. La dosis de cada aplicación fue de  $3,5 \text{ l/ha}^{-1}$ ; a chorro, la finalidad de no afectar al cultivo con la inundación, para así poder obtener un buen desarrollo de la planta y un buen control de malezas.

Se aplicó post-emergente Bispiribac Sodium + Betsulfuron (1 Ectran + Belgran un sobre/ha) a los 18 días después del voleo de la semilla.



Figura 5. Aplicación de post-emergente Bispiribac Sodium + Betsulfuron

#### f. Deshierbo

Se realizó de forma manual a los 40 días después del voleo en los bordos y parcelas.



Figura 6. Deshierbo de bordos y de las parcelas

### **g. Riego**

El primer riego se hizo 4 días antes del voleo de la semilla para aplicar pre-emergente.

Se realizó otro riego 1 día antes del voleo, con la finalidad de eliminar residuos del butaclor, los cuales inhiben la germinación de las semillas.

A los 22 días después del voleo se dió un tercer riego el cual sirvió para aplicar insecticida. A los 30 días después del voleo se dio el cuarto riego con el fin de realizar la segunda fertilización con NPK, luego a los 43 días se realizó otro riego para preparar a la planta para que entre a la etapa de punto de algodón y aplicar la tercera fertilización. Finalmente se realizó otro riego para la última fertilización. Los riegos fueron intermitentes con secas periódicas de acuerdo a las etapas del cultivo.

### **h. Fertilización**

Se realizó de acuerdo al plan de fertilización desarrollado por la Estación experimental INIA. Se realizó en 3 aplicaciones, utilizando dosis de 160 – 46- 120 de N – P - K en base a los análisis de suelos.

#### **Primera fertilización**

Esta actividad se realizó a los 30 días después del voleo de la semilla, utilizando 50% N, 100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 70% K<sub>2</sub>O; como fuente de nitrógeno se utilizó urea, como fuente de fósforo se aplicó fosfato di amónico y como fuente de potasio se utilizó cloruro de potasio.

### Segunda fertilización

Se realizó a los 43 días después del voleo de la semilla, empleándose solamente el 40% del nitrógeno restante (macollamiento) según el manejo de la estación experimental INIA.

### Tercera fertilización

Se aplicó a los 71 días después del voleo de la semilla, empleándose solamente el 10% de N ( punto de algodón) y el 30% del potasio (Cloruro de potasio). Se aplicó en lámina de agua.

## i. Control de insectos

El primer control se realizó entre los 18 días después del voleo (previa evaluación); se utilizó el insecticida Emamectín Benzoate + lambda cyhalotrin (Mazon) a una dosis de 13 gramos por mochila de 15 litros más coadyuvante (silwet) 10 ml por mochila de 15 litros. El segundo control se realizó con la finalidad preventiva para evitar el ataque sogata (*Tagosodes orizicolus* M.), trasmisor de la enfermedad Virus de la Hoja Blanca a los 30 días después del voleo de la semilla, Cipermetrina (Bronco).

La tercera aplicación se realizó, a los 100 – 105 días después del voleo (5% floración), para el control de chinche (*Oebalus* sp), se utilizó una dosis de 200 cc de Imidacloprid.



Figura 7. Evaluación de plagas con el pase de jamo

## j. Control de enfermedades

El primer control se realizó entre los 75 días después del voleo para prevención y control de enfermedades fungosas, se utilizó fungicidas Difeconazole + propiconazole: ( $150 \text{ cc /ha}^{-1}$ ).

Luego se realizó un segundo control a los 95 días después del voleo en etapa de inicio de floración, se aplicaron los productos Tebuconazole ( $300 \text{ g/kg}$ ) + bioestimulante a base de aminoácidos ( $1 \text{ l/ha}^{-1}$ ).

Finalmente, cuando estaba en 100 % de floración se aplicó Difeconazole ( $300 \text{ cc/ha}$ ) + imidacloprid ( $200 \text{ cc/ ha}$ )

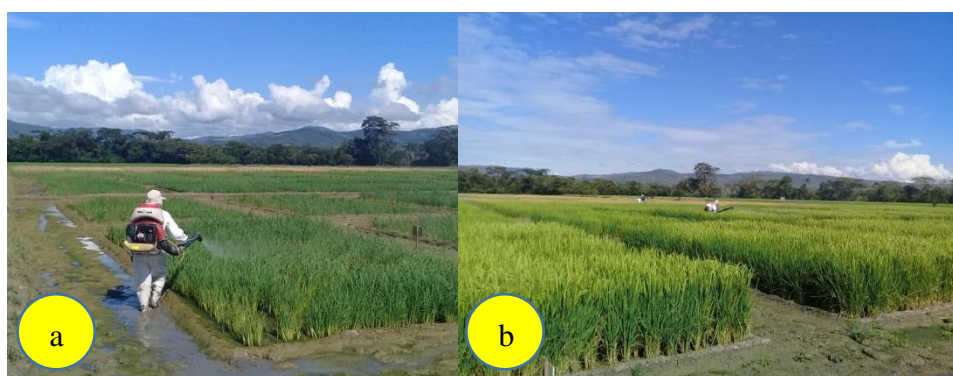


Figura 8. a. Aplicación de insecticida, b. aplicación de insecticida y fungicida

## 2.5. Componentes de estudio

### 2.5.1. Material (semillas)

Se utilizaron semillas de arroz variedades La Esperanza y Bellavista del banco de germoplasma de la estación experimental INIA.

### 2.5.2. Variables evaluadas

Las evaluaciones de las variables se realizaron según el sistema de evaluación estándar para arroz y la calificación de los estados fenológicos de la planta de arroz. utilizado por el (CIAT, 1983).

Tabla 4

*Calificación de los estados fenológicos de la planta de arroz*

<b>Estados fenológicos</b>	<b>Estado</b>
Germinación a emergencia	Estado 0
Plántula o trasplante	Estado 1
Macollamiento	Estado 2
Crecimiento del tallo	Estado 3
Embuchamiento	Estado 4
Emergencia de la panícula	Estado 5
Floración	Estado 6
Estado lechoso del grano	Estado 7
Estado pastoso del grano	Estado 8
Grano maduro	Estado 9

Fuente: CIAT, 1983.

#### **A. Variables de crecimiento y desarrollo**

##### ✓ **Periodo vegetativo**

Se registraron el número de días que transcurrieron desde el voleo de la semilla hasta que el noventa por ciento de la población esté en condiciones óptimas de cosecha y que tengan 20% de humedad.

##### ✓ **Número de macollos por m<sup>2</sup>**

Se evaluaron a los 60 días después del voleo, con ayuda de un marco de madera de 1 m<sup>2</sup>, el marco se dividió en 4 partes iguales y se contaron todos los macollos que estaban dentro del metro cuadrado, se tomaron dos muestras por cada unidad experimental.

Tiempo de evaluación: estados 2 del ciclo vegetativo.

Tabla 5  
*Escala para determinar el número de macollos*

<b>Aplicación de la escala</b>	
Según número de macollos por planta	
1	Más de 25 - muy buena
3	20 - 25 – Buena
5	10 - 19 – Mediana
7	5 – 9 – Débil
9	Menos de 5 – Escasa

Fuente: CIAT, 1983.

#### ✓ **Altura de planta**

Se evaluó en etapa de maduración, a los 120 días después del voleo de la semilla, se tomaron 5 plantas al azar por cada tratamiento. Fue medida en cm desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta excluyendo la arista.

Tabla 6  
*Escala para determinar la altura de la planta*

<b>Escala</b>	<b>Medidas cm</b>
1	Menos de 100 cm – Planta semienana
5	111 – 130 cm – intermedia
9	Más de 130 cm – alta

Fuente: CIAT, 1983.

## **B. Variables de rendimiento**

#### ✓ **Número de panículas por planta/m<sup>2</sup>**

Se evaluó en la etapa de maduración a los 120 días después de voleo (ddv), con la ayuda de un marco de madera de un m<sup>2</sup> se contaron el número de panículas.

#### ✓ **Longitud de panículas (LP)**

Se evaluó en la etapa de maduración, se tomaron 4 panículas por cada unidad experimental y se realizó la medición en cm desde el nudo ciliar hasta el extremo superior excluyendo las aristas.

✓ **Número de granos por panícula (NGP)**

De las 4 panículas de cada unidad experimental tomadas para determinar la variable longitud de la panícula se procedió contar los granos totales por panícula.

✓ **Porcentaje fertilidad de panícula (PFP)**

De las 4 panículas cosechadas por tratamiento en cada unidad experimental se contaron los granos llenos y los granos vanos para obtener el porcentaje de fertilidad por panícula.

✓ **Peso de 1000 granos (P1000 granos)**

Se contó 1000 granos llenos por tratamiento y se pesó en una balanza analítica al 14% humedad.

✓ **Rendimiento en grano (Rnd.)**

El rendimiento se determinó en el estado fenológico 9 de la planta (arroz en cáscara) y se expresó en kg/ha al 14% de humedad.

✓ **Calidad molinera**

Los análisis de molinería se llevaron a cabo en el área de pilado del INIA- Juan Guerra-Tarapoto.

La calidad molinera se evaluó en base al rendimiento de pilado, porcentaje de grano entero más porcentaje de grano quebrado de cada tratamiento. La metodología fue según recomendaciones de Hidalgo (1987), consistió en la eliminación de impurezas y granos vanos, se realizó el secado bajo sol hasta que se alcanzó 14 % de humedad; después se determinó la humedad del grano utilizando determinador de humedad marca Steinlite. Luego para determinar la calidad molinera se realizó el pesado de una muestra de 100 gramos de arroz en cáscara para cada tratamiento, cada muestra fue sometida al proceso de pilado en un molino experimental marca ZACCARIA. El proceso de pilado se realizó durante 60 segundos, luego el grano pulido total obtenido se pesó en una balanza analítica, a consecuencia de este proceso arroja el rendimiento de pila, el cual es el porcentaje de rendimiento total. Posteriormente este total se llevó a la selectora y ahí se determinó el porcentaje del grano entero y grano quebrado en relación a la muestra de arroz en cáscara y se realizó el pesado correspondiente. Posteriormente se realizó la evaluación del centro blanco, la cantidad obtenida se evaluó visualmente en relación a una escala en grados.

- ✓ **Centro blanco.** La evaluación del centro blanco se realizó de la siguiente manera: se colocó una muestra de 3 a 5 gramos de arroz pulido sobre una base de fondo oscuro y se tomó cinco granos representativos, los cuales se evalúan de acuerdo con una escala de cero a cinco, donde cero corresponde al grano translúcido, libre de mancha blanca, y cinco al grano totalmente manchado. Los valores de uno a cuatro representan grados ascendentes de manchado del grano. La calificación de los granos individuales de la muestra se anotó, para obtener luego el valor promedio; este valor se consigna en el informe de evaluación y representa el grado de centro blanco de la muestra.

### C. Evaluación de enfermedades

Estas evaluaciones se realizaron según el sistema estándar para arroz utilizado por el CIAT (1983).

- ✓ **Piricularia en la hoja (*Pyricularia oryzae*):** La aplicación de la escala de la tabla 7 se realizó según el área foliar afectada. El tiempo de evaluación fue en la etapa (05).

Tabla 7

*Escala de Pyricularia en la hoja (BI).*

Clasificación	Porcentaje de área foliar afectada
0	Ninguna lesión visible
1	Menos de 1%
3	1 – 5 %
5	6 – 25 %
7	26 – 50 %
9	51 – 100%

Fuente: CIAT, 1983.



✓ **Piricularia en el cuello de la panícula** (*Pyricularia grisea*)

Se evaluó de acuerdo a la escala propuesta por el CIAT, 1983.

Tabla 8

*Escala de Pyricularia en el cuello de la panícula (BI).*

<b>Clasificación</b>	<b>Porcentaje de panículas o nudos afectados</b>
0	Sin infección
1	Menos de 1% pocas ramificaciones afectadas
3	1 – 5 % varias ramificaciones afectadas
5	5 – 25 % eje o base de la panícula parcialmente afectada.
7	26 – 50 % eje o base de la panícula totalmente afectada con más de 30% de grano lleno.
9	51 – 100% Base de panícula afectado totalmente con menos del 30% de grano lleno.

Fuente: CIAT, 1983.

✓ **Virus de la hoja blanca**

La incidencia foliar se evaluó en los estados 1 y 3.

Tabla 9

*Escala para evaluar incidencia del virus de hoja blanca*

<b>Aplicación de la escala para calificar incidencia</b>	
Según porcentaje de plantas afectadas, así	
0	Ninguna incidencia
1	Menos del 1%
2	1 – 5%
3	6 – 10%
4	11 – 20%
5	21 – 30 %
6	31 – 40 %
7	41 – 60 %
8	51 – 80 %
9	81 – 100 %

Fuente: CIAT,1983.

✓ **Helminthosporiosis (*Bipolaris oryzae*)**

Para la evaluación de esta enfermedad se utilizó la siguiente escala:

Tabla 10

*Escala para evaluar incidencia de Helminthosporiosis.*

<b>Clasificación</b>	<b>Porcentaje de área foliar afectada</b>
0	Ninguna lesión visible
1	Menos de 1%
3	1 – 5 %
5	6 – 25 %
7	26 – 50 %
9	51 – 100%

Fuente: CIAT,1983.

✓ **Escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*)**

La evaluación se hizo según el área foliar afectada utilizando la siguiente escala.

Tabla 11

*Escala para evaluar incidencia del Escaldado de la hoja.*

<b>Clasificación</b>	<b>Porcentaje de área foliar afectada</b>
0	Ninguna lesión visible
1	Menos de 1%. Lesiones apicales.
3	1 – 5 %. Lesiones apicales.
5	6 – 25 %. Lesiones apicales y algunas marginales.
7	26 – 50 %. Lesiones apicales y marginales.
9	51 – 100%. Lesiones apicales y marginales.

Fuente: CIAT, 1983.

✓ **Manchado del grano (*Helminthosporium, Cercospora, Rhynchosporium, etc*)**

La evaluación se hizo según la proporción de espiguillas con glumas decoloradas utilizando la siguiente escala.

Tabla 12

*Escala para evaluar incidencia del Escaldado de la hoja.*

<b>Aplicación de la escala</b>	<b>Porcentaje</b>
0	Ninguna incidencia
1	Menos de 1%
3	1 – 5 %
5	6 – 25 %
7	26 – 50 %
9	51 – 100%

Fuente: CIAT,1983.

#### **D. Análisis económico**

Se determinó el costo de producción de cada uno de los tratamientos, expresados en nuevos soles, determinándose la rentabilidad y la relación beneficio / costo (B/C).

$$\text{Relación Costo Beneficio} = \text{Costo de producción} / \text{Beneficio Bruto} \times 100$$

#### **2.6. Técnicas de procedimiento y análisis de datos**

El análisis se llevó a cabo en una hoja Excel y el software estadístico Infostat, Los datos se sometieron a análisis de varianza, las medias se compararon según la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p < 0,05$ ). El presente experimento se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 2 (variedades) x 5 (dosis de semillas) y cuatro repeticiones, lo que representa 10 tratamientos en estudio y 40 unidades experimentales.

##### **2.6.1. Modelo matemático del diseño estadístico experimental DBCA**

###### **Modelo matemático.**

$$Y_{ij} = \mu + B_j + FA_i + FB_j + FA \times FB_k + E_{ijk}$$

$$\mu = \text{Media general}$$

$$B_j = \text{Efecto del } i\text{-ésimo bloque}$$

$$FA = \text{Efecto en el } i\text{-ésimo del factor V}$$

$$FB = \text{Efecto en el } i\text{-ésimo del factor D}$$

$$FA \times FB = \text{Efecto en el } i\text{-ésimo de la interacción de AxB}$$

$E_{ij}$  = Efecto aleatorio del error

### 2.6.2. Modelo matemático del Rango Múltiple DUNCAN

$$Duncan_{\alpha=0.05} = S_{\bar{x}} \times p$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{CM_{error}}{r}}$$

$$p = 2, 3 \text{ y } 4$$

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Número de macollos por m<sup>2</sup>

El ANVA (tabla 13), estableció que para la fuente de variabilidad FB: Densidad existió diferencias altamente estadísticas ( $P < 0,01$ ) y para la fuente de variabilidad FA \* FB diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) respectivamente, así mismo, los datos obtenidos y procesados arrojaron C.V. de 2,17% y  $R^2$  de 71,5%.

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios del número de macollos por m<sup>2</sup> respecto al FA: Variedad (tabla 13), definió la no existencia de diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Esperanza (A1) se obtuvo promedio de 354,94 macollos por m<sup>2</sup> y con la variedad Bellavista (A2) promedio de 350,06 macollos por m<sup>2</sup>.

Tabla 13

*ANVA para el número de macollos por m<sup>2</sup> (transformado  $Vx$ )*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	2,160	3	0,720	2,765	0,061 N.S.
<b>FA: Variedad</b>	0,192	1	0,192	0,737	0,398 N.S.
<b>FB: Densidad</b>	12,359	4	3,090	11,867	0,000 **
<b>FA * FB</b>	2,889	4	0,722	2,773	0,047 *
<b>Error experimental</b>	7,030	27	0,260		
<b>Total</b>	24,630	39			
C.V. = 2,17%	$R^2 = 71,5\%$	$S\bar{x} = 0.50$			

\*\* : Altamente significativo

\* : Significativo

Fuente: elaboración propia

Tabla 14

*Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios del número de macollos por m<sup>2</sup> respecto al FA: Variedad*

FA: Variedad	Clave	Promedio (n° de macollos)	Sig
Bellavista	A2	350,06	a
Esperanza	A1	354,94	a

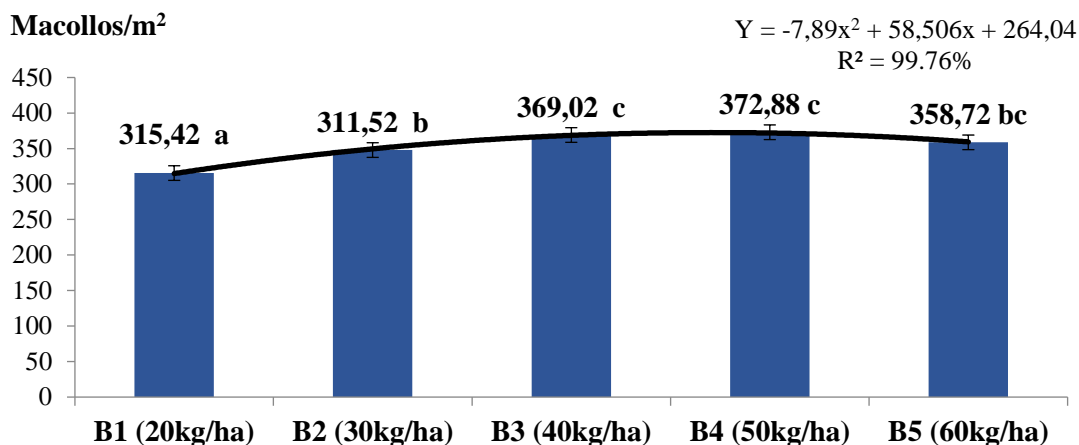


Figura 9. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios del número de macollos por m<sup>2</sup> respecto al FB: Densidad

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios del número de macollos por m<sup>2</sup> respecto al factor B (Densidad) en la (figura 9), muestra la existencia de diferencias estadísticas, donde con las densidades de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B4) y 40 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B3) se obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí con 372,88 y 369,02 macollos por m<sup>2</sup> respectivamente y superando estadísticamente a los promedios obtenidos con 30 kg.ha<sup>-1</sup> (B2) y 20 kg.ha<sup>-1</sup> (B1) quienes arrojaron promedios de 311,52 y 315,42 macollos por m<sup>2</sup> respectivamente. Las respuestas del incremento de las densidades de siembra describieron un comportamiento lineal polinómico descrita por la ecuación  $Y = -7,89x^2 + 58,506x + 264,04$  donde por cada kg de semillas que se incremente el número de macollos por m<sup>2</sup> se incrementa en 58,5 hasta aproximadamente los 50 kg luego de este comienza a disminuir en -7,89 macollos. Este comportamiento explica la correlación entre variables en 99,76% ( $R^2$ ).

Olmos (2006) menciona que el número de macollos depende de la densidad de plantas, puede variar de 3 en alta densidades y hasta 15 macollos en bajas densidades. Es un factor determinante de la producción de panículas y, en consecuencia, afecta el rendimiento. Además, el componente varietal tiene una gran importancia en esta fase puesto que la producción de tallos en el cultivo del arroz responde en gran medida a factores como genotípicos, climáticos, edáficos; distinguiéndose variedades con baja y alta capacidad de ahijado (Diaz et al., 2015).

El mayor promedio de número de macollos por m<sup>2</sup> obtenidos con las densidades de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B4) y 40 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B3), pudo deberse a que con estas densidades de siembra la distribución de las semillas fueron las más óptimas, determinándose así procesos más adecuados de competencia por luz, agua y nutrientes indistintamente de la variedad, donde en ambos casos resultaron con promedios estadísticamente iguales entre sí.

### 3.2. Virus de hoja blanca (VHB)

El ANVA (tabla 15), estableció que no existieron diferencias estadísticas en ninguna de las fuentes de variabilidad, así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron un C.V. de 15,8% y un R<sup>2</sup> de 24,9%.

Tabla 15

*ANVA para virus de hoja blanca (VHB) (%)*

<b>F.V.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>G.L.</b>	<b>Cuadrático promedio</b>	<b>F.C</b>	<b>Sig.</b>
<b>Bloques</b>	0,001	3	0,0003	0,295	0,829 N.S.
<b>FA: Variedad</b>	0,002	1	0,002	3,388	0,077 N.S.
<b>FB: Densidad</b>	0,002	4	0,001	0,717	0,587 N.S.
<b>FA * FB</b>	0,001	4	0,0003	0,453	0,769 N.S.
<b>E. experimental</b>	0,019	27	0,001		
<b>Total</b>	0,025	39			
C.V = 15,8%    R <sup>2</sup> = 24,9 %    S $\bar{x}$ = 0.031					

Fuente. Elaboración propia

NS: No significativo

La Prueba de Duncan (P<0,05) para promedios de virus de hoja blanca (VHB) (%) respecto al FA: Variedad (tabla 16), muestra la inexistencia de diferencias estadísticas, donde con la variedad Esperanza (A1) se obtuvo promedio de 0,03% y con la variedad Bellavista (A2) promedio de 0,015% de virus de hoja blanca (VHB) respectivamente.

Tabla 16

*Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de virus de hoja blanca (VHB) (%) respecto al FA: Variedad.*

<b>FA: Variedad</b>	<b>Clave</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>Sig</b>
Bellavista	A2	0,015	a
Esperanza	A1	0,030	a

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de virus de hoja blanca (VHB) (%) respecto al FB: Densidad (tabla 17), muestra la inexistencia de diferencias estadísticas, donde con las densidades de 30 kg.ha<sup>-1</sup> (B2), 40 kg.ha<sup>-1</sup> (B3), 20 (B1), 50 kg.ha<sup>-1</sup> (B4) y 60 kg.ha<sup>-1</sup> (B5) de semilla se obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí con 0,034%, 0,023%, 0,023%, 0,021% y 0,011% de virus de hoja blanca (VHB) respectivamente.

Tabla 17

*Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de virus de hoja blanca (VHB) (%) respecto al FB: Densidad.*

<b>FB: Densidad</b>	<b>Clave</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>Sig.</b>
60 kg.ha <sup>-1</sup>	B5	0,011	a
50 kg.ha <sup>-1</sup>	B4	0,021	a
20 kg.ha <sup>-1</sup>	B1	0,023	a
40 kg.ha <sup>-1</sup>	B3	0,023	a
30 kg.ha <sup>-1</sup>	B2	0,034	a

### 3.3. Altura de planta

El ANVA (tabla 18), estableció que para la fuente de variabilidad FB: Densidad existió diferencias altamente estadísticas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad FA: Variedad, así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron C.V. de 31,00% y R<sup>2</sup> de 86,2%.



Tabla 18  
ANVA para altura de planta (m)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	0,021	3	0,007	5,204	0,006 **
<b>FA: Variedad</b>	0,203	1	0,203	148,231	0,000 **
<b>FB: Densidad</b>	0,004	4	0,001	0,716	0,588 N.S.
<b>FA * FB</b>	0,004	4	0,001	0,652	0,630 N.S.
<b>E. experimental</b>	0,037	27	0,001		
<b>Total</b>	0,269	39			
C.V. = 31,00%	R <sup>2</sup> = 86,2 %	S $\bar{x}$ = 0,031			

Fuente. Elaboración propia

\*\* Altamente significativo NS: No significativo

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la altura de planta (cm) respecto al FA: Variedad (figura 10), definió la existencia de diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Bellavista (A2) se alcanzó el mayor promedio con 1,08 m de altura de planta, superando estadísticamente a la variedad La Esperanza (A1) quién alcanzó promedio de 0,93 m de altura de planta.

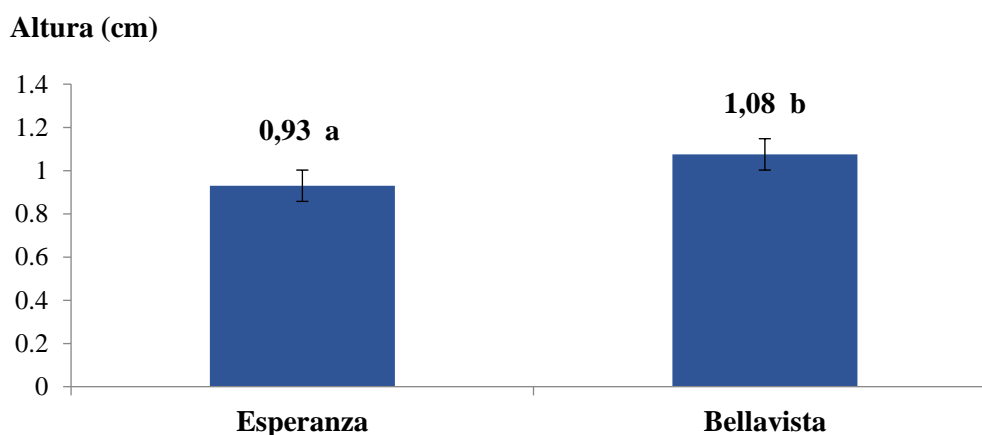


Figura 10. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la altura de planta (m) respecto al FA: Variedad

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la altura de planta (m) respecto al FB: Densidad (tabla 19), muestra inexistencia de diferencias estadísticas, donde con las densidades de 50 kg.ha<sup>-1</sup> (B4), 30 kg.ha<sup>-1</sup> (B2), 60 kg.ha<sup>-1</sup>

(B5), 40 kg.ha<sup>-1</sup> (B3) y 20 (B1) se obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí con 1,02 m, 1,01 m, 1,01 m, 1,0 m y 0,99 m de altura de planta respectivamente.

Tabla 19:

*Prueba de Rangos múltiples de Duncan (P<0,05) para promedios de la altura de planta (m) respecto al FB: Densidad*

<b>FB: Densidad</b>	<b>Clave</b>	<b>Promedio (m)</b>	<b>Sig.</b>
20	B1	0,99	a
40	B3	1,00	a
60	B5	1,01	a
30	B2	1,01	a
50	B4	1,02	a

Flores (2017) al evaluar la altura de planta en 3 densidades de siembra directa al voleo (40, 60 y 80 kg.ha<sup>-1</sup>) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) CV INIA 507 La Conquista, bajo riego en la provincia de Tocache San Martín, obtuvo promedios que variaron desde 96 cm a 104,9 cm, resultados muy similares a los obtenidos en las variedades La Esperanza y Bellavista con 93 y 108 cm de altura de planta respectivamente. Siendo también corroborado en función a las densidades evaluadas en el trabajo de investigación, donde no se encontró diferencias significativas entre ellos, con variación desde 99 cm hasta 102 cm de altura de planta a la cosecha. Los resultados obtenidos se deben posiblemente a que la altura de la planta es una variable definida genéticamente en la planta la cual se expresa en forma homogénea en condiciones de selva.

En general los resultados de altura de planta obtenidos que variaron desde 0,93 m (93 cm) y 1,08 m (108 cm) fueron superiores a los reportados en un trabajo de investigación similar reportado por Duran (2015) al evaluar la respuesta de dos cultivares y con densidades de siembra: 80, 100 y 120 kg de semilla.ha<sup>-1</sup> y donde el cultivar INIAP FL 01 con 92 cm tuvo la mayor altura de la planta, en comparación con el cultivar GO-39815 que presentó 88 cm. Sin embargo, fueron similares a los reportados por Tito (2014), donde con densidades de 60, 90 y 120 kg de semilla por hectárea los promedios alcanzados fueron de 99,98 y 99 cm de altura de planta respectivamente. Sin embargo, se acota que estos resultados posiblemente se deben a

que la altura de la planta del cultivo de arroz, está definida en el código genético en la misma planta y que se expresa en forma homogénea en condiciones de selva.

Puesto que las condiciones edafoclimáticas del lugar, características propias (genotípicas y fenotípicas) de las variedades son variables intrínsecas influyentes en la respuesta de los cultivos, lo cual es corroborado por Minguillo (1981), en su libro titulado “fertilización del cultivo de arroz”, donde señala que la altura de la planta en el cultivo de arroz depende de varios factores tales como el tipo de planta, radiación solar, manejo de agua, temperatura, prácticas culturales, propiedades del suelo y sobre todo el buen uso de las dosis de fertilizantes nitrogenados.

### 3.4. Días al 50% de floración

El ANVA (tabla 20), estableció que para las fuentes de variabilidad FA: Variedad y FB: Densidad existió diferencias altamente estadísticas ( $P < 0,01$ ), así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron un C.V. de 11% y un  $R^2$  de 76,6%.

Tabla 20.

*ANVA para días al 50% de floración*

<b>F.V.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>G.L.</b>	<b>Cuadrático promedio</b>	<b>F.C</b>	<b>Sig.</b>
<b>Bloques</b>	0,900	3	0,300	0,293	0,830 N.S.
<b>FA: Variedad</b>	48,400	1	48,400	47,348	0,000 **
<b>FB: Densidad</b>	34,900	4	8,725	8,535	0,000 **
<b>FA * FB</b>	6,100	4	1,525	1,492	0,232 N.S.
<b>E. experimental</b>	27,600	27	1,022		
<b>Total</b>	117,900	39			
C.V = 11,00%	$R^2 = 76,6 \%$	$S\bar{x} = 1,01$			

Fuente. Elaboración propia

\*\* : Altamente significativo    NS: No significativo

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de los días al 50% de floración respecto al FA: Variedad (figura 11), definió la existencia de diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Esperanza (A1) se alcanzó el mayor promedio con 90,55 días al 50% de floración, superando

estadísticamente a la variedad Bellavista (A2) quién alcanzó un promedio de 88,35 días al 50% de floración.

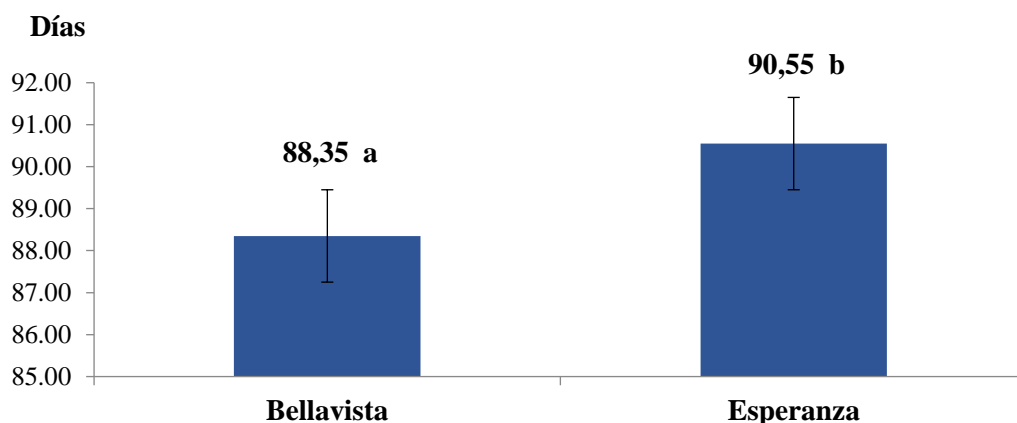


Figura 11: Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de los días al 50% de floración respecto al FA: Variedad

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de los días al 50% de floración respecto al FB: Densidad (Figura 12), muestra existencia de diferencias estadísticas, donde con  $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (B1) se alcanzó el mayor promedio con 91,25 días al 50% de floración, superando estadísticamente a  $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (B2),  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (B4),  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (B3) y  $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (B5) de semillas con promedios de 89,38 días, 89,13 días, 88,88 días y 88,63 días al 50% de floración respectivamente. El incremento de las densidades de siembra describió un comportamiento lineal negativo descrita por la ecuación  $Y = -0,57x + 91,57$  donde por cada kg de semillas que se incremente el número de días al 50% de floración se incrementa en 0,57 días. Este comportamiento explica la correlación entre variables en 71,06% ( $R^2$ ).

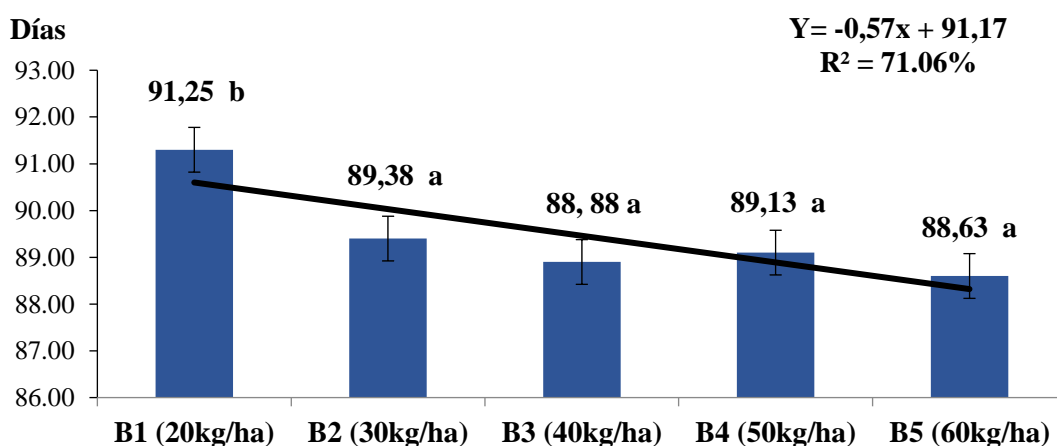


Figura 12. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de los días al 50% de floración respecto al FB: Densidad

Cuando existe una menor cantidad de semilla el periodo de floración aumenta con 91,30 días ya que establece un mayor número de macollos por golpe y lo que hace desarrollar con lentitud en la etapa de desarrollo para el 50% de floración. Pero si aumentamos la cantidad de semilla el periodo de 50% de floración es más corto por la menor presencia de macollos desarrollados (Ortiz, 2016). cuando hay mayor cantidad de semillas

### 3.5. Número de panojas por m<sup>2</sup>

El ANVA (tabla 21), estableció que para la fuente de variabilidad FB: Densidad existió diferencias altamente estadísticas ( $P < 0,01$ ), así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron un C.V. de 30.00% y un  $R^2$  de 73,4 %.

Tabla 21:

*ANVA para número de panojas por m<sup>2</sup> (transformado  $Vx$ )*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	1,507	3	0,502	1,724	0,186 N.S.
<b>FA: Variedad</b>	0,199	1	0,199	0,682	0,416 N.S.
<b>FB: Densidad</b>	18,684	4	4,671	16,029	0,000 **
<b>FA * FB</b>	1,321	4	0,330	1,134	0,362 N.S.
<b>E. experimental</b>	7,868	27	0,291		
<b>Total</b>	29,579	39			
C.V = 30,0%	$R^2 = 73,4 \%$	$S\bar{x} = 0,53$			

Fuente. Elaboración propia

\*\* : Altamente significativo    NS: No significativo

Tabla 22

*Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de número de panojas por m<sup>2</sup> respecto al FA: Variedad*

FA: Variedad	Clave	Promedio	Sig.
Esperanza	A1	305,20	a
Bellavista	A2	310,11	a

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de número de panojas por  $m^2$  respecto al FA: Variedad (tabla 22), no detecto diferencias estadísticas entre promedios, donde con las variedades Bellavista (A2) y Esperanza (A1) alcanzaron promedios estadísticamente iguales entre sí, con 310,11 y 305,20 panojas por  $m^2$  respectivamente.

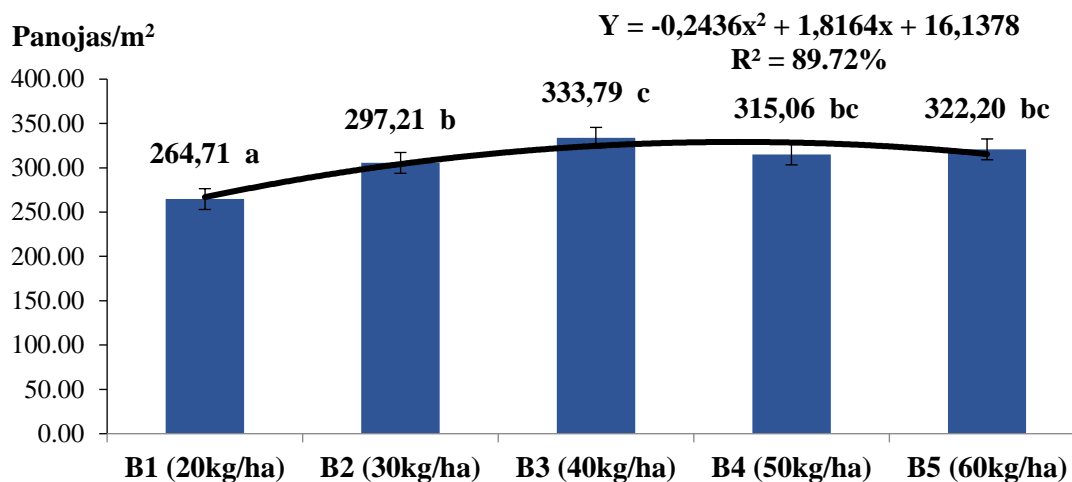


Figura 13. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de número de panojas por  $m^2$  respecto al FB: Densidad

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de número de panojas por  $m^2$  respecto al FB: Densidad (figura 13), muestra existencia de diferencias estadísticas, donde con 40  $kg \cdot ha^{-1}$  de semillas (B3) se alcanzó el mayor promedio con 333,79 panojas por  $m^2$ , siendo estadísticamente igual a los promedios alcanzados por 60  $kg \cdot ha^{-1}$  de semillas (B5) y 50  $kg \cdot ha^{-1}$  (B4) de semillas con 322,20 y 315,06 panojas por  $m^2$  respectivamente y superando estadísticamente a 30  $kg \cdot ha^{-1}$  (B2) y 20  $kg \cdot ha^{-1}$  (B1) los cuales alcanzaron promedios de 297,21 y 264,71 panojas por  $m^2$  respectivamente. El incremento de las densidades de siembra describió un comportamiento lineal polinómico descrito por la ecuación  $Y = -0,2436x^2 + 1,8164x + 16,1378$  donde por cada  $kg$  de semillas que se incremente el número de macollos por  $m^2$  se incrementa en 1,816 hasta aproximadamente los 50  $kg$  luego de este comienza a disminuir en -0,243 panojas. Este comportamiento explica la correlación entre variables en 89,72% ( $R^2$ ).

INIPA (1983), menciona que el rendimiento se incrementa linealmente con el número de panojas por metro cuadrado, pero el número de panojas está relacionado directamente con la cantidad de nitrógeno disponible para la planta, esto es

corroborado por Yoshida (1981), quien señala que un mayor número de espiguillas y granos llenos por espiguilla se logra con un buen abastecimiento de nitrógeno.

### 3.6. Incidencia de *Burkholderia glumae* (%)

El ANVA (tabla 23), estableció que para la fuente de variabilidad FA: Variedad existió diferencias altamente estadísticas ( $P < 0,01$ ), así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron un C.V. de 34,8% y un  $R^2$  de 6,92%.

Tabla 23

ANVA para la incidencia de *Burkholderia glumae* (%) (transformado  $Vx$ )

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	1,141	3	0,380	11,058	0,000 **
<b>FA: Variedad</b>	0,593	1	0,593	17,233	0,000 **
<b>FB: Densidad</b>	0,126	4	0,032	0,917	0,468 N.S.
<b>FA * FB</b>	0,224	4	0,056	1,629	0,196 N.S.
<b>Error experimental</b>	0,929	27	0,034		
<b>Total</b>	3,014	39			
C.V = 34,8%	$R^2 = 69,2 \%$	$S\bar{x} = 0.184$			

Fuente. Elaboración propia

\*\* : Altamente significativo    NS: No significativo

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de incidencia de *Burkholderia glumae* (%) respecto al FA: Variedad (figura 14), detecto diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Bellavista (A2) se alcanzó el mayor promedio con 0,42% de incidencia de *Burkholderia glumae* el cual superó estadísticamente a la variedad Esperanza (A1) quién alcanzó un promedio de 0,16% de incidencia de *Burkholderia glumae*. El CIAT (2010), señala que el ataque es una combinación de varios factores tales como el ácaro *Steneotarsonemus spinki*; las bacterias, *Pseudomonas fuscovaginae* y la *Burkholderia glumae*; el virus de la hoja blanca; los nematodos, los hongos, *Sarocladium oryzae* y el *Helminthosporium* spp; los chinches; los factores genéticos, como las variedades utilizadas y los factores abióticos, tales como: temperatura, humedad relativa y pluviometría, entre otros. Durante el periodo de ejecución de la investigación se registraron temperatura

máxima de 34.2 °C con una mínima de 19 °C, con una media de 26 °C, y una precipitación de 242.mm.

***Burkholderia g.***  
(%)

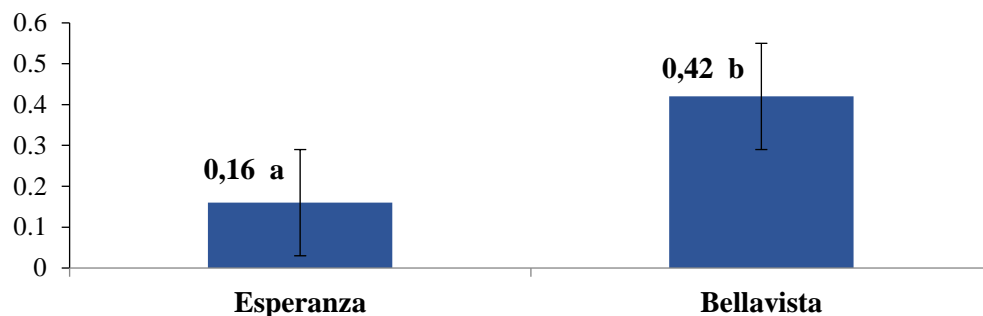


Figura 14: Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de incidencia de *Burkholderia glumae* (%) respecto al FA: Variedad

Tabla 24

Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de incidencia de *Burkholderia glumae* (%) respecto al FB: Densidad

FB: Densidad	Clave	Promedio	Sig.
40	B3	0,19	a
20	B1	0,24	a
30	B2	0,29	a
60	B5	0,29	a
50	B4	0,37	a

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de incidencia de *Burkholderia glumae* (%) respecto al FB: Densidad (tabla 24), no detectó la existencia de diferencias estadísticas, donde los promedios alcanzados fueron de 0,37%, 0,29%, 0,29%, 0,24% y 0,19% de incidencia de *Burkholderia glumae* para 50 kg.ha<sup>-1</sup> (B4) de semillas, 60 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B5), 30 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B2), 20 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B1) y 40 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B3) respectivamente .



### 3.7. Período vegetativo

El ANVA (tabla 25), estableció que para la fuente de variabilidad FA: Variedad existió diferencias altamente estadísticas ( $P < 0,01$ ), así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron con un C.V. de 11,0% y un  $R^2$  de 82,4%. En la (tabla 25): Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del período vegetativo (días) respecto al FA: Variedad.

Tabla 25.

ANVA para el período vegetativo (días)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	11,700	3	3,900	2,013	0,136 N.S.
<b>FA: Variedad</b>	211,600	1	211,600	109,239	0,000 **
<b>FB: Densidad</b>	16,350	4	4,087	2,110	0,107 N.S.
<b>FA * FB</b>	5,150	4	1,288	0,665	0,622 N.S.
<b>Error experimental</b>	52,300	27	1,937		
<b>Total</b>	297,100	39			
C.V = 11,0%	$R^2 = 82,4 \%$	$S\bar{x} = 1.391$			

Fuente. Elaboración propia

\*\* : Altamente significativo

NS: No significativo

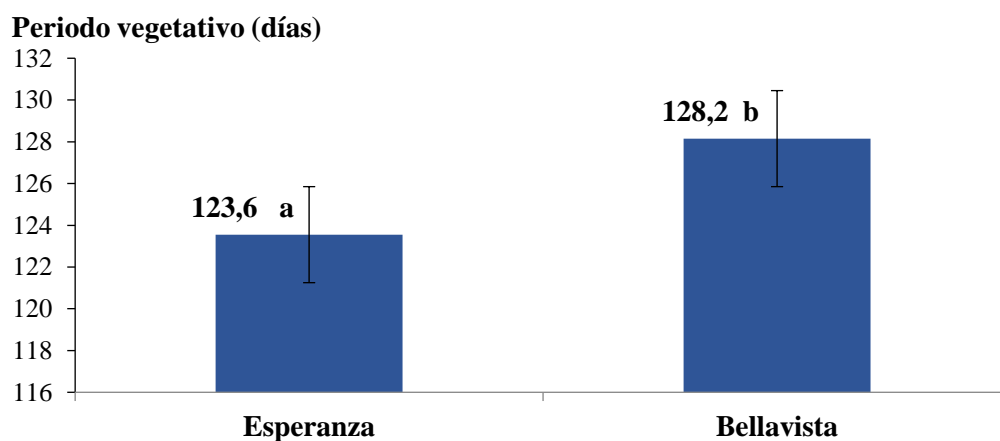


Figura 15: Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de periodo vegetativo respecto al FA: Variedad

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del período vegetativo (días) respecto al FA: Variedad (figura 15), detectó diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Bellavista (A2) se alcanzó el mayor promedio con 128,2 días de periodo vegetativo y el cual superó estadísticamente a la variedad Esperanza (A1) quién alcanzó un promedio de 123,6 días de período vegetativo.

La temperatura es también el factor más importante en la duración del período vegetativo de maduración del arroz, que varía de 64-66 días en las regiones más frías, a 30-32 días en las más cálidas. El óptimo de temperatura depende del origen de la variedad (Benacchio y Avilan, 1991), mencionado por (Saavedra, 2009).

Tabla 26

*Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del período vegetativo (días) respecto al FB: Densidad*

<b>FB: Densidad</b>	<b>Clave</b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
50	B4	125,25	a
40	B3	125,38	a
60	B5	125,38	a
30	B2	126,50	a
20	B1	126,75	a

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del período vegetativo (días) respecto al FB: Densidad (tabla 24), no detectó la existencia de diferencias estadísticas, donde los promedios alcanzados fueron de 126,75 días, 126,5 días, 125,38 días, 125,38 días y 125,25 días de período vegetativo para 20 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B1), 30 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B2), 60 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B5), 40 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas (B3) y 50 kg.ha<sup>-1</sup> (B4) de semillas respectivamente.

Indistintamente del efecto densidad, el efecto en la variedad Bellavista determinó un mayor período vegetativo con 128,15 días, atribuibles a sus características fisiológicas y los cuales fueron superiores a los reportados por Tito (2014), quién al evaluar densidades de siembra de 60, 90 y 120 kg de semilla por hectárea obtuvo 117

días de periodo vegetativo en promedio para cada una de las densidades ensayadas. Sin embargo, estos resultados posiblemente se deban a que el período vegetativo del cultivo de arroz, esté definida en el código genético en la misma planta y que se expresa en forma homogénea en condiciones de selva.

### 3.8. Rendimiento con 14% de humedad

El ANVA (tabla 27), estableció que para la fuente de variabilidad FA: Variedad existió diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ), así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron un C.V. de 8,74% y un  $R^2$  de 52,2%.

Tabla 27.

ANVA para el rendimiento con 14% de humedad

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	6,850	3	2,283	5,761	0,004 **
<b>FA: Variedad</b>	2,022	1	2,022	5,101	0,032 *
<b>FB: Densidad</b>	1,748	4	0,437	1,102	0,376 N.S.
<b>FA * FB</b>	1,086	4	0,271	0,685	0,609 N.S.
<b>E. experimental</b>	10,701	27	0,396		
<b>Total</b>	22,406	39			
C.V = 8,74%	$R^2 = 52,2 \%$	$S\bar{x} = 0.62$			

Fuente. Elaboración propia

\*: Significativo

\*\*: Altamente significativo

NS: No significativo

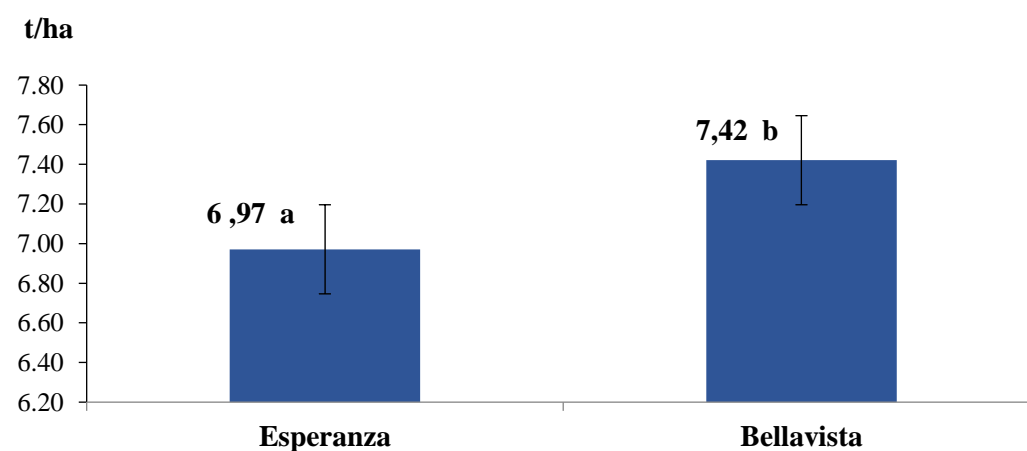


Figura 16. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del rendimiento con 14% de humedad respecto al FA: Variedad

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del rendimiento con 14% de humedad respecto al FA: Variedad (figura 16), detectó diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Bellavista (A2) se alcanzó el mayor promedio con  $7,42 \text{ t.ha}^{-1}$  de rendimiento y el cual superó estadísticamente a la variedad Esperanza (A1) quién alcanzó un promedio de  $6,97 \text{ t.ha}^{-1}$  de rendimiento con 14% de humedad. La variedad Bellavista tiene una mayor longitud de grano de  $9,5 \text{ mm} \times 2,2 \text{ mm}$  y la variedad Esperanza es de  $7,0 \text{ mm}$ ,  $\times 2 \text{ mm}$  además el peso de 1000 semillas en la variedad Esperanza es de 27 g y la variedad Bellavista es de 29 g.

Tabla 28: *Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del rendimiento con 14% de humedad respecto al FB: Densidad*

<b>FB: Densidad</b>	<b>Clave</b>	<b>Promedio (<math>\text{t.ha}^{-1}</math>)</b>	<b>Sig.</b>
20	B1	6,84	a
60	B5	7,14	a
30	B2	7,22	a
40	B3	7,30	a
50	B4	7,47	a

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del rendimiento con 14% de humedad respecto al FB: Densidad (tabla 28), no detectó la existencia de diferencias estadísticas, donde los promedios alcanzados fueron de  $7,47 \text{ t.ha}^{-1}$ ,  $7,30 \text{ t.ha}^{-1}$ ,  $7,22 \text{ t.ha}^{-1}$ ,  $7,14 \text{ t.ha}^{-1}$  y  $6,84 \text{ t.ha}^{-1}$  de rendimiento con 14% de humedad para  $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  (B4) de semillas,  $40 \text{ kg.ha}^{-1}$  de semillas (B3),  $30 \text{ kg.ha}^{-1}$  de semillas (B2),  $60 \text{ kg.ha}^{-1}$  de semillas (B5), y  $20 \text{ kg.ha}^{-1}$  de semillas (B1) respectivamente.

Al parecer el factor varietal fue determinante en el rendimiento, donde la Variedad Bellavista con  $7,42 \text{ t.ha}^{-1}$  superó en rendimiento a variedad Esperanza quién alcanzó un rendimiento de  $6,97 \text{ t.ha}^{-1}$ , valores superiores a los reportados por Duran S.; C.A. (2015) al evaluar la respuesta de dos cultivares y con densidades de siembra: 80, 100 y 120 kg de semilla. $\text{ha}^{-1}$  y donde en aquellos tratamientos con una densidad de población de 100 y 120  $\text{kg.ha}^{-1}$  de semilla obtuvieron valores superiores de rendimiento, siendo que con el tratamiento con  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$  de semilla igual

estadísticamente cuando se empleó 80 kg.ha<sup>-1</sup> de semilla, cuyo rendimiento fue de 4110 kg.ha<sup>-1</sup> (4,11 t.ha<sup>-1</sup>). Por otro lado, Tito (2014), quién al evaluar densidades de siembra de 60, 90 y 120 kg de semilla por hectárea reportó promedios de 7,41 t.ha<sup>-1</sup>, 7,24 t.ha<sup>-1</sup> y 6,64 t.ha<sup>-1</sup> de rendimiento respectivamente, los cuales fueron similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

### 3.9. Longitud de panícula

El ANVA (tabla 29), estableció que para la fuente de variabilidad FA: Variedad existió diferencias altamente estadísticas ( $P < 0,01$ ), así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron un C.V. de 5,14% y un  $R^2$  de 77,6%.

Tabla 29.

ANVA para longitud de panícula (cm)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	14,475	3	4,825	2,846	0,056 N.S.
<b>FA: Variedad</b>	119,025	1	119,025	70,206	0,000 **
<b>FB: Densidad</b>	13,650	4	3,412	2,013	0,121 N.S.
<b>FA * FB</b>	11,850	4	2,963	1,747	0,169 N.S.
<b>E. experimental</b>	45,775	27	1,695		
<b>Total</b>	204,775	39			
C.V = 5,14%	$R^2 = 77,6 \%$	$S\bar{x} = 1.41$			

Fuente. Elaboración propia

\*\* : Altamente significativo      NS: No significativo

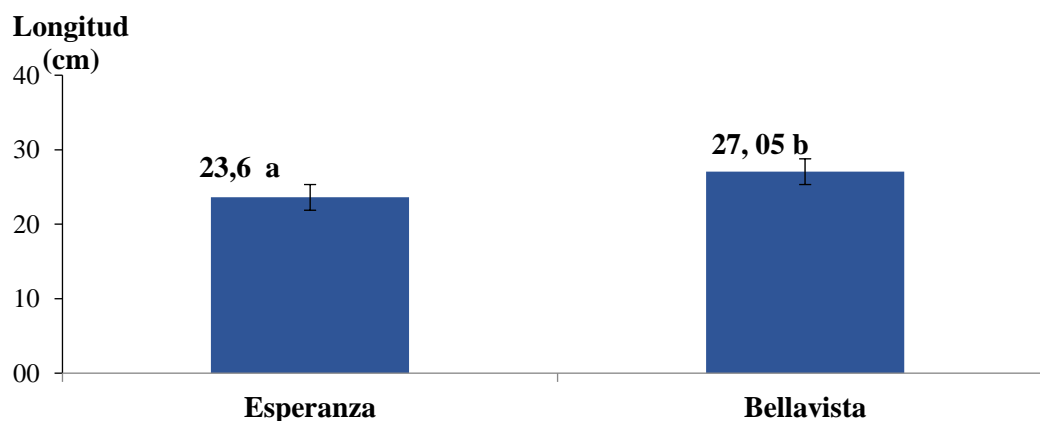


Figura 17: Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la longitud de panícula (cm) respecto al FA: Variedad

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la longitud de panícula (cm) respecto al FA: Variedad (figura 17), detecto diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Bellavista (A2) se alcanzó el mayor promedio con 27,05 cm de longitud de panícula y el cual superó estadísticamente a la variedad Esperanza (A1) quién alcanzó un promedio de 23,60 cm de longitud de panícula.

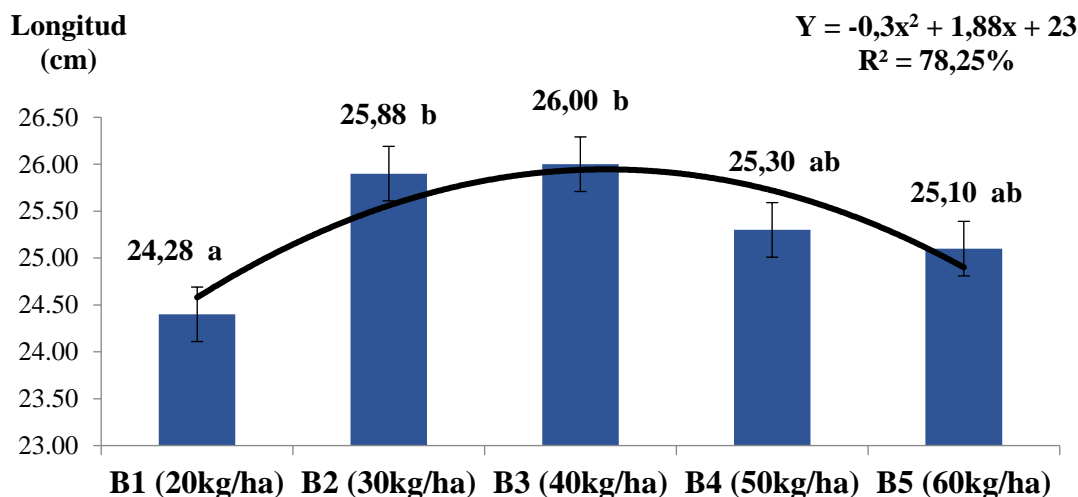


Figura 18: Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la longitud de panícula (cm) respecto al FB: Densidad

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de la longitud de panícula (cm) respecto al FB: Densidad (figura 18), detecto la existencia de diferencias estadísticas, donde los promedios alcanzados por las densidades de , 40  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de semillas (B3) y 30  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de semillas (B2) alcanzaron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí, con 26,00 y 25,88 cm de longitud de panícula respectivamente y superando estadísticamente solo a la densidad de 20  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de semillas (B1) quién alcanzó un promedio de 24,28 cm de longitud de panícula. Los incrementos de las densidades de siembra describieron un comportamiento lineal polinómico descrito por la ecuación  $Y = -0,3x^2 + 1,88x + 23$  donde por cada kg de semillas que se incremente la longitud de la panícula se incrementa en 1,88 cm hasta aproximadamente los 40 kg luego de este el comienza a disminuir en -0,3 cm de longitud. Este comportamiento explica la correlación entre variables en 78,25% ( $R^2$ ).

Puesto que con la variedad Bellavista el promedio fue mayor con 27,05 cm este valor fue superior al reportado por Tito (2014), quién al evaluar densidades de siembra de 60, 90 y 120 kg de semilla por hectárea obtuvo en promedio 24 cm de longitud de panícula para las tres densidades ensayadas y muy similar al obtenido con la variedad Esperanza con 23,6 cm de longitud de la panícula.

### 3.10. Número de granos por panícula

El ANVA (tabla 30), estableció que para la fuente de variabilidad FA: Variedad existió diferencias altamente estadísticas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad FA. Variedad, así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron un C.V. de 5,25% y un  $R^2$  de 76,4%.

Tabla 30

*ANVA para el número de granos por panícula (transformado  $Vx$ )*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	13,644	3	4,548	8,839	0,000 **
<b>FA: Variedad</b>	26,115	1	26,115	50,751	0,000 **
<b>FB: Densidad</b>	1,439	4	0,360	0,699	0,599 N.S.
<b>FA * FB</b>	3,852	4	0,963	1,871	0,144 N.S.
<b>E. experimental</b>	13,893	27	0,515		
<b>Total</b>	58,942	39			
C.V = 5,25%		$R^2 = 76,4 \%$	$S\bar{x} = 0,71$		

Fuente. Elaboración propia

\*\* : Altamente significativo    NS: No significativo

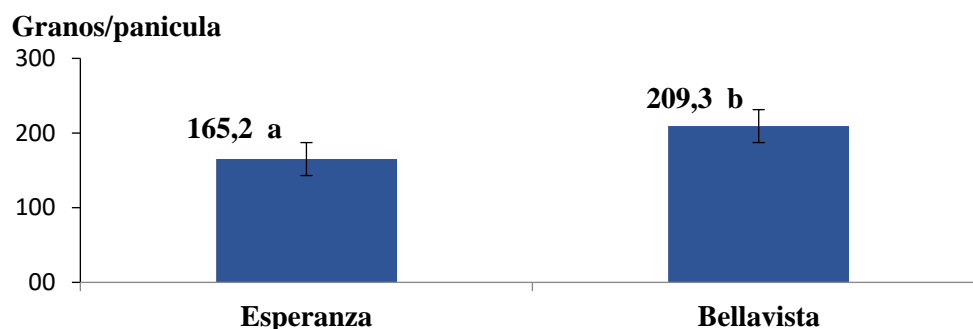


Figura 19. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del número de granos por panícula respecto al FA: Variedad

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del número de granos por panícula respecto al FA: Variedad (figura 19), detectó diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Bellavista (A2) alcanzó el mayor promedio con 209,3 granos por panícula y el cual superó estadísticamente a la variedad Esperanza (A1) quién alcanzó un promedio 165,2 granos por panícula. Según el CIAT (1980), infiere que hay cuatro componentes o factores muy esenciales que contribuyen significativamente al rendimiento de arroz en grano, los cuales son el número de panículas por unidad de área, el número de espiguillas o granos por panícula, el porcentaje de granos llenos, y el peso de los granos llenos.

Tabla 31:

*Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del número de granos por panícula respecto al FB: Densidad*

<b>FB: Densidad</b>	<b>Clave</b>	<b>Promedio</b>	<b>Sig.</b>
60	B5	180,36	A
50	B4	182,62	A
20	B1	184,96	A
40	B3	190,62	A
30	B2	194,39	A

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del número de granos por panícula respecto al FB: Densidad (tabla 31), no detectó la existencia de diferencias estadísticas, donde los promedios alcanzados fueron de 194,39 granos, 190,62 granos, 184,96 granos, 182,62 granos y 180,36 granos por panícula para las densidades de semillas de 30 kg.ha<sup>-1</sup> (B2), 40 kg.ha<sup>-1</sup> (B3), 20 kg.ha<sup>-1</sup> (B1), 50 kg.ha<sup>-1</sup> (B4) y 60 kg.ha<sup>-1</sup> (B5) respectivamente.

Se evidencia que las densidades de siembra evaluadas no significaron variaciones significativas en los promedios variando desde 180,36 hasta 194,39 granos por panícula, sin embargo, el efecto en la Variedad si determinó una diferencia significativa importante, donde con la variedad Bellavista se obtuvo un mayor promedio con 209,38 granos por panícula frente al obtenido con la variedad Esperanza quién alcanzó un promedio de 165,2 granos por panícula. Este efecto respuesta debido específicamente a la variedad y con promedios superiores puede ser



comparado por lo reportado por Duran (2015) al evaluar la respuesta de dos cultivares y con densidades de siembra: 80, 100 y 120 kg de semilla por hectárea y respecto a la evaluación del número de granos por panículas, el cultivar GO-39815, con 104 granos, fue superior en comparación con el cultivar INIAP FL 01 que obtuvo 99 granos. En general las condiciones edafoclimáticas y las características varietales también influenciaron en estos resultados. Tito (2014), quién al evaluar densidades de siembra de 60, 90 y 120 kg de semilla por hectárea obtuvo en promedio 92, 88,94 granos por panícula respectivamente, promedios muy inferiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación. Así mismo, respecto a las respuestas entre variedades, los resultados posiblemente se deban a que el número de granos por panícula del cultivo de arroz, está definida en el código genético en la misma planta y que se expresa en forma homogénea en condiciones de selva

### 3.11. Porcentaje de fertilidad de espiguillas

El ANVA (tabla 32), estableció que para la fuente de variabilidad FA: Variedad existió diferencias altamente estadísticas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad FA. Variedad, así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron un C.V. de 16,8% y un  $R^2$  de 64,5%.

Tabla 32

*ANVA para el porcentaje de fertilidad de espiguillas (transformado  $Vx$ )*

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	0,050	3	0,017	0,683	0,570 N.S.
<b>FA: Variedad</b>	1,073	1	1,073	44,383	0,000 **
<b>FB: Densidad</b>	0,036	4	0,009	0,376	0,824 N.S.
<b>FA * FB</b>	0,029	4	0,007	0,299	0,876 N.S.
<b>E. experimental</b>	0,652	27	0,024		
<b>Total</b>	1,840	39			
C.V = 16,8%	$R^2 = 64,5 \%$	$\bar{Sx} = 0,15$			

Fuente. Elaboración propia

\*\* : Altamente significativo    NS: No significativo

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del porcentaje de fertilidad de espiguillas respecto al FA: Variedad (figura 20), detecto diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Esperanza (A1) se alcanzó el mayor promedio con 87,6% de fertilidad de espiguillas y el cual superó estadísticamente a la variedad Bellavista (A2) quién alcanzó un promedio 81,6% de fertilidad de espiguillas.

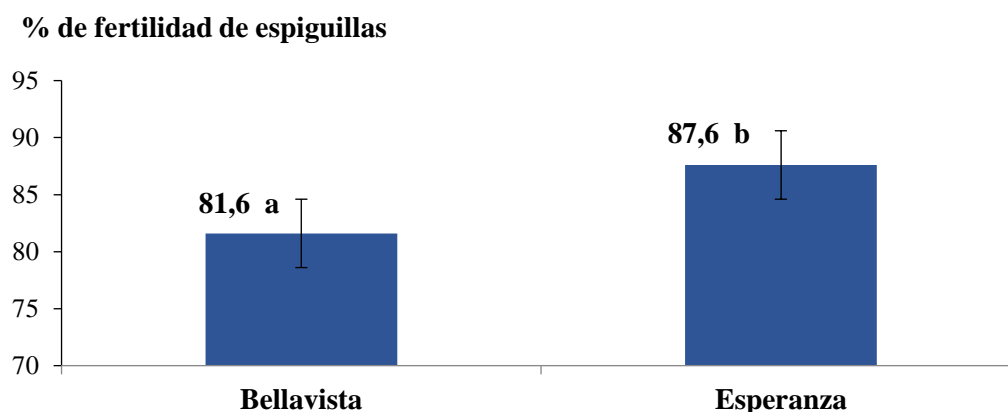


Figura 20. Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del porcentaje de fertilidad de espiguillas respecto al FA: Variedad.

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del número de granos por panícula respecto al FB: Densidad (tabla 33), no detectó la existencia de diferencias estadísticas, donde los promedios alcanzados fueron de 85,19%, 85,0%, 85,0%, 84,09% y 83,72% de fertilidad de espiguillas para las densidades de semillas de 50 kg.ha-1 (B4), 20 kg.ha-1 (B1), 40 kg.ha-1 (B3), 60 kg.ha-1 (B5) y 30 kg.ha-1 (B2) respectivamente.

Tabla 33:

*Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del porcentaje de fertilidad de espiguillas respecto al FB: Densidad*

FB: Densidad	Clave	Promedio (%)	Sig.
30	B2	83,72	a
60	B5	84,09	a
40	B3	85,00	a
20	B1	85,00	a
50	B4	85,19	a

Adicionalmente a los factores edafoclimáticos, estos resultados posiblemente se deben a que la fertilidad de espiguillas del cultivo de arroz, está definida en el código genético en la misma planta y que se expresa en forma homogénea en condiciones de selva.

### 3.12. Peso de 1000 granos

Tabla 34

ANVA para el Peso de 1000 granos (g)

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrático promedio	F.C	Sig.
<b>Bloques</b>	1,857	3	0,619	1,135	0,353 N.S
<b>FA: Variedad</b>	1,063	1	1,063	1,948	0,174 N.S
<b>FB: Densidad</b>	0,597	4	0,149	0,274	0,892 N.S
<b>FA * FB</b>	1,348	4	0,337	0,618	0,654 N.S
<b>E. experimental</b>	14,729	27	0,546		
<b>Total</b>	19,594	39			
C.V. = 2,5%	R <sup>2</sup> = 24,8%	S $\bar{x}$ = 0.73			

Fuente. Elaboración propia

\*\* : Altamente significativo      **N.S**: No significativo

El ANVA (tabla 34), estableció que no existieron diferencias estadísticas en ninguna fuente de variabilidad, así mismo, los datos obtenidos y procesados para esta variable arrojaron un C.V. de 2,5% y un R<sup>2</sup> de 24,8%.

Tabla 35.

Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del Peso de 1000 granos (g) respecto al FA: Variedad

FA: Variedad	Clave	Promedio (g)	Sig
Bellavista	A2	29,38	a
Esperanza	A1	29,70	a

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del Peso de 1000 granos (g) respecto al FA: Variedad (tabla 35), no detecto diferencias estadísticas entre promedios, donde con la variedad Esperanza (A1) se alcanzó el

mayor promedio con 29,70 g de peso de 1000 semillas, el cual resultó estadísticamente igual a la variedad Bellavista (A2) quién alcanzó un promedio 29,38 g de peso de 1000 semillas.

Tabla 36

*Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del Peso de 1000 granos (g) respecto al FB: Densidad*

<b>FB: Densidad</b>	<b>Clave</b>	<b>Promedio (g)</b>	<b>Sig.</b>
40	B3	29,39	a
50	B4	29,45	a
20	B1	29,51	a
30	B2	29,65	a
60	B5	29,71	a

La Prueba de Rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios del Peso de 1000 granos (g) respecto al FB: Densidad (tabla 36), no detectó la existencia de diferencias estadísticas, donde los promedios alcanzados fueron de 29,71 g, 29,65 g, 29,51 g, 29,45 g y 29,39 g de peso de 1000 semillas para las densidades de semillas de 60 kg.ha<sup>-1</sup> (B5), 30 kg.ha<sup>-1</sup> (B2), 20 kg.ha<sup>-1</sup> (B1), 50 kg.ha<sup>-1</sup> (B4) y 40 kg.ha<sup>-1</sup> (B3) respectivamente.

El peso de 1000 granos no fue una variable que haya determinado diferencias estadísticas a nivel de variedad ni a nivel de densidades de siembra, variando estos promedios entre 29,38 y 29,70 g a nivel de variedades y entre 29,39 y 29,71 g a nivel de densidades de siembra. Sin embargo, en investigaciones similares y con mayores densidades de siembra y al ser comparados por los promedios reportados por Duran (2015) al evaluar la respuesta de dos cultivares y con densidades de siembra: 80, 100 y 120 kg de semilla por hectárea y respecto al peso de 1000 granos, las densidades con 100 y 120 kg de semilla/ha presentaron valores de 26 y 27 gramos, respectivamente, iguales estadísticamente entre las mismas pero diferentes al tratamiento con 80 kg/ha de semilla que tuvo un valor de 24 gramos. Sin embargo, Tito (2014), quién al evaluar densidades de siembra de 60, 90 y 120 kg de semilla por hectárea obtuvo en promedio 27,66 g, 27,45 g y 27,72 g de peso de 1000 semillas, promedios ligeramente inferiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

### 3.13. Incidencia de *Pyricularia* en hoja y panícula

La incidencia de *Pyricularia* en grados/hoja figura 21, reportó en todos los tratamientos un grado 1 (<0,01%), por lo que este valor porcentual no representó ser significativo, ni de importancia económica para recibir un tratamiento de control.

Como se puede observar en la figura 21, en los tratamientos T8 (Bellavista 40 kg.ha<sup>-1</sup>), T9 (Bellavista x 50 kg.ha<sup>-1</sup>) y T5 (INIA 509 La Esperanza x 60 kg.ha<sup>-1</sup>) se reportaron los promedios más altos con grados 2 (1-5%), 2 (1-5%) y 1,5 (1-5%) de Incidencia de *Pyricularia* en grados/panícula, en comparación a los demás tratamientos, los cuales arrojaron un grado 1 (<1%) de Incidencia de *Pyricularia*. Los valores grado y porcentual no representaron valores de importancia económica.

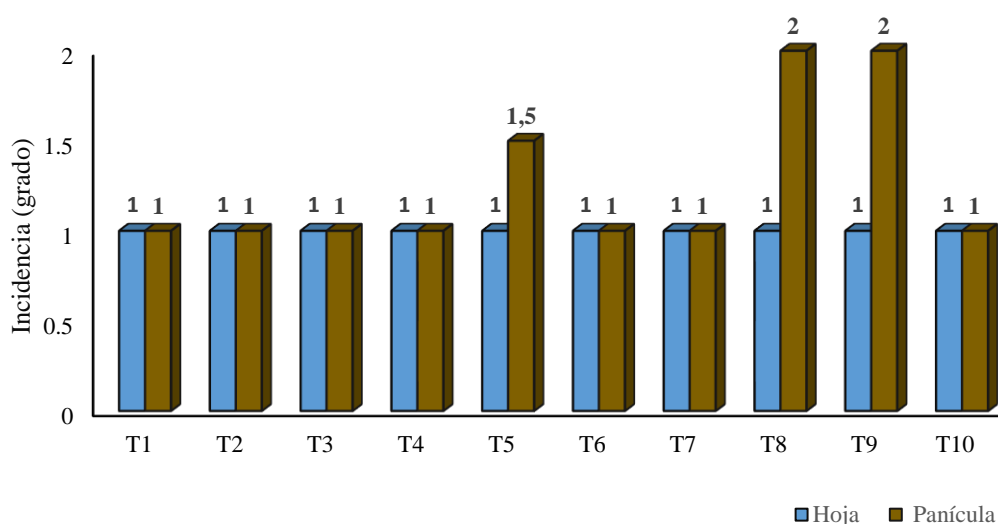


Figura 21. Promedios de la Incidencia de *Pyricularia* por tratamiento en hoja y panícula

### 3.14. Manchado del grano, incidencia por *Helminthosporium* en hoja, *Rynchosporium* en grados/lesiones apicales

En la figura 22, se observa que con los tratamientos T1 (INIA 509 La Esperanza x 20 kg.ha<sup>-1</sup>), T6 (Bellavista x 20 kg.ha<sup>-1</sup>) y T10 (Bellavista x 60 kg.ha<sup>-1</sup>), se alcanzaron los grados/porcentaje más altos con un grado de 1,5 (1-5%) del manchado del grano respectivamente, en comparación a los demás tratamientos, los cuales arrojaron un grado 1 (<1%) del manchado del grano. Los valores grado y porcentual no representaron valores de importancia económica. Sin embargo, Tito (2014), quién al evaluar densidades de siembra de 60, 90 y 120 kg de semilla por hectárea reportó un promedio de 3 (moderadamente resistente) en la escala evaluativa de 1 al 9.

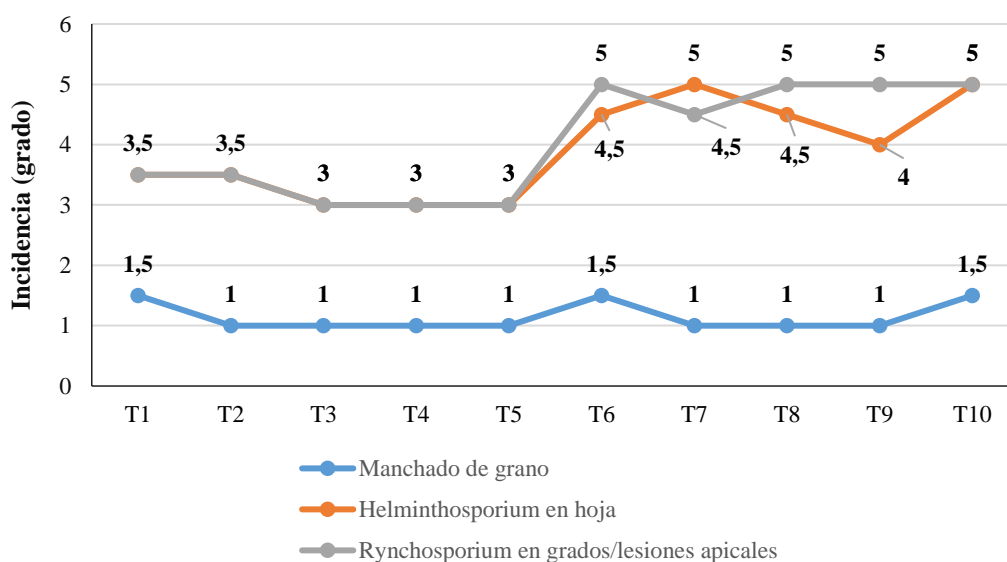


Figura 22: Promedios del Manchado del grano, *Helminthosporium* en hoja, *Rynchosporium* en grados/lesiones apicales por tratamiento

Como se observa en la figura 22, los tratamientos T7 (Bellavista x 30 kg.ha<sup>-1</sup>) y T10 (Bellavista x 60 kg.ha<sup>-1</sup>), resultaron ser los más susceptibles a la Incidencia por *Helminthosporium*, los cuales arrojaron los valores más altos con 5 (6-25%) y 5 (6-25%) grados/hoja/porcentual respectivamente, seguido de los tratamientos T6 (Bellavista x 20 kg.ha<sup>-1</sup>), T8 (Bellavista x 40 kg.ha<sup>-1</sup>), T9 (Bellavista x 50 kg.ha<sup>-1</sup>), T1 (INIA 509 La Esperanza x 20 kg.ha<sup>-1</sup>), T2 (INIA 509 La Esperanza x 30 kg.ha<sup>-1</sup>), T3 (INIA 509 La Esperanza x 40 kg.ha<sup>-1</sup>), T4 (INIA 509 La Esperanza x 50 kg.ha<sup>-1</sup>) y T5 (INIA 509 La Esperanza x 60 kg.ha<sup>-1</sup>) con 4,5 (1-5%), 4,5 (1-5%), 4 (1-5%), 3,5 (1-5%), 3,5 (1-5%), 3 (1-5%), 3 (1-5%) y 3 (1-5%) grados/hoja/porcentual respectivamente.

Se observa en la figura 22, que los tratamientos más susceptibles a Incidencia de *Rynchosporium* en grados/lesiones apicales fueron el T6 (Bellavista x 20 kg.ha<sup>-1</sup>), T8 (Línea Bellavista x 40 kg.ha<sup>-1</sup>), T9 (Bellavista x 50 kg.ha<sup>-1</sup>) y T10 (Bellavista x 60 kg.ha<sup>-1</sup>) los cuales arrojaron los valores promedio más altos con 5 (6-25%) grados/porcentuales de lesiones apicales en cada uno de ellos, seguido de los tratamientos T7 (Bellavista x 30 kg.ha<sup>-1</sup>), T1 (INIA 509 La Esperanza x 20 kg.ha<sup>-1</sup>), T2 (INIA 509 La Esperanza x 30 kg.ha<sup>-1</sup>), T3 (INIA 509 La Esperanza x 40 kg.ha<sup>-1</sup>), T4 (INIA 509 La Esperanza x 50 kg.ha<sup>-1</sup>) y T5 (INIA 509 La Esperanza x 60 kg.ha<sup>-1</sup>) con promedios de 4,5 (1-5%), 3,5 (1-5%), 3,5 (1-5%), 3 (1-5%), 3 (1-5%) y 3 (1-5%) de Incidencia de *Rynchosporium* en grados/lesiones apicales Incidencia de *Rynchosporium* en grados/lesiones apicales respectivamente.

### 3.15. Análisis económico

Al realizar el análisis de costos para los tratamientos estudiados (tabla 37), fue realizado en base del total de costo de producción por tratamiento (Anexo 2), expresado en nuevos soles, la relación Beneficio/Costo y se consideró un precio de mercado actual al por mayor a las empresas del ámbito local, estimado en S/: 0,75 nuevos soles por kilogramo.

Tabla 37

*Costos de producción y la relación Beneficio/Costo por tratamiento*

Ttos.	Rendimiento Kg/ha	Precio de venta por kilo	Ingreso bruto	Costo de producción	Utilidad	Costo beneficio	B-C
B1	6840	0,75	5130	3904	1110	0,78	1,28
B2	7220	0,75	5415	3933	1366	0,75	1,34
B3	7300	0,75	5475	3965	1434	0,74	1,35
B4	7470	0,75	5602,5	3984	1542,5	0,72	1,38
B5	7140	0,75	5355	5583	-228	1,04	0,96

Se establecieron los rubros en nuevos soles que estaban enmarcados dentro de los costos fijos en los que se tomó en cuenta, mano de obra, semillas, labores culturales, como también costos variables que contemplan tipos de productos para el control de plagas y enfermedades utilizados, transporte del grano de arroz.

El análisis de los resultados indica que todos los tratamientos, tuvieron un beneficio/costo positivo lo que nos indica que la densidad B2, B3, B4 son los mejores. El tratamiento que obtuvo optimo comportamiento fue el B4 con 50 kg.ha<sup>-1</sup> ya que la relación beneficio costo fue de 1,38, y un costo beneficio de 0,72 nuevos soles, también se puede apreciar un comportamiento similar en el rendimiento de la densidad B3 con 40 kg.ha<sup>-1</sup>, y B2 (30 kg.ha<sup>-1</sup>). mientras que en le B5, se obtiene una utilidad negativa de

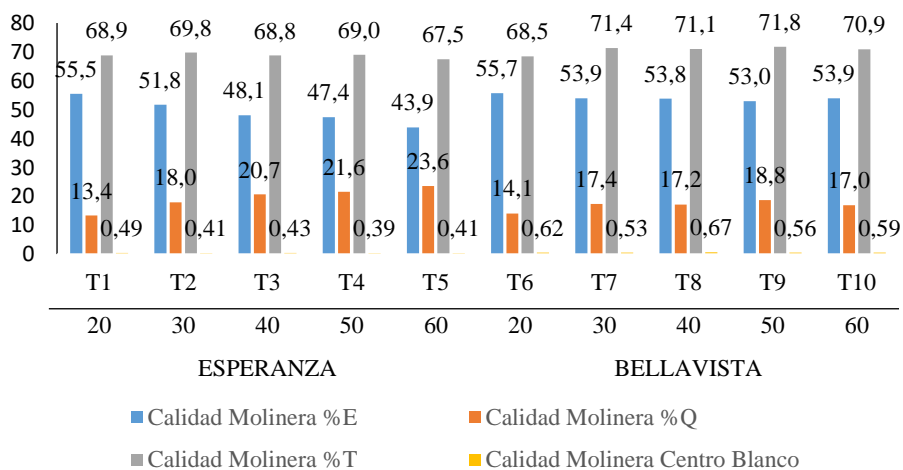
Los datos reportados permiten derivar que el uso de diferentes densidades de semilla por hectárea tiene una marcada diferencia en el rendimiento de la cosecha como se puede notar en el número de panojas por metro cuadrado y la longitud de panícula en la densidad de 40 kg.ha<sup>-1</sup>.

### 3.16. Calidad molinera

#### Porcentaje de grano entero (%E)

En la figura 23 se observó que el tratamiento T6 de 20 kg.ha<sup>-1</sup> que corresponde a la variedad Bellavista con 55,7 % y el tratamiento T1 de 20 kg.ha<sup>-1</sup> con porcentaje de granos enteros de 55,4 % en la variedad Esperanza. Con las densidades que se obtuvo menor porcentaje de granos enteros es T5 60 kg.ha<sup>-1</sup> con 43,9 % en la variedad Esperanza y para la variedad Bellavista con la densidad de 50 kg.ha<sup>-1</sup> se obtuvo 53,0 %.

Figura 23. Promedios de la calidad molinera en las dos variedades.





### **Porcentaje de granos quebrados (% Q)**

En la figura 23 se observó que el tratamiento T5 60 kg.ha<sup>-1</sup> obtuvo mayor cantidad de granos quebrados 23,5 % en la variedad esperanza, en la variedad Bellavista el mayor porcentaje de granos quebrados se mostró en el T9 50 kg.ha<sup>-1</sup> con 18,7 % respectivamente.

### **Centro blanco**

En la figura 23 el tratamiento T8 40 kg.ha<sup>-1</sup> de la variedad Bellavista con 0,67% obtuvo el mayor porcentaje de centro blanco en grano. Y el menor porcentaje de grano blanco tiene la variedad Esperanza T4 50 con 0,39 %..

### **Cantidad total de Calidad molinera**

La mejor calidad molinera en este trabajo de investigación obtuvo el T9 (50 kg.ha<sup>-1</sup>) con la variedad Bellavista con un 71,8 % , el siguiente tratamiento que también obtuvo una calidad molinera buena fue el T7 (30 kg.ha<sup>-1</sup>) con la variedad Bellavista con un 71,4 %.

## CONCLUSIONES

- ✓ En el presente trabajo de investigación se ha determinado que la densidad de semilla óptima, bajo el sistema de siembra directa en la localidad de Juan Guerra, para las variedades INIA 509 - La Esperanza y INIA 514 - Bellavista, es de 50 kg.ha<sup>-1</sup>; con la cual se obtiene promedios de rendimientos de grano de 7.47 kg.ha<sup>-1</sup>.
- ✓ La variedad INIA 514 – Bellavista presentó un incremento de 6.45% de rendimiento, en comparación con la variedad INIA 509 – La Esperanza; siendo los promedios 7,42 kg.ha<sup>-1</sup> y 6,97 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.
- ✓ En rendimiento de grano con 14% de humedad obtuvo la variedad Bellavista la cual alcanzó un total en promedio de 7,42 t.ha<sup>-1</sup> y al mismo tiempo es la que presentó mayor número de granos por panícula con una cantidad de 209,38 granos.
- ✓ El análisis económico del factor densidades de semilla, nos indica que la relación B/C fue positiva para las densidades B1, B2, B3, B4; sin embargo, se observó una mayor relación con la densidad B4 (50 kg.ha<sup>-1</sup>), con un valor de B/C de S/ 1,38 soles. Pero en la densidad B5 es de S/ 0.96.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Las dos variedades en estudio han mostrado buen comportamiento agronómico y fitosanitario bajo el sistema de siembra directa; sin embargo, se necesita seguir evaluando estos mismos factores en la segunda campaña agrícola y en otros Valles arroceros de la Región san Martín, como son Los Valles del Huallaga Central y Alto Mayo; debido a que estas zonas presentan diferencias en clima, suelos y presión a las enfermedades; de tal forma se puede aportar con información para los paquetes tecnológicos.
- ✓ Para tener una mejor productividad se recomienda probar la variedad Bellavista con una densidad de 50 kg.ha<sup>-1</sup> la cual sobresalió en el estudio, y también probar en otras condiciones edafoclimáticas.
- ✓ Se recomienda seguir con las investigaciones realizando las comparaciones en las dos campañas de siembra de arroz a fin de poder validar los resultados obtenidos dentro de las campañas más productivas a lo largo de un año, y de esta manera poder aportar a la innovación de los paquetes tecnológicos en el cultivo de arroz en la región San Martín.
- ✓ Para poder recomendar la cantidad de semilla por hectárea se debe tener en cuenta que una mayor cantidad no es relativo a una mayor producción.
- ✓ Para posteriores investigaciones se debe evaluar la calidad molinera obtenida por la variedad Bellavista en comparación con la Esperanza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, B., Salazar, W., Castrillo, O., Torres, E., Reyes, M., Navas, R. Álvarez, O y Torres E., (2012). *Efectos de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de granos de arroz del cultivar centauro en Venezuela*. *Agronomía Trop.* 61(1):15-26 pág.
- AGROBANCO (2013). *Manejo Integrado en el Cultivo de Arroz* (en línea). Disponible en <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/006-aarroz.pdf>
- Andrade, F. y Hurtado, D. (2007). *Taxonomía, morfología, crecimiento y desarrollo de la planta de arroz*. E.E. Boliche, INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. EC). Manual n°. 66. pág. 11.
- Arguello, P. (2015). *Fenología Cultivo Arroz*. Disponible en línea, de DocSlide: <http://myslide.es/documents/fenologia-cultivo-arroz.html>
- Beuseville, T. (1975). *Estudio de cuatro densidades de siembra directa de arroz en barriales en la zona de Iquitos*. Informe Técnico n° 19.
- Carreres, R. (1989). *El arroz*. 2<sup>da</sup> ed. Ed., Mundi –Prensa. Madrid –España. 139, 242 pág.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (2005). *Morfología de la Planta de Arroz*. Cali, Colombia.
- CIAT (2010). *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina*. Colombia. 96 pág.
- CIAT, (1980). *Componentes del rendimiento en arroz*. Colombia. 5 pág.
- Corporación Nacional Arroceras. (2005). *Factores claves en el manejo de arroz de secano* (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 25 abril de 2012. Disponible en <http://www.conarroz.com/pdf/Factores%20claves%20en%20el%20manejo%20de%20arroz%20de%20secano.pdf>.

- Contreras, L. I. (2016). *Aplicación de fósforo y micronutrientes en un sistema intensivo del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) Tinajones en Jequetepeque*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Dirección Regional de Agricultura San Martín. (2016). *Diagnóstico de la cadena de valor del cultivo de arroz y maíz*.
- Díaz, A. (1989). *Nivelación de lotes para la producción de arroz de riego*. Guía de estudio, CIAT. Cali, Colombia. 12 pág.
- Díaz, S. H., Morejón, R., Lucinda, D., & Castro, R. (2015). *Evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz (Oryza sativa L.) colectados en fincas de productores de la provincia Pinar del Río*. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 131-141 pág.
- De Datta, S. (1986). *Producción de Arroz*. Fundamentos y Prácticas. Editorial Limusa. México DF, México. 690 pág.
- Durán, C. (2015). *Respuesta a diferentes densidades de siembra y niveles de nitrógeno en los cultivares de arroz INIAP FL 01 y GO-39815 en condiciones de riego*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis de Grado. Pág. 30 – 36. 71 pág.
- Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico – Ecuador (2002). *Cultivos de la Amazonia Ecuatoriana*. Ecuador. Ed. Nina pág. 124 – 130 pág.
- FLAR (Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego). 2010. *Burkholderia glumae (en línea)*. Cali, Colombia. Consultado 7 febrero de 2012. Disponible en: <http://www.flar.org/index.php/es/noticias/131-republica-dominicanapatologo-colombiano-sugiere-medidas-para-manejo-de-bacteria-en-arroz>
- Flores, P; (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*. Tesis. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 115 pág.

Gonzáles B. (1982). *Calidad Molinera*. Curso de adiestramiento en producción de arroz. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agraria. Seg. Edic. Estación Experimental Vista Florida. Chiclayo-Perú. 545 pág.

Guzmán, D. (2006). *Manejo agronómico del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; Cañas, Guanacaste, Costa Rica*. Tesis. Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos.

Grist, D. (1982). *Arroz*. Primera edición. Editorial Continental. México, D. F. 80 pág.

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

Heros, E. (2012). *Manual técnico del manejo integrado del arroz*. Ed. B. Olaya. Printed. Perú. 22-26 pág.

Holdridge, R. (1984). “*Ecología Basada en las Zonas de Vida*”. San José - Costa Rica. IICA. 250 páginas.

Holguín, J; Martínez, C; Cuevas, F; Baena, D. (1995). *Influencia del citoplasma sobre la expresión del centro blanco y temperatura de gelatinización en arroz (Oryza sativa. L.)*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Disponible en <https://hdl.handle.net/10568/44345>

Instituto de Mercadeo Agropecuario (1987). *Análisis y procedimiento de compra de arroz con cáscara*. Manual de análisis y procedimientos para compra de granos.

INIPA, (1983). *Curso de arroz y leguminosas de grano*. Estación Experimental Vista Florida. Chiclayo-Perú. 50 pág.

- Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. (2008). *Manual de recomendaciones del cultivo del Arroz*. INTA. San José, Costa Rica. 74 pág.
- ITIS. (2015). *Integrated Taxonomic Information System*. En línea, de Integrated Taxonomic Information System:  
[http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=41976](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=41976).
- Jiménez, O; Silva, R; Cruz, J. (2009). *Efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento de arroz (Oryza sativa L.) en el Municipio Santa Rosalía Estado Portuguesa, Venezuela* (en línea). Revista Unellez de Ciencia y Tecnología N°. 27. Consultado 25 abril de 2018. Disponible en:  
<http://150.187.77.68/revistas/index.php/rucyt/article/viewFile/166/193>.
- Martínez, N. (2016). *Control de Burkholderia glumae en el cultivo de Arroz (Oryza sativa L.) utilizando 02 productos de acción Bactericida, en la EEA El Porvenir–San Martín*.
- Mattos, J, P. (2015). *Efecto de la incorporación fraccionada de urea en el Rendimiento de grano y Calidad molinera de Oryza sativa L. Var. IR43, en Pacanguilla, Chepén*. Facultad de ciencias agropecuarias.
- Monge, L. (1989). *Cultivo de arroz II Edición, Editorial EUNED*. Costa Rica, 284 pág.
- MINAGRI. (2015). Acrónimos y glosario de términos.
- Minguillo, F. (1982). *Fertilización del cultivo de arroz en: curso de adiestramiento en producción de arroz*. Estación Experimental Vista Florida Chiclayo – Perú. 187 pág.
- Minguillo, C. (1981). *Fertilización del cultivo de arroz*. Especialista del Proyecto Nacional de Investigaciones en Arroz. Estación Experimental Vista Florida. CIPA II – Chiclayo, Perú. 187 – 216 pág.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (1991). *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica: Arroz*. MAG. San José, Costa Rica. 560 pág.
- Osuna, F.; Hernández, L.; Salcedo, J.; Tavitas, L.; Gutiérrez. (2000). *Manual para la producción de arroz en la Región central de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
- Olmos, S. (2006). *Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz*. Cátedra de Cultivos II. Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina UNNE. Corrientes, 1-13 pág.
- Ortiz, J. D. (2016). *Comparación técnica – económico del trasplante tradicional vs el trasplante en hileras del arroz (Oryza sativa L.) en Bellavista – San Martín*. Universidad Nacional Agraria la Molina Facultad de ingeniería agrícola.
- Palacios, A. (2010). Arroz INIA 509 “La esperanza”. Estación Experimental Agraria El Porvenir. San Martín, Perú. 6 pág.
- PANS. (1980). *Control de las Plagas del arroz, 2<sup>da</sup> ed.* Montevideo – Uruguay. Ed. Agropecuaria hemisferio sur. 12- 3, 23 pág.
- Palomino, M. (2015). *Evaluación de la Calidad Molinera en Oryza sativa. L Variedad IR – 43 con Riego de Secas Intermitentes en Guadalupe, La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Páez, O, Rubén. A y Rodríguez, (1995). *Evaluación del rendimiento de los cultivares de arroz araure 3 y araure 4 bajo tres densidades de siembra*. Estación Experimental Portuguesa. Venezuela.
- Paredes, (1992). *Densidad de siembra de arroz (Oryza sativa L), variedad Ucayali 91*. Universidad Nacional de Ucayali.
- Persons, D. (1993). *Manual para educación agropecuaria - Arroz editorial Trilla*. México Págs. 320 pág.



- Tascón, E. (1985). *Arroz investigación y producción. 3ra ed.* Colombia. Ed. CIAT. 9, 19, 47, 48, 65, 68, 73, 76, 78 Pág.
- Tinarelli, A. y Ortells, R.M., (1989). *El arroz.* Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Torres, E.; Jeninngs, P.; Duque, M.; Eugenia, V.; Corredor, E. y Sierra, J. (2009). *Investigación análisis de estabilidad para centro blanco en arroz (Oryza sativa).* foro arrocero Latinoamericano.
- Torres, R. (2013). *Evaluación agronómica de cinco variedades de arroz (Oryza sativa L.) a dos distancias en siembra directa bajo el sistema de cultivo en secano en la comunidad de Nushino Ishpingo del Cantón Arajuno,* Tesis, provincia de Pastaza
- Tito, L. (2014). *Efecto del sulfato de cobre pentahidratado sobre patógenos foliares en tres densidades poblacionales en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.).* Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis de grado. Pgs 20 – 26. 57 pág.
- Saavedra M. (2009). *Evaluación de la incorporación de microorganismos benéficos sobre la broza del cultivo de arroz (Oryza Sativa L.) variedad INIA-507 realizado en la Estación Experimental El Porvenir-INIA-Juan Guerra.*
- Ushñahua, A. (1993). Tesis, *Densidad de siembra de arroz (Oryza sativa L.) variedades Ucayali-91 y Tresmesino (chanca banco) bajo condiciones de suelos entisoles (barriales) en Pucallpa.* Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1994. 50 pág.
- Vergara, B. (1985). *Manual para el nuevo arrocero.* Ecuador. Ed. Servicios Agrícolas. 43, 77, 133, 177 pág.
- Yoshida, S. (1981). *Fundamentals of rice crop science.* Internacional Research Institute Philippines. 269 pág.

## ANEXOS

### Anexo 1. Costo de producción T1/ hectárea

Bienes y servicios	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Bienes				S/2,290.00
Semillas	kilo	20	2.5	S/50.00
Sulfato de amonio	kilo	50	0.9	S/45.00
Urea	kilo	350	1.6	S/560.00
Fosfato di amónico	kilo	200	2	S/400.00
Cloruro de potasio	kilo	150	1.5	S/225.00
Sulpomag	kilo	150	2	S/300.00
Butaclor	Lt	3.5	24	S/84.00
Bispiribac Sodium + Betsulfurom	Lt	1	50	S/50.00
Tebuconazole	Lt	0.33	290	S/95.70
Propiconazole + Difeconazol	Lt	0.33	310	S/102.30
Emametin Benzoate + Lambda Cyhalotrin	Gr	200	0.50	S/100.00
Bioestimulante	Lt	0.5	120	S/60.00
Fipronil + Imidacloprid	Gr	200	0.25	S/50.00
Sacos	Unidad	68	1	S/68.00
Rafia	kg	1	10	S/10.00
Gasolina	galón	5	14	S/70.00
Aceite 2t	cojin	5	4	S/20.00
Servicios				S/1,730.00
Análisis de suelo	Análisis	1	70	S/70.00
Preparación del terreno	Jornal	4	40	S/160.00
Rastra, Fangueo y nivelación	Hr/ Maq	3	120	S/360.00
Siembra	Jornales	4	40	S/160.00
Labores culturales	Jornales	4	40	S/160.00
Aplicación de herbicida	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de insecticida y fungicida	Jornales	2	40	S/80.00
Alquiler de maquinaria cosecha	Horas	1	500	S/500.00
Llenado de sacos	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de fertilizantes	Jornales	2	40	S/80.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/4,020.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 2. Costo de producción T2/ hectárea**

<b>Bienes y servicios</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
<b>Bienes</b>				<b>S/2,319.00</b>
Semillas	kg	30	2.5	S/75.00
Sulfato de amonio	kilo	50	0.9	S/45.00
Urea	kilo	350	1.6	S/560.00
Fosfato di amónico	kilo	200	2	S/400.00
Cloruro de potasio	kilo	150	1.5	S/225.00
Sulpomag	kilo	150	2	S/300.00
Butaclor	L	3.5	24	S/84.00
Bispiribac Sodium + Betsulfurom	L	1	50	S/50.00
Tebuconazole	L	0.33	290	S/95.70
Propiconazole + Difeconazol	L	0.33	310	S/102.30
Emametin Benzoate + Lambda	g	200	0.50	S/100.00
Cyhalotrin	L	0.5	120	S/60.00
Bioestimulante	L	0.5	120	S/60.00
Fipronil + Imidacloprid	g	200	0.25	S/50.00
Sacos	Unidad	72	1	S/72.00
Rafia	kg	1	10	S/10.00
Gasolina	galón	5	14	S/70.00
Aceite 2t	cojin	5	4	S/20.00
<b>Servicios</b>				<b>S/1,730.00</b>
Análisis de suelo	Análisis	1	70	S/70.00
Preparación del terreno	Jornal	4	40	S/160.00
Rastra, Fanguero y nivelación	Hr/ Maq	3	120	S/360.00
Siembra	Jornales	4	40	S/160.00
Labores culturales	Jornales	4	40	S/160.00
Aplicación de herbicida	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de insecticida y fungicida	Jornales	2	40	S/80.00
Alquiler de maquinaria cosecha	Horas	1	500	S/500.00
Llenado de sacos	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de fertilizantes	Jornales	2	40	S/80.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/4,049.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 3. Costo de producción T3/ hectárea**

<b>Bienes y servicios</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
<b>Bienes</b>				<b>S/2,351.00</b>
Semillas	kg	40	2.5	S/100.00
Sulfato de amonio	kilo	50	0.9	S/45.00
Urea	kilo	350	1.6	S/560.00
Fosfato di amónico	kilo	200	2	S/400.00
Cloruro de potasio	kilo	150	1.5	S/225.00
Sulpomag	kilo	150	2	S/300.00
Butaclor	L	3.5	24	S/84.00
Bispiribac Sodium + Betsulfurom	L	1	50	S/50.00
Tebuconazole	L	0.33	290	S/95.70
Propiconazole + Difeconazol	L	0.33	310	S/102.30
Emametin Benzoate + Lambda	g	200	0.50	S/100.00
Cyhalotrin	L	0.5	120	S/60.00
Bioestimulante	L	0.5	120	S/60.00
Fipronil + Imidacloprid	g	200	0.25	S/50.00
Sacos	Unidad	79	1	S/79.00
Rafia	kg	1	10	S/10.00
Gasolina	galón	5	14	S/70.00
Aceite 2t	cojin	5	4	S/20.00
<b>Servicios</b>				<b>S/1,690.00</b>
Análisis de suelo	Análisis	1	70	S/70.00
Preparación del terreno	Jornal	4	40	S/160.00
Rastra, Fanguero y nivelación	Hr/ Maq	3	120	S/360.00
Siembra	Jornales	4	40	S/160.00
Labores culturales	Jornales	3	40	S/120.00
Aplicación de herbicida	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de insecticida y fungicida	Jornales	2	40	S/80.00
Alquiler de maquinaria cosecha	Horas	1	500	S/500.00
Llenado de sacos	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de fertilizantes	Jornales	2	40	S/80.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/4,041.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 4. Costo de producción T4/ hectárea**

Bienes y servicios	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
<b>Bienes</b>				<b>S/2,370.00</b>
Semillas	kg	50	2.5	S/125.00
Sulfato de amonio	kilo	50	0.9	S/45.00
Urea	kilo	350	1.6	S/560.00
Fosfato di amónico	kilo	200	2	S/400.00
Cloruro de potasio	kilo	150	1.5	S/225.00
Sulpomag	kilo	150	2	S/300.00
Butaclor	L	3.5	24	S/84.00
Bispiribac Sodium + Betsulfurom	L	1	50	S/50.00
Tebuconazole	L	0.33	290	S/95.70
Propiconazole + Difeconazol	L	0.33	310	S/102.30
Emametin Benzoate + Lambda Cyhalotrin	g	200	0.50	S/100.00
Bioestimulante	L	0.5	120	S/60.00
Fipronil + Imidacloprid	g	200	0.25	S/50.00
Sacos	Unidad	73	1	S/73.00
Rafia	kg	1	10	S/10.00
Gasolina	galón	5	14	S/70.00
Aceite 2t	cojin	5	4	S/20.00
<b>Servicios</b>				<b>S/1,690.00</b>
Análisis de suelo	Análisis	1	70	S/70.00
Preparación del terreno	Jornal	4	40	S/160.00
Rastra, Fangueo y nivelación	Hr/ Maq	3	120	S/360.00
Siembra	Jornales	4	40	S/160.00
Labores culturales	Jornales	3	40	S/120.00
Aplicación de herbicida	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de insecticida y fungicida	Jornales	2	40	S/80.00
Alquiler de maquinaria cosecha	Horas	1	500	S/500.00
Llenado de sacos	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de fertilizantes	Jornales	2	40	S/80.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/4,060.00</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 5. Costo de producción T5/ hectárea

<b>Bienes y servicios</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Costo total (S/)</b>
<b>Bienes</b>				<b>S/3,893.00</b>
Semillas	kg	60	2.5	S/150.00
Sulfato de amonio	kilo	50	0.9	S/45.00
Urea	kilo	350	1.6	S/560.00
Fosfato di amónico	kilo	200	2	S/400.00
Cloruro de potasio	kilo	150	1.5	S/225.00
Sulpomag	kilo	150	12	S/1,800.00
Butaclor	L	3.5	24	S/84.00
Bispiribac Sodium + Betsulfurom	L	1	50	S/50.00
Tebuconazole	L	0.33	290	S/95.70
Propiconazole + Difeconazol	L	0.33	310	S/102.30
Emametin Benzoate + Lambda Cyhalotrin	G	200	0.50	S/100.00
Bioestimulante	L	0.5	120	S/60.00
Fipronil + Imidacloprid	G	200	0.25	S/50.00
Sacos	Unidad	71	1	S/71.00
Rafia	kg	1	10	S/10.00
Gasolina	galón	5	14	S/70.00
Aceite 2t	cojin	5	4	S/20.00
<b>Servicios</b>				<b>S/1,690.00</b>
Análisis de suelo	Análisis	1	70	S/70.00
Preparación del terreno	Jornal	4	40	S/160.00
Rastra, Fangueo y nivelación	Hr/ Maq	3	120	S/360.00
Siembra	Jornales	4	40	S/160.00
Labores culturales	Jornales	3	40	S/120.00
Aplicación de herbicida	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de insecticida y fungicida	Jornales	2	40	S/80.00
Alquiler de maquinaria cosecha	Horas	1	500	S/500.00
Llenado de sacos	Jornales	2	40	S/80.00
Aplicación de fertilizantes	Jornales	2	40	S/80.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/5,583.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 6: Datos meteorológicos de temperatura y humedad relativa

Mes/año	Temp. Max (°c)	Temp. Min. (°c)	Temp. Med. (°c)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
Mayo	33.0	20.3	27	75	67.00%
Junio	33	19.5	26	62	65.60%
Julio	33.2	19.1	26.1	29.8	65.60%
Agosto	34.2	19	26.8	76	65.90%

Fuente: Shenamhi, 2018

## Anexo 7: Análisis Físicoquímico del Suelo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



### ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: MARIBEL MEDINA BUSTAMANTE

FECHA DE MUESTREO: 15/08/2017

AGRICULTOR: MARIBEL MEDINA BUSTAMANTE

FECHA DE REPORTE: 4/09/2017

PROVINCIA: SAN MARTÍN

CULTIVO: ARROZ

DISTRITO: JUAN GUERRA - INIA

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Ac. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
2	30	43	27	Arcilla	7.1	350	2.76	0.1	9.2	169	26	24.2	0.98	0.4	0.7	0	0	100	0

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
7.1	350	2.76	0.138	9.21	169.2	24.2	0.98	0.65	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Muy alto	Muy bajo	Normal		

d.a  $\rightarrow$  1.28 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE: MARIBEL MEDINA BUSTAMANTE

FECHA DE REPORTE: 4/09/2017

Existencia en suelo		Extracción de 8 t/ha de arroz		Balance	Reposición con fertilización orgánica mínima			
N	22.3 kg/ha	N	175 kg/ha	-107.7	Guano de isla		kg/ha	0 g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.4 kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48 kg/ha	-49.6	Roca fosfórica		kg/ha	0 g/planta
K <sub>2</sub> O	145.5 kg/ha	K <sub>2</sub> O	138 kg/ha	-42.0	Sulfato de potasio		kg/ha	0 g/planta
MgO	20.3 kg/ha	MgO	46.67 kg/ha	-26.4	Sulpomag		kg/ha	0 g/planta
CaO	693.9 kg/ha	CaO	52.82 kg/ha	621.0			kg/ha	0 g/planta

Existencia en suelo		Extracción de 8 t/ha de arroz		Balance	Reposición con fertilización química mínima			
N	22.3 kg/ha	N	175 kg/ha	-107.7	Fosfato diamónico	855.11	kg/ha	g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.4 kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48 kg/ha	-49.6	Superfosfato triple de Ca		kg/ha	g/planta
K <sub>2</sub> O	145.5 kg/ha	K <sub>2</sub> O	138 kg/ha	-42.0	Sulfato de potasio	42.86	kg/ha	g/planta
MgO	20.3 kg/ha	MgO	46.67 kg/ha	-26.4	Sulpomag	244.57	kg/ha	g/planta
CaO	693.9 kg/ha	CaO	52.82 kg/ha	621.0			kg/ha	g/planta

La presente recomendación se hace considerando que se quiere obtener una producción de 8 t/ha de arroz, observando que el suelo es de fertilidad media por los niveles de los siguientes parámetros:

pH  $\rightarrow$  Neutro  
 N  $\rightarrow$  Normal      K  $\rightarrow$  Medio      Al<sup>+3</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$   
 P  $\rightarrow$  Medio      Clase textural  $\rightarrow$  Arcilla      Distanciamiento  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
0.00	g de Guano de isla por planta	855.11	kg de Fosfato diamónico por hectárea
0.00	g de Roca fosfórica por planta	0.00	g de Superfosfato triple de calcio por planta
0.00	g de Sulfato de Potasio por planta	42.86	g de Sulfato de potasio por hectárea
0.00	g de Sulpomag por planta	244.57	g de Sulpomag por hectárea
0.00		0.00	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
 Facultad de Ciencias Agrarias  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA