Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
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

Adaptabilidad de morfotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Capirona inducidos con rayos Gamma, bajo las condiciones agroclimáticas del Valle del Shanusi – región Loreto.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Juan Pablo Rojas Chasnamote

ASESOR:

Dr. Agustín Cerna Mendoza

Tarapoto-Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Adaptabilidad de morfotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Capirona inducidos con rayos Gamma, bajo las condiciones agroclimáticas del Valle del Shanusi – región Loreto

AUTOR:

Juan Pablo Rojas Chasnamote

Sustentada y aprobada el 25 de mayo, ante el honorable jurado

…….. Dr. Winston Franz Ríos Ruiz Presidente	…….. Dr. Javier Ormeño Luna Secretario
…….. Ing. Eybis José Flores García Miembro	…….. Dr. Agustín Cerna Mendoza Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Juan Pablo Rojas Chasnamote, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con DNI N° 42482348, con la tesis titulada: **Adaptabilidad de morfotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Capirona inducidos con rayos Gamma, bajo las condiciones agroclimáticas del Valle del Shanusi – región Loreto.**

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 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 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, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 25 de mayo del 2021

Bach. Juan Pablo Rojas Chasnamote

DNI N° 42482348

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: Rojas Chasnamote Juan Pablo	
Código de alumno : 031034	**Teléfono:** 942482348
Correo electrónico : juanrojas07@hotmail.com	**DNI:** 42482348

(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	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título : Adaptabilidad de morfotipos de arroz (Oryza sativa L.) variedad Capirona, inducidos con rayos gamma, bajo las condiciones agroclimáticas del Valle del Shanusi	
Año de publicación: 2021	

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

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 12º 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.

01 / 12 / 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto – UNSM.

.....
Ing. M.Sc. Alfredo Ramos Perea
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

A Dios y mis queridos padres **JUAN PABLO ROJAS** y **DEFILIA CHASNAMOTE,** por su sacrificio y enseñanzas de trabajo y honestidad.

A mis hermanas Rocío, Rosalvina, Jianni y en especial a mi hermano **JEAN JANES** por su apoyo y a **CATHERINE ALARCÓN** que desde el cielo nos dio el impuso para salir adelante.

A mi esposa **Ericka Salas** e hijos **Matthew Nicolás, Amy Valentina y Jia Li** son la razón de mi existir, a mis amigos y camarada **Engels Padilla** que desde el cielo nos ilumina, por sus enseñanzas y complicidad en nuestros años mozos y de lucha universitaria.

Agradecimiento

- A la comunidad universitaria de la Universidad Nacional de San Martín y Facultad de Ciencias Agrarias, por haber contribuido a mi formación profesional y humanística.

- Al Dr. Agustín Cerna Mendoza por su apoyo como asesor en el presente trabajo de investigación.

- Al Instituto Nacional de Investigación Agraria mediante el Programa Nacional de Arroz, Estación Experimental El Porvenir, por haberme brindado la oportunidad de desarrollar el proyecto de tesis en sus instalaciones; así mismo al Ing. Edson Smith Torres Chávez y su equipo de trabajo, por su apoyo y aportes al desarrollo de la tesis. Por el acompañamiento en la realización del presente trabajo de investigación.

- A la Dra. ELIZABETH CONSUELO HEROS AGUILAR por su colaboración con material genético de morfotipos de arroz capirona inducidos con rayos gamma de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

- A la Asociación de productores de arroz del valle del Shanusi por su apoyo en colaborar con sus campos de producción para este y otros trabajos de investigación que he venido desarrollando.

Índice general

	Página
Dedicatoria	**vi**
Agradecimiento	**vii**
Índice general	**viii**
Resumen	**xiii**
Abstract	**xiv**
Introducción	**1**
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	**3**
1.1. Antecedentes de la investigación	3
1.2. Bases teóricas	9
1.3. Términos básicos	16
CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS	**19**
2.1. Materiales	19
2.2. Tipo y nivel de investigación	20
2.3. Diseño de investigación	20
2.4. Población y muestra	20
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
2.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	21
2.7. Conducción del experimento	23
2.8. Indicadores evaluados	26
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	**31**
3.1. Variables de crecimiento y desarrollo	31
3.2. Variables de rendimiento	35
3.3. Calidad molinera	42
3.4. Enfermedades	46
3.5. Análisis económico	51
3.6. Concentración de N y P en granos	51
CONCLUSIONES	**53**
RECOMENDACIONES	**54**
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	**55**
ANEXOS	**59**

Índice de tablas

Página

Tabla 1: Evaluación de morfotipos de arroz, en parcelas de observación, en la EEA. El Porvenir, campaña agrícola 2016 8
Tabla 2: Evaluación de caracteres agronómicos y fitosanitarios de 10 morfotipos de arroz..... 9
Tabla 3: Tratamientos estudiados..... 22
Tabla 4: Esquema del análisis estadístico 22
Tabla 5: Registro de las condiciones meteorológicas de la zona. 23
Tabla 6: Calificación de los estados fenológicos de la planta de arroz 26
Tabla 7: Escala para determinar la habilidad de macollamiento..... 27
Tabla 8: Escala para determinar tipo de planta según su altura 27
Tabla 9: Escala de evaluación *Pyricularia oryzae* en la hoja (BI)..... 29
Tabla 10: Escala de evaluación de Pyricularia en panoja (BI)..... 29
Tabla 11: Escala de evaluación de incidencia del virus de la hoja blanca 30
Tabla 12: Escala para evaluar severidad del virus de la hoja blanca 30
Tabla 13: Análisis de la varianza para periodo vegetativo..... 31
Tabla 14: Análisis de la varianza para número de macollos / golpe 32
Tabla 15: Análisis de la varianza para altura de planta (cm) 34
Tabla 16: Análisis de la varianza para número de granos/panícula 35
Tabla 17: Análisis de la varianza para número de panículas.m^{-2} 36
Tabla 18: Análisis de la varianza para porcentaje de fertilidad de panícula (PFG) 38
Tabla 19: Análisis de la varianza para peso de 1000 granos (P1000G) 39
Tabla 20: Análisis de la varianza para rendimiento de grano (t.ha-1) 41
Tabla 21: Análisis de la varianza para porcentaje de grano pilado entero (%) 42
Tabla 22: Análisis de la varianza para el porcentaje de granos totales (%) 44
Tabla 23: Análisis de la varianza para centro blanco del grano pilado 45
Tabla 24: Análisis de la varianza para % panículas afectadas por *Burkholderia glumae*. 47
Tabla 25: Análisis de la varianza para el porcentaje de panículas afectadas por *Pyricularia oryzae* a nivel de panoja 48
Tabla 26: Tipos de reacción a *Pyricularia oryzae* a nivel de hoja 49
Tabla 27: Incidencia de *Helmisthosporium* sp y *Rhynchosporium* 50

Tabla 28: Incidencia de *Incidencia del virus de la hoja blanca*..... 50
Tabla 29: Determinación de la relación Beneficio – Costo de los tratamientos. 51

Índice de gráficos

Página

Gráfico 1: Test de Duncan (p<0,05) periodo vegetativo 31
Gráfico 2: Test de Duncan (p<0,05) para promedios del número de macollos/golpe por tratamiento 33
Gráfico 3: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de altura de planta (cm) por tratamiento 34
Gráfico 4: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de número de granos/panícula por tratamiento 35
Gráfico 5: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de número de Panículas/m^2 por tratamiento 37
Gráfico 6: Test de Duncan (p<0,05) para porcentaje de fertilidad de panícula por tratamiento 38
Gráfico 7: Test de Duncan (p<0,05) para peso de 1000 granos por tratamiento 40
Gráfico 8: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de rendimiento ($t.ha^{-1}$) por tratamiento 41
Gráfico 9: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de porcentaje de granos enteros por tratamiento 43
Gráfico 10: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de porcentaje de total de granos por tratamiento……. 44
Gráfico 11: Test de Duncan (p<0,05) para grados de centro blanco del grano pilado 46
Gráfico 12: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de Burkholderia (% panículas afectadas) por tratamiento 47
Gráfico 13: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de panículas afectadas por *grisea* en panoja Pyricularia 48
Gráfico 14: Porcentaje de Nitrógeno (N) y Fosforo (P) en los granos por tratamiento 52

Lista de siglas y abreviaturas

UNSM: Universidad Nacional de San Martín.

INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria.

EEA: Estación Experimental Agraria.

DRAL: Dirección Regional Agraria de Loreto.

MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego.

FEDEARROZ: Federación Nacional de Arroceros

PIA: Programa de Investigación Agraria en Arroz.

CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Resumen

El estudio se desarrolló en Valle del Shanusi, distrito de Yurimaguas, región Loreto, año 2019 y tuvo como objetivo identificar morfotipos de arroz, con altos rendimientos, buenas características agronómicas, fitosanitarias y buena calidad de grano comparadas con dos variedades comerciales, bajo el sistema de riego; se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. Dentro de los resultados obtenidos se encontró que, en cuanto a rendimiento por ha, el tratamiento T4 (MC 35-123-3) obtuvo el mayor rendimiento con 8,0 t ha^{-1}, produciendo 1,05 t ha^{-1} más que el testigo Capirona. Asimismo, en cuanto a rendimiento de pila, indica que el tratamiento T5 (Capirona) alcanzó el mayor porcentaje de grano pilado total con 72,85 %, seguidos de los tratamientos T2 (MC 25-23-1) y T6 (INIA 509 – La Esperanza) que mostraron resultados similares con 71,72% y 70,05% respectivamente. Respecto a reacción de enfermedades de tipo fungosas, se observó que los tratamientos T3 (MC35-21-1) y T5 (Capirona) presentaron los más altos porcentajes de panojas afectadas por *Pyricularia oryzae* con 12,14 y 9,43% respectivamente; sin embargo, los tratamientos T2 (MC 25-23-1), T4 (MC35-123-3) y T6 (INIA 509 – La Esperanza) mostraron niveles más bajos de incidencia con 0,88%, 1,43% y 0,85% respectivamente. Finalmente, los 04 morfotipos en estudio al igual que la variedad Capirona mostraron bajo porcentaje de panículas afectadas por *Burkholderia glumae* (<1%); a diferencia de la variedad INIA 509 - La Esperanza con un 7% de panículas afectadas.

Palabras claves: arroz, riego, morfotipo, variedades, rendimiento.

Abstract

The study was conducted in the Shanusi Valley, district of Yurimaguas, Loreto region, year 2019 and aimed to identify rice morphotypes, with high yields, good agronomic and phytosanitary characteristics and good grain quality compared to two commercial varieties, under the irrigation system; a completely randomized block design was used, with four replicates. The results obtained showed that, in terms of yield per ha, the T4 treatment (MC 35-123-3) obtained the highest yield with 8.0 t ha-1, producing 1.05 t ha-1 more than the control Capirona. Likewise, in terms of pile yield, it indicates that treatment T5 (Capirona) achieved the highest percentage of total piled grain with 72.85%, followed by treatments T2 (MC 25-23-1) and T6 (INIA 509 - La Esperanza) which showed similar results with 71.72% and 70.05%, respectively. Regarding fungal diseases, it was observed that treatments T3 (MC35-21-1) and T5 (Capirona) showed the highest percentages of leaves affected by *Pyricularia oryzae* with 12.14 and 9.43%, respectively; however, treatments T2 (MC 25-23-1), T4 (MC35-123-3) and T6 (INIA 509 - La Esperanza) showed lower levels of incidence with 0.88%, 1.43% and 0.85%, respectively. Finally, the 04 morphotypes under study, as well as the Capirona variety, showed a low percentage of panicles affected by *Burkholderia glumae* (<1%); unlike the INIA 509 - La Esperanza variety with 7% of panicles affected.

Key words: rice, irrigation, morphotype, varieties, yields

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
COORDINACIÓN
CENTRO DE IDIOMAS

Introducción

La producción nacional de arroz cáscara superó los tres millones de toneladas (MINAGRI, 2017); la región San Martín concentra el 22% y tiene una superficie destinada a la siembra todo el año, superior a 100 mil hectáreas (MINAGRI, 2017). En los últimos cuatro años; se reportan disminución del rendimiento promedio de arroz, principalmente en la selva peruana; los cuales se atribuyen a las altas incidencias de plagas y enfermedades (en todas las variedades sembrados), donde destacan, *Pyricularia oryzae, Sarocladium* sp. y *Burkholderia glumae.* El control químico de las enfermedades resulta siempre contraproducente desde el punto de vista ambiental, como desde la parte económica, ya que incrementa los costos de producción y reduce las tasas de retorno. La utilización de resistencia genética ha sido la práctica más adecuada para el control de la enfermedad en tiempos modernos (Correa-Victoria., 1994).

El Perú es uno de los países con mayor consumo de arroz en Latinoamérica (54 Kg/año per cápita. (Brazilian Rice, 2016) y teniendo una creciente población y demanda, la comunidad de investigadores realiza denodados esfuerzos para superar los rendimientos promedios a los mismos costos de producción, en tal se sentido evalúan una serie de alternativas como la mutación.

La obtención de morfotipos y líneas mutantes a través de inducción de rayos gamma, resulta una técnica utilizada en el mejoramiento genético impulsada en los últimos años para alterar características que puedan ser heredables con el propósito de mejorar los germoplasmas de los cultivos como por ejemplo el arroz, de esta manera se generan resistencia a condiciones ambientales adversas efecto del clima, plagas, enfermedades, reduce el tiempo óptimo a la cosecha, se incrementan los rendimientos. Todas estas mejoras en beneficio de los agricultores en tiempo y economía.

La baja productividad de arroz de riego evaluada por el Programa de Investigación en Arroz del INIA, durante los años 2013 al 2017 reporta pérdidas de hasta 35% en la producción y un incremento del 30% de los costos de producción en 100 mil hectáreas de arroz por año, sembradas en la Selva Alta de la región San Martín - Perú. Este problema ha sido causado por el incremento de la incidencia y severidad del complejo de Hongos (*Pyricularia oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Sarocladium* y otros) - Bacterias (*Burkholderia*

glumae) y el virus de la hoja blanca (VHB); a efectos de la reducida resistencia genética al complejo de estas enfermedades en las variedades de arroz (*Oryza sativa*), la baja tasa de uso de semilla certificada; estimada en 35% y el detrimento del 50% de las áreas cosechadas en la región San Martín. (Programa Nacional de Innovación en Arroz-INIA 2010).

En el Valle del Shanusi – Región Loreto, donde se sembró alrededor de 3927,5 ha/año durante la campaña agrícola 2017 (PIP Arroz DRAL- GOREL 2019), se ha incrementado significativamente la incidencia de enfermedades, principalmente las causadas por el hongo *Pyricularia* y la bacteria *Burkholderia glumae*, causando pérdidas significativas en el rendimiento y calidad del arroz; por ello, es urgente, acelerar la investigación en el desarrollo de nuevas variedades de arroz con resistencia genética a estos patógenos y la transferencia de los nuevos paquetes tecnológicos. La resistencia genética es la medida de manejo más acertada para controlar la enfermedad y siempre ha sido una variable prioritaria en la selección de germoplasma desarrollado por el Programa Nacional de Innovación en Arroz del INIA (PNIA-INIA 2017).

En el presente trabajo de investigación, evaluamos 4 morfotipos de la variedad Capirona, desarrolladas por el Programa de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, teniendo como objetivo principal evaluar las características agronómicas, fenológicas, fitosanitarias y calidad molinera, bajo el sistema de siembra indirecta, en las condiciones agroclimáticas del Valle del Shanusi – región Loreto.

En la investigación busco:

Identificar los morfotipos de arroz, con altos rendimientos de grano, buenas características agronómicas y fitosanitarias y buena calidad de grano, bajo el sistema de siembra por trasplante.

Objetivos específicos

Evaluar el rendimiento de grano, reacción a *Pyricularia oryzae* y calidad molinera de 4 morfotipos de arroz bajo riego en el Valle del Shanusi.

Seleccionar al menos 1 morfotipo de alto rendimiento de grano, buenas características agronómicas, periodo vegetativo menor o igual a las variedades testigos.

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Rodríguez (2017), realizó el trabajo "Potencial de rendimiento de líneas mutantes de arroz (*Oryza sativa* L.) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en condiciones del valle de Jequetepeque", en noviembre del 2012, distrito de Chepén, región de La Libertad, evaluó ocho (08) líneas mutantes de Capirona y dos testigos (variedades comerciales) de arroz (*Oryza sativa* L.). Cuyo objetivo era determinar el potencial genético de rendimiento de las líneas mutantes, evaluar características secundarias relacionadas al rendimiento y calidad molinera. El diseño experimental utilizado fue un DBCA con tres repeticiones. Sus resultados de campo indican lo siguiente, la línea MC-25-20-1 obtuvo el mayor rendimiento con 8575 Kg ha^{-1}, produciendo 738 Kg ha^{-1} más que el testigo Capirona. La línea sales A obtuvo el mayor número de panículas por metro cuadrado, logrando 417 panículas m^{-2} seguido de la línea MC-25-20-1 que obtuvo 412 panículas m^{-2}. La línea MC35-11-1 fue la que obtuvo el mayor peso de 1000 granos con 30,4 g. superando a la variedad comercial Capirona la cual obtuvo 26,6 g. El testigo La Conquista obtuvo el mayor porcentaje de granos llenos con 88% seguido de la línea MC35-123-3 con 86%. La línea MC35-123-3 redujo el número de días a la maduración en 15 días con respecto al testigo Capirona. La calidad molinera de las líneas mutantes no es significativa con respecto a los testigos**.**

Ramiah y Parthasarathy (1938), citados por De Datta. 1986. Manifiestan su posición, los cambios de importancia agronómica a efectos de una mutación son: El tamaño de planta, los periodos de floración y de maduración, la resistencia a enfermedades e insectos y un mayor contenido de proteínas en el arroz.

Dentro de los primeros informes sobre los efectos de agentes mutagénicos, a través de rayos X en arroz, se registra la variedad de arroz GEB24 de la India.

Elliot (1964), menciona que las mutaciones se clasifican en tres tipos: a) Aquellas

en las que ocurre cambio en la estructura química del gen (mutación genética o de punto), b) Las que implican alteraciones cromosómicas (translocación, inversiones y duplicaciones), c) Las que implican cambios en el número de cromosomas. Donini *et al*., (1984) considera que las mutaciones de mejoramiento genético desarrollados en diversos programas; estriban, primordialmente en cambios orientados en la arquitectura de la planta; tiempo en la floración; color y formas de la flor; forma; color y tamaño del fruto y resistencia a patógenos e insectos.

Los resultados exitosos obtenidos por diversos investigadores demuestran que la radio inducción de mutaciones puede ser muy útil para obtener variedades mejoradas de arroz, con alta productividad y resistencia a factores bióticos y abióticos; con la ventaja de que esta técnica permite acortar los periodos de selección y aportar nuevos genes que no estén restringidos a la constitución genética de los progenitores (Deus *et al*., 1998).

Racchumi (1992), considera que el número de granos de una panoja es una función de su longitud y varía entre 50 y 500 según la variedad y el nivel de fertilización. En su mayoría las variedades tienen entre 100 y 150 granos por panoja, también afirma el mismo autor que los factores tales como el ambiente, tipo de suelo, aplicación de fertilizantes, incidencia de plagas y enfermedades influyen en el porcentaje de espiguillas no fertilizadas; y en el porcentaje de espiguillas parcialmente llenas. Esta afirmación fue corroborada por Yoshida (1981), quien también manifiesta que los factores antes descritos, alteran el llenado de espiguillas o porcentaje de esterilidad.

Luzi-Kihupi (2009), irradiaron semillas de arroz con rayos gamma por la Universidad Sokoine de Agricultura en Tanzania con el apoyo del OIEA en Viena. Usaron la generación M4 y las líneas SSD1, SSD3, SSD5, SSD7 y SSD35, donde se obtuvo como resultado que la línea mutante SSD35 fue el que obtuvo el más alto rendimiento con 5 296 kg. ha^{-1} y mostró resistencia al virus del moteado amarillo del arroz y al añublo del arroz. Inclusive llegaron a la conclusión que la mutagénesis puede reducir el periodo de maduración en hasta 24 días y que la radiación gamma resulta útil en la liberación de nuevas variedades, sirviendo como una fuente adecuada de germoplasma y estudios genéticos.

Sanjinez (2001), irradió semillas de arroz variedad Amazonas con rayos gamma en el laboratorio Universidad Nacional Agraria La Molina, los ensayos en campo se realizaron en un campo experimental de la Universidad Nacional de Tumbes; donde utilizaron las generaciones M1 y M2, como resultado de este trabajo se encontraron 24 líneas mutantes probables para precocidad, las cuales fueron de 11 a 17 días más precoces que el testigo. Además, fueron identificadas 46 líneas mutantes probables para reducción de altura de planta, el porcentaje de reducción fue desde 25 a 46% con respecto al testigo.

Gonzales (2004), desarrolló una investigación en el valle de Chancay en Chiclayo, relacionado a la determinación de características cualitativas y cuantitativas de 74 líneas probables mutantes en generación M3 de la variedad de arroz "Amazonas" que se obtuvieron por exposición a rayos gamma. Los resultados de este trabajo de investigación consideran que el empleo de la radiación gamma mejoró las características agronómicas deseables; mostrando reducción en el ciclo de vida y altura de planta, y manteniendo o mejorando los componentes de rendimiento (hasta 12 267 kg ha^{-1}).

Bughio (2017), se obtuvo la línea Bas-15-2 perteneciente a la generación M3, obtenida a través de rayos gamma (150 Gy), esta línea obtenida presenta una altura de planta 32 cm más corta que su madre la variedad Basmati-370 y en promedio se obtuvo 16,7 panículas por hilera cuyo rendimiento de grano por hilera es 28,36 gramos, en promedio por cada panícula se obtuvo 89 granos fértiles, la evaluación se realizó en un periodo de 3 años en los cuales se obtuvo como promedio un rendimiento de 3 196 kg ha^{-1}. Estos resultados de alto rendimiento se lograron gracias a la reducción de la altura de planta que conduce a la resistencia al acame.

Ishiy (2006), se desarrolló desarrollaron la variedad SCS Andosan 114 que fue seleccionado de la progenie mutante de IR 841 a través de radiaciones gamma, en la Estación Experimental Epagri de Itajaí, Santa Catarina – Brasil. Dicha variedad fue seleccionada en la generación M8, en el proceso fueron seleccionando de acuerdo a las características como resistencia a piricularia, tolerancia a toxicidad de hierro,

características agronómicas, rendimiento, calidad molinera, culinaria y contenido de amilosa.

Bhat (2007), provocaron mutación a la variedad de arroz Abhilash (IET5882), derivada de CR63-6218/Pankaj, de buenas características agronómicas, pero de tamaño de grano inapropiado. En el M3 logró homogeneidad con características agronómicas deseables e inclusive incrementó su rendimiento en 31,9%.

Información del origen del material genético mutante

Heros y Gómez (2011), indujeron muestras de la semilla de arroz Capirona con diferentes dosis de rayos gamma (150, 250 y 350 Gy).

La M1 y generaciones siguientes fueron manejadas en las condiciones del agro-ecosistema irrigado de Selva Alta (Jaén), donde obtuvieron caracteres como mayor precocidad, mayor resistencia a *Pyricularia oryzae*, calidad molinera; cabe resaltar que la precocidad (128 días) se reduce 15 días menos que el cultivar original, otra característica es que mostraron los morfotipos fue la resistencia al desgrane.

La M1 se seleccionaron panojas individuales con menor porcentaje de lesiones de hojas y granos y se cosechó en forma masal el resto de plantas; la M2 (2008) se realizó por trasplante donde se seleccionaron plantas con caracteres de interés agronómico, de las cuales resaltan: Precocidad y calidad de grano. Las plantas seleccionadas pasaron a formar las líneas M3 (2009), fueron tamizadas bajo condiciones hidropónicas en la UNALM.

Luego del M3 se observó homogeneidad en los caracteres de las líneas mutantes, de esta manera se procedió a utilizar la metodología de selección masal para continuar los ensayos de adaptabilidad. Se seleccionaron las mejores líneas mutantes de Capirona (ocho líneas), seleccionados en ensayos anteriores, realizadas en Selva Alta.

En la Estación Experimental Agraria El Porvenir-San Martín durante las campañas agrícolas 2015-2016 se evaluaron 6 de las 8 líneas mutantes de Capirona líneas anteriormente seleccionadas; de las cuales se seleccionaron 4 morfotipos por

presentar resistencia a *Pyricularia oryzae* a nivel de hoja y panoja y además buen potencial de rendimiento de grano. En el año 2016 en la Estación Experimental El Provenir se evaluaron las 4 mejores líneas seleccionadas en los trabajos denominados "Parcelas de observación de líneas" donde siguieron mostrando buen nivel de resistencia a *Pyricularia grisea*, buen potencial de rendimiento, buena calidad molinera y poca presencia de centro blanco en el grano pilado. Cabe señalar que los nombres *P. orizae y P. grisea* se sinonimizan por varios investigadores, teniendo prioridad el nombre anterior *P. grisea.* Rossman AY, Howard RJ y Valent B. (1990).

Se conoce como quemado del arroz, tizón del arroz, añublo del Arroz a *Magnaporthe oryzae* (*Pyricularia oryzae*), enfermedad más importante del arroz, Pyricularia en panícula causa más del 50 % de pérdidas en rendimiento. Correa (2014). *Magnaporte oryzae* (estado asexual: *Pyricularia oryzae*) es el agente causal del añublo del arroz, precedentemente conocida como *Magnaporte grisea*. Ou (1985). Se aisló por primera vez de crab grass (*Digitaría sanguinalis*) y se denominó *P. grisea* (Saccardo 1880) Haifeng Z. *et al*. (2016). El nombre *P. oryzae* también se utilizó para describir el hongo cuando Cavara lo identificó a partir del arroz en 1892 (Cavara, Fungi Longobardiae # 49). Aunque se observaron ligeras diferencias morfológicas entre estas dos descripciones, la diferencia no fue suficiente para diferenciar entre las especies. Se aislaron cepas de *Digitaria* y se definieron como *M. grisea*, mientras que a los aislados del arroz y otros huéspedes se han denominado *M. oryzae*. Klaubauf et al (2014). Estos nombres se consideran sinónimos, por lo que en la literatura se utilizan los cuatro nombres (*P.orizae, M.oryzae P, grisea,M. grisea*) para referirse al agente causal del tizón del arroz. Illana et al. (2013).

A continuación, se muestra los siguientes cuadros de resultados de las evaluaciones en la Estación Experimental El Porvenir sobre morfotipos seleccionados:

Tabla 1.

Evaluación de morfotipos de arroz en parcelas de observación en la EEA. El Porvenir, campaña agrícola 2016.

Nº ENT	GENEALOGIA/ CRUCE	*Pyricularia*		M.G (1)	HEL (1)	RHY (1)	Rdto. (t/ha)
		Tamiz (*)	Panoja				
1	**MC 35-11-1 ****	**1**	**3**	**3**	**3**	**3**	**7,9**
2	**MC 25-23-1 ****	**1**	**3**	**3**	**3**	**3**	**9,2**
3	MC 25-20-1	1	5	3	3	3	8,7
4	MC 35-45-4	1	5	3	3	5	7,8
5	**MC 35-21-1 ****	**1**	**3**	**3**	**3**	**5**	**8,2**
6	**MC 35-123-3 ****	**1**	**3**	**3**	**3**	**3**	**6,3**
7	CAPIRONA	4	3	3	3	3	6,9
8	LA CONQUISTA	4	3	3	3	3	6,6
9	LINEA SALES A	1	5	3	3	3	8,9
10	LINEA SALES B	3	3	3	3	3	7,8
11	PCT6/1/1/1 >…..3M	3	5	3	3	3	6,0
12	PCT6/1/1/1 >…..2-5M	1	5	3	3	3	6,4
13	PSBRC 70	3	3	3	3	3	7,1
14	PCT 6 /0/0/0>…2M	1	3	3	3	3	6,2
15	IR 43	1	3	3	3	3	6,9
16	TINAJONES	4	3	3	3	3	8,0
17	MALLARES	2	3	3	3	3	7,6
18	LA ESPERANZA	3	5	3	3	3	7,1
19	SANTA CLARA	1	3	3	3	3	5,8
20	LA VICTORIA	1	3	3	3	3	6,4

(1) Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (CIAT, 1983)

M.G: Manchado Grano; HEL: Helmisthosporium; RHY: Rhynchosporium

kg/ha: kilogramo por hectárea; P.V: Periodo Vegetativo

(*) Evaluación a nivel de hoja,

(**) MC XX-XX-X (Mutante Capirona 35 - M2 - M3) Los Mx son las generaciones de mutantes.

Fuente: PIA Arroz INIA 2016

Tabla 2.

Evaluación de caracteres agronómicos y fitosanitarios de 10 morfotipos de arroz (CAPIRONA) Ensayos de Rendimiento en la EEA. El Porvenir - Campaña agrícola 2017.

N°	GENEALOGIA/ CRUCE	*Pyricularia*			M.G (1)	HEL (1)	RHY (1)	Nª Macoll / golpe	Altura Planta (cm)	50% Floración (días)	Áca me (%)	P.V (días)	Rdt. / ha 14%H (t)	Calidad Molinera			Centro Blanco (2)
		Alma.	H	P										% E	% Q	% T	
1	LM 3AS 19	2	3	5	1	3	5	19	110	93	0	129	6,05	42	29	71	4
2	**MC 35-11-1**	**2**	**0**	**1**	**3**	**3**	**3**	**20**	**109**	**95**	**0**	**130**	**7,44**	**36**	**35**	**71**	**3**
3	LM 3AS 164	2	0	1	3	3	3	17	107	95	0	130	6,98	45	25	70	3
4	**MC 25-23-1**	**2**	**0**	**5**	**3**	**3**	**5**	**18**	**110**	**93**	**0**	**125**	**7,39**	**52**	**18**	**71**	**2**
5	LM 3AS 463	2	0	3	3	3	3	16	110	92	0	128	7,86	61	11	72	3
6	LM 3AS 441	2	0	1	3	3	3	15	107	96	0	128	8,23	61	11	72	3
7	LM 3AS 147	2	0	3	3	3	3	15	108	93	0	129	8,14	58	14	72	4
8	**MC 35-21-1**	**2**	**0**	**1**	**3**	**3**	**3**	**18**	**108**	**93**	**0**	**127**	**7,27**	**30**	**39**	**69**	**2**
9	**MC 35-123-3**	**2**	**0**	**1**	**3**	**3**	**3**	**15**	**107**	**96**	**0**	**129**	**7,64**	**52**	**18**	**71**	**2**
10	LM 3AS 167	2	0	1	3	3	3	14	110	95	0	129	7,63	48	22	70	3
	VARIEDADES TESTIGOS																
11	CAPIRONA	4	3	5	3	3	3	13	111	100	0	132	7,26	50	19	69	3
12	LA ESPERANZA	1	0	3	1	1	3	17	74	98	0	130	7,61	42	28	71	3
13	LA VICTORIA	1	0	1	3	5	3	18	136	102	0	130	6,83	59	14	73	2
14	SANTA CLARA	1	0	1	1	1	3	15	136	95	35	128	7,31	43	30	73	3

Fuente: PIA Arroz INIA 2017.

Estos diferentes morfotipos de Capirona sobresalientes (MC 35 – 11 – 1; MC 25 – 23 – 1; MC 35 – 21 – 1; MC 35 – 123 – 3) se evaluaron en la Estación Experimental Agraria El Provenir –San Martín. En tal sentido serán evaluadas en las condiciones agroclimáticas del Valle del Shanusi Provincia de Alto Amazonas Región Loreto.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Cultivo del arroz

a. Generalidades

Acevedo *et al*. (2012), señala que el cultivo del arroz, *Oryza sativa* L., comenzó hace casi 10 000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Este cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del trigo con respecto a superficie cosechada. El arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquiera de los otros cereales cultivados.

FAO (2004), considera que el arroz es el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur y ocho países de África. Este cereal proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo.

b. Taxonomía

Strasburger (1986), clasifica taxonómicamente al arroz de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Súper clase	: Liliidae
Súper orden	: Commelinanae
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Género	: *Oryza*
Especie	: Oryza *sativa* Linn.
Nombre científico	: *Oryza sativa* L.

c. Morfología de la planta de arroz

CIAT (2005), menciona 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**

La raíz presenta dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes; las raíces seminales, poco ramificadas, sobreviven corto tiempo después de la germinación, siendo luego reemplazadas por las raíces adventicias o secundarias, las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, **el tallo** está formado por la 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; 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 y **la hoja s**e 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 prófilo, no tiene lámina y están constituidos por dos brácteas aquilladas.

- **Órganos reproductores**

Las flores están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, la panícula está situada sobre el nudo apical del tallo, denominado nudo ciliar, cuello o base de la panícula; frecuentemente tiene la forma de un aro ciliado, y la semilla es un ovario maduro, seco e indehiscente, consta de la cáscara formada por la lemma y la palea con sus estructuras asociadas, lemmas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla cerca de la lemma, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación.

d. Condiciones edafoclimáticas

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. El cultivo se extiende desde los 49-50º de latitud norte a los 35º de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 m. de altitud. Vergara (1983).

Para la humedad el agua es el factor más importante para la producción de arroz bajo riego, sus requerimientos en este sistema son de 12000 a 20000 m^3/ha (Hernández, 1981), la temperatura actúa sobre la duración del periodo de vida del arroz, influyendo en la velocidad de crecimiento. En regiones tropicales, la temperatura mínima es 13 °C, la óptima de 35-37°C y la máxima hasta 45°C. En regiones templadas la mínima está entre 10-12°C, una óptima de 30-35°C y una máxima de 40°C, durante la germinación la temperatura va desde los 14-42°C, en macollamiento se registra 16 a 30°C y la óptima en madurez se da 25°C (Solórzano, 1994), la luz en la planta del arroz requiere de buena luminosidad, siendo los rendimientos directamente proporcionales con este factor. La radiación óptima es de 500 cal/cm^2/día (Hernández, 1981), es una planta con fotoperiodo corto, la cual al prolongarse la duración del día se retrasa la floración y en los días cortos se acelera su ciclo vegetativo (Hernández, 1981). El cultivo exige un suelo extremadamente húmedo, inundado por la precipitación o de forma artificial. El arroz prospera en una amplia gama de suelos variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se puede cultivar

en suelos de textura fina y media. El pH varía desde 5 a 8 siendo óptimo para el cultivo 6.5 (Solórzano, 1994). Se recomienda que, bajo condiciones de suelos ligeramente ácidos influenciados por características de trópicos húmedos, la incorporación de enmienda calcio-magnésica un mes antes del trasplante a una dosis de 2 a 3 ton/ha de enmienda. (Ormeño, 2016), el drenaje es la fase más susceptible por deficiencia de agua es en la floración. En el trasplante se debe realizar sobre una delgada lámina de agua, para lograr una buena fijación de las plantas de arroz en el terreno. Tres días después del trasplante debe darse una seca de agua al campo facilitando el enraizamiento o prendimiento de las plántulas. Se quita el agua definitivamente cuando la panoja tiene una coloración de verde limón (Palacios, 2001).

e. Fisiología del Arroz

El crecimiento y desarrollo son procesos continuos desde la germinación hasta la maduración del grano. Se denomina fase a la aparición, transformación o desaparición de los órganos de una planta. Una determinada fase de una misma especie se produce en diferentes fechas, según el clima de cada región. El lapso de tiempo entre dos fases sucesivas de una planta se denomina etapa (Fuentes, 1996).

El crecimiento y desarrollo de la planta de arroz son afectados principalmente por la temperatura y la longitud del día. Es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo desde la germinación de la semilla hasta la maduración del grano. Se divide en tres fases con sus respectivas etapas:

➢ **Fase Vegetativa**

Tiene un periodo de 55 a 70 días, se inicia desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panoja. (Angladette, 1975).

Etapa 0: Germinación

Comprende desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo. Durante la pre-germinación las semillas absorben agua, comenzando el metabolismo de sus reservas de almidón y proteínas, iniciándose el crecimiento del embrión.

Etapa 1: Plántula

Se inicia desde la emergencia de la primera hoja hasta antes del aparecimiento del primer macollo. En esta etapa emergen totalmente cuatro hojas, al séptimo y octavo día la planta empieza a fotosintetizar. El trasplante se realiza a los 25 días de germinado.

Etapa 2: Macollamiento

Empieza desde la aparición del primer macollo hasta alcanzar el máximo macollamiento, constituye la etapa más larga, existe una expansión del sistema radicular.

Etapa 3: Elongación del tallo

La elongación coincide con el desarrollo de la inflorescencia y ocurre en el cuarto entrenudo debajo de la panícula.

➢ **Fase Reproductiva**

Se considera desde la iniciación de la panícula hasta la floración, tiene un periodo entre 35 a 45 días (Angladette, 1975**).** Durante la antesis, los lodículos están turgentes permitiendo la apertura de la lemna y la palea, alargándose los filamentos de los estambres.

Etapa 4: Iniciación de la panícula

Se inicia la diferenciación del primordio de las ramas secundarias en el raquis. A los 5 cm. comienza la diferenciación de las espiguillas. En esta etapa es cuando el rendimiento se afecta más sucesivamente por condiciones adversas.

Etapa 5: Desarrollo de la panícula:

Desde cuando la panoja diferenciada es visible hasta cuando la punta de ella está justo debajo del cuello de la hoja bandera. En esta etapa el primordio se diferencian las espiguillas, las cuales forman con el raquis la inflorescencia que crece dentro de la vaina de la hoja bandera causando un abultamiento llamado “embuchamiento”. (Tinarelli, 1989).

Etapa 6: Floración

Inicia cuando emerge la panícula de la vaina dentro de la hoja bandera, iniciándose la floración y es seguida por la antesis de las flores en el tercio superior de la panícula.

Se nota por la salida de las anteras de apariencia blanquecina, con la apertura de las flores del tercio superior en los días posteriores.

➢ **Fase de Maduración**

El periodo comprende desde la floración final hasta la madurez total, dura de 25 a 30 días dependiendo de la variedad y las condiciones del ambiente. En condiciones tropicales, la duración de las fases reproductivas y de maduración es constante. Consta de:

Etapa 7: Lechosa:

Una vez fecundadas las flores, los carbohidratos almacenados son trasladados en forma rápida, fotosintetizándose como un líquido lechoso para formar el grano; quedando; tres hojas que producen el 85% de los fotosintatos.

Etapa 8: Pastosa:

La consistencia del grano cambia primero a pastosa suave y luego se endurece en 3 a 5 días, el color cambia a verdoso amarillento, quedando dos hojas en el macollo.

Etapa 9: Maduración:

Los granos alcanzan la madurez de cosecha, completando su madurez fisiológica a los 30 días de floración con 90% en granos maduros, siendo amarillos pálidos. La panícula se inclina a los 180°.

f. Mejoramiento Genético en Arroz

Una variedad mejorada debe ser distinta a las otras existentes. Debe ser uniforme para las características que la definen y estable en el sentido de que estas sean distintivas, no se deben perder a través de las generaciones. Las variedades mejoradas, pueden ser líneas, híbridos, clones, compuestos o variedades propiamente dichas, dependiendo del método por el cual son producidas **(Sevilla y Holle, 2008).**

Los programas nacionales constantemente desarrollan variedades mejoradas de arroz, conservando la variabilidad genética y realizando nuevas combinaciones interespecíficas, obteniendo más variedades como padres para los cruzamientos **(CIAT, 1989).**

El objetivo básico del mejoramiento genético del arroz es desarrollar variedades que respondan a las exigencias del agricultor y del consumidor, dependiendo de los caracteres a mejorar y de la práctica de pruebas adecuadas para identificar genotipos superiores.

Mutación

Elliot (1964), dice que las mutaciones son en sentido general, cambios heredables repentinos en el organismo, por los cuales la descendencia muestra una alteración en tamaño, forma o composición. La inducción de mutaciones se presenta ahora como un método importante en el mejoramiento de plantas, siendo un hecho notable el que las mutaciones genéticas inducidas por radiación en organismos no sean distinguibles de las llamadas mutaciones espontaneas.

La introducción de mutaciones artificiales puede tener un uso particularmente eficiente en las plantas autógamas.

Según Brauer (1987) y Angladette (1975), cuando se cuenta con una variedad que es básicamente satisfactorias para las necesidades tanto del agricultor como del consumidor, a la que solamente le falta un carácter de herencia relativamente simple y si tal carácter se sospecha que ha podido encontrarse entre las mutaciones inducidas artificialmente, este método puede resultar muy ventajoso para obtener una variedad con el carácter adicional deseado

Agrios G.N (2005), define que una mutación es un cambio más o menos repentino en el material genético de un organismo, que es transmitido hereditariamente a la progenie. Las mutaciones representan cambios en la secuencia de bases del DNA, ya sea por sustitución de una base por otra, o por adición o deleción (pérdida) de uno o muchos pares de bases. Pueden producirse otros cambios por amplificación de segmentos particulares de DNA en copias múltiples, por inserción de un segmento de DNA móvil en una secuencia codificada o reguladora de un gen por inversión de un segmento de DNA.

g. **Morfotipos de cultivar Capirona** Semilla de la variedad Capirona (250 g) por dosis: La semilla fue irradiada con rayos gamma. Las dosis que se utilizaron fueron: 150-250-350 Gy.

La dosimetría se realizó utilizando el método de Myhhill and Konzac. Las variables que se evaluaron fueron: Germinación, altura de planta, longitud de raíces y sobrevivencia. En las tres dosis en comparación con el testigo. Se obtuvo la DL_{50} con valor de 191 Gy (Heros E. Feb. 2007).

El manejo de las poblaciones (M_1, M_3, M_4 y M_5) fue realizado en el Sistema de trasplante en condiciones de Jaén, Cajamarca. Excepto la generación M_2, fue conducida en siembra directa.

Las mutaciones clorofílicas fueron observadas y clasificadas usando la Clasificación de Gustaffson y la Base de datos de mutantes de arroz, desarrollada en la China. En la M2 se seleccionaron mutantes, precoces, enanos, por tipo de panículas y resistencia al desgrane.

En la generación M_3, se evaluó en condiciones hidropónica, la solución salina con dosis de 6 y 12 *dSm*. Dos plantas fueron identificadas con tolerancia a sales ((MC35-15 y MC35-29). Las plantas fueron rescatadas y se obtuvo semilla. Las plántulas de los mutantes tolerantes a sales fueron trasplantadas en áreas salinas (Ferreñafe Chancay Valley-Lambayeque) con 11 *dSm*. A nivel de campo estos mutantes tuvieron similar performance y sobrevivencia en contraste con Tinajones que murió en esa concentración.

En la dosis de 350 Gy se identificaron dos mutantes precoces con 128 días a la maduración, y 15 días más precoz que Capirona (143 días).

1.3. Definición de términos básicos

Adaptabilidad: Es la habilidad de un cultivar determinado a manifestar buen desempeño en determinadas condiciones ambientales, es decir, se considera la

producción promedio. Existe una respuesta diferencial de los genotipos ante variaciones en las condiciones ambientales.

Agente mutagénico: Es aquello que causa una mutación. Pueden ser de distinto tipo que alteran la información genética. Existen otros factores de mutación además de los mutágenos.

Autogamia: Denominada así al modo de reproducción sexual consistente en la fusión de gametos femeninos y masculinos producidos por el mismo individuo.

El diseño Experimental: El diseño experimental es el arreglo de las unidades experimentales utilizado para controlar el error experimental, a la vez que acomoda los tratamientos. El logro de la máxima información, precisión y exactitud en los resultados, junto con el uso más eficiente de los recursos existentes, es un principio a seguir en la elección del diseño adecuado del experimento.

Morfotipos: Grupo de entradas fenotípicamente iguales, pero no necesariamente idénticas en términos genéticos. También se define como un grupo variedades que presentan los mismos caracteres morfológicos pero que no necesariamente tienen la misma carga genética.

Mutación: Aparición espontanea de una nueva característica en un individuo como resultado de un cambio accidental en sus genes o cromosomas.

Mutación inducida: La inducción de mutaciones se puede realizar por medio de sustancias químicas (etilmetanosulfunato, colchicina) o agentes mutagénicos físicos (rayos X, gamma). El método más usado es la irradiación o exposición a radiaciones ionizantes.

Mutante: Individuo que posee una nueva característica hereditaria debido a una mutación.

Mutagénesis: Inducción de cambios en el ADN (mutaciones) usando métodos físicos o químicos (mutágenos).

Rayo gamma: Agente mutagénico físico; es un tipo de radiación electromagnética con gran poder de penetración, elevado nivel de penetración capaz de provocar importantes alteraciones en los núcleos celulares.
Latencia: Es el periodo de reposo durante el cual no se logra una germinación elevada, depende de la variedad.

Selección masal: Método de mejoramiento genético que consiste en la selección de un gran número de individuos, con características fenotípicas similares que luego son mezclados para constituir la generación siguiente. La idea principal de la selección masal es escoger los mejores fenotipos, se mejora el nivel de la población con la reunión de los fenotipos superiores ya existentes.

Unidad experimental: Se refiere al individuo, lugar o parcela a la cual se le aplican los tratamientos. Ej: Una planta, un conjunto de plantas, un animal, un conjunto de animales, la parcela experimental, varias parcelas en zonas diferentes.

Variable: Es una característica medible de una unidad experimental.

Varianza: Conocida también como variancia, es una medida de dispersión de la información. Se obtiene como el promedio de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable respecto de su media aritmética.

Variedad: Población de plantas de una misma especie que tienen una constitución genética común y homogeneidad citológica, fisiológica, morfológica y otros caracteres comunes.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Material vegetal

Semilla de 04 morfotipos de arroz Capirona.

Semilla de 02 variedades comerciales.

2.1.2. Material de campo

Wincha.

Libreta de apuntes.

Lápiz.

Machete.

Pala.

Sacos de 50 kg.

Estacas.

Rafia.

Regla.

Hoz.

Cámara fotográfica.

Mochila pulverizadora manual de 20 L

2.1.3. Equipos

Balanza analítica

Pulverizadora manual

Cámara fotográfica

Molino de prueba de arroz de 100 g

2.1.4. Materiales de gabinete

Calculadora

Computadora

Cuaderno de apuntes

Lapicero

Papel bond A4

2.1.5. Insumos

Fertilizantes (Úrea, fosfato di amónico, cloruro de potássio y sulfato de potasio).

Herbicidas.

2.2. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

Por el tipo de investigación, el proyecto reúne condiciones metodológicas de una investigación aplicada, ya que tiene como interés primordial la resolución de problemas prácticos inmediatos en orden de transformar las condiciones.

Nivel de investigación

La investigación corresponde al nivel descriptivo-aplicativo, puesto que se caracterizará un hecho con el objeto de identificar morfotipos de arroz, con altos rendimientos de grano, buenas características agronómicas y fitosanitarias y buena calidad de grano, bajo un sistema de siembra por trasplante, en las condiciones agroclimáticas del Valle del Shanusi – región Loreto, usando herramientas estadísticas descriptivas; adicionalmente se busca mejorar las necesidades de la población objetiva, mediante la utilización de un diseño estadístico a nivel experimental.

2.3. Diseño de investigación

De acuerdo a la naturaleza de la investigación, corresponde a un diseño de investigación experimental, puesto que existe manipulación de las variables.

2.4. Población y muestra

Población

- El estudio se desarrolló en una extensión de 600 m^2 de sembrío de arroz, la población es todos los individuos de los 6 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.)

Muestra

- La unidad de muestra estuvo considerada según el parámetro de evaluación (Macollos = 10 golpes / unidad experimental; Altura de planta = 10 golpes / unidad

experimental; rendimiento de grano = 10 m2/unidad experimental; periodo vegetativo = 20 m^2/unidad experimental)

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de la observación

Se utilizaron guías de observación y toma directa de datos de campo, análisis de las plantas de arroz, análisis en el laboratorio, etc., técnicas que permitieron interrelacionarse directamente con los elementos que fueron materia del trabajo de investigación (Fuentes primarias y secundarias).

Fuentes primarias

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

Fuentes secundarias

Para el desarrollo del siguiente proyecto se consultaron estudios similares al presente proyecto, sobre todo aquellos en los cuales se utilizó la misma metodología de evaluación.

2.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

2.6.1. Técnica estadística

En el trabajo de investigación, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones.

Los resultados de las diferentes variables evaluadas fueron sistematizados con el programa estadístico INFOSTAT a niveles comparativos y de confianza del 1% y del 5% y la prueba de rangos múltiples de Duncan para promedios de tratamientos a una $P<0,05$.

2.6.2. Tratamientos en estudio

Tabla 3.
Tratamientos estudiados

Tratamientos	Descripción
T1	MORFOTIPO 1 (MC 35 – 11 – 1)
T2	MORFOTIPO 2 (MC 25 – 23 – 1)
T3	MORFOTIPO 3 (MC 35 – 21 – 1)
T4	MORFOTIPO 4 (MC 35 – 123 – 3)
T5	CAPIRONA INIA
T6	INIA 509 - LA ESPERANZA

Tabla 4.
Esquema del análisis estadístico

Fuente de variabilidad	G.L.
Bloques	4-1 = 3
Variedades	6-1 = 5
Error experimental	15
Total	24-1 = 23

Modelo matemático.

$\mathbf{Y_{ij}}$ = $\mathbf{\mu + B_j + T_j + E_{ijk}}$

μ = Media general

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

τ **i** = Parámetro, efecto del tratamiento IFB

$\mathbf{E_{ij}}$ = Efecto aleatorio del error

2.6.3. Dimensiones del campo experimental

Área total	: 837, 5 m^2
Área neta	: 600 m^2
Área de la unidad experimental	: 25 m^2
Número de tratamientos (t)	: 06
Número de bloques/tto (b)	: 4
Número total de UE	: 24
Distancia entre bloques	: 1 m
Distancia entre tratamientos	: 0,50 m

2.7. Conducción del experimento

- **Ubicación del proyecto**

  El periodo de ejecución del proyecto fue durante diciembre 2019 a marzo del 2020, en el Sector del Valle del Shanusi, Distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto; de coordenadas con una latitud sur 6° 4' 13” y longitud oeste 76° 13' 59”, altitud 182 m.s.n.m.m.

- **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 del Instituto de Cultivos Tropicales, para su análisis físico-químico. Cuyo reporte nos arroja un suelo franco arcilloso, pH fuertemente ácido y con bajo contenido de materia orgánica y potasio, y nivel medio de fósforo. En conclusión, se cuenta con un suelo con baja fertilidad.

- **Condiciones climáticas.**

  Se registraron los datos climáticos durante todo el periodo que duró el experimento, cuyos datos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5.
Registro de las condiciones meteorológicas de la zona.

AÑO	MES	TEMP. MEDIA (ºC)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITAC. PLUVIAL (mm)	NIVEL RIO HUALLAGA (MSNM)
2019	DICIEMBRE	26,9	83,2	205,80	131,99
2020	ENERO	26,6	84,8	242,96	132,87
	FEBRERO	26,5	86,7	212,40	133,25
	MARZO	26,7	86,3	308,06	133,90
	PROMEDIO	26,6	85,3	242,31	133,00

Fuente: SENAMHI Yurimaguas

- **Almácigo**

Preparación de terreno

Se confeccionó camas almacigueras de alto relieve de 1m de ancho por 24 m de largo, luego se realizó el trazado de las hileras (distanciamiento entre hileras fue de 10cm), haciendo un total de 480 hileras.

Siembra

La semilla a utilizada fue de procedencia de las parcelas de investigación del Programa Nacional de Investigación de Arroz – INIA – Tarapoto.

Se depositó aproximadamente 5g de semilla por hilera y luego se cubrió con tierra parcialmente.

Riego

El riego por inundación se realizó hasta los 65 días, que permitió mantener una lámina de aproximadamente 5cm, luego se sometió a un periodo de sequía hasta los 80 días; después de esa etapa se mantiene con una lámina de agua hasta los 115-120 días (inicio de la etapa de maduración).

Deshierbo

Se realizó de forma manual, a los 12 días después del voleo de la semilla.

Fertilización

La fertilización se efectuó a los 15 días después del voleo de la semilla sobre lámina de agua, empleando una dosis de 90 kg de nitrógeno por hectárea.

Saca de plántulas

Las plántulas de cada genotipo en estudio fueron agrupadas en pequeñas garbas, respectivamente etiquetadas, con la finalidad de evitar confusiones.

- **Campo definitivo**

Preparación de terreno

Las labores desarrolladas fueron rastreado, fangueado y nivelación de campo, utilizando un tractor mecánico con sus respectivos implementos.

Trazado del campo experimental

Para esta actividad se utilizó wincha de teflón, estacas, rafia, etiquetas, y consistió en demarcar y distribuir los bloques y las unidades experimentales, de acuerdo al croquis experimental.

Trasplante

El trasplante se realizó a los 20 días después de la siembra en almácigo.

Distanciamiento de siembra

Se utilizó un distanciamiento de 0,30 m entre hileras por 0,25m entre golpes.

Número de plántulas por golpe

Se utilizó una planta por golpe.

Fertilización

La fertilización del ensayo se realizó previo análisis físico-químico del suelo. Las dosis empleadas de N-P-K en este ensayo fue de 142-69-112 kg/ha respectivamente y las fuentes empleadas de Úrea (46% de N), Fosfato diamónico (46% de P_2O_5) y Cloruro de potasio (60% de K_2O).

- **Primera fertilización (fertilización incorporada)**

  Se realizó en barro antes del trasplante; consistió en aplicar el 25% de la dosis total de nitrógeno mezclado con el 100% de la dosis de fósforo y el 100% de la dosis de potasio.

- **Segunda fertilización**

  Se llevó a cabo a los 15 días después del trasplante (etapa de macollamiento) empleando el 50% de la dosis de nitrógeno.

- **Tercera Fertilización**

  Se realizó aproximadamente a los 10 días después de la segunda fertilización; se aplicó el 25% de la dosis de nitrógeno.

Control de malezas

Se realizó una aplicación de herbicida pre-emergente Butachlor (Machete), a la dosis 3,5 l. ha^{-1} y a 5 días después del trasplante en lámina de agua. Los controles posteriores fueron de forma manual.

Cosecha y trilla

Esta labor se realizó de forma manual, utilizando una hoz y mantas de polipropileno. El área cosechada fue de 10 m^2/Unidad experimental, haciendo un total de 240 m^2.

2.8. Indicadores evaluados

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 6.

Calificación de los estados fenológicos de la planta de arroz.

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

Para la medición de estas variables se tomaron 10 plantas al azar dentro de la parcela útil.

Periodo vegetativo

Se registraron el número de días transcurridos, desde el momento del voleo de la semilla hasta que el noventa por ciento de la población esté madura y que tengan 20% de humedad.

Número de macollos por m^2

Se evaluó a los 60 días después de la siembra, se tomaron al azar 10 golpes por unidad experimental.

Tiempo de evaluación: Estados 2 a 6 del ciclo vegetativo.

Tabla 7.

Escala para determinar la habilidad de macollamiento

Aplicación de la escala: Según número de macollas por planta		
1	Más de 25	Muy buena
3	20 – 25	Buena
5	10 – 19	Mediana
7	5 – 9	Débil
9	de 5	Escasa

Fuente: CIAT, 1983.

Altura de planta

Se evaluó en etapa de maduración, a 120 días después del voleo de la semilla, se muestrearon 10 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 8.

Escala para determinar tipo de planta según su altura

Aplicación de la escala:		
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

Se tomaron 10 plantas aleatorizadas dentro de la parcela útil y se realizó el conteo del número de tallos fértiles y número de panículas. Además, se cosecharon 10 panículas al azar con el fin de tomar datos como; longitud de panículas, números de granos por panículas y fertilidad de la misma (CIAT,1983).

Número de panículas por planta/m^2

Se evaluó en la etapa de maduración (130 ddv), se contaron el número de panículas por planta, obteniéndose posteriormente una media.

Número de granos por panícula (NGP)

De las 10 panículas de cada parcela, tomada para determinar la variable longitud de la panícula se procedió contar los granos totales por panícula para extraer posteriormente la media por panícula.

Porcentaje fertilidad de panícula (PFP)

De las 10 panículas cosechadas por tratamiento en cada parcela se contaron los granos llenos y los granos vanos para obtener el porcentaje de fertilidad por panícula.

Peso de 1000 granos (P1000G)

Se tomaron una muestra de 1000 granos llenos por tratamiento y se pesaron en gramos al 14% humedad.

Rendimiento en grano (Rnd)

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

c. Evaluación de enfermedades

Estas evaluaciones se realizaron según el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz utilizado por el CIAT (1983).

Piricularia en la hoja (*Pyricularia oryzae)*: La aplicación de la escala se realizó según el área foliar afectada, cuyo tiempo de evaluación en campo se hizo en la etapa 5 y según escala de evaluación descrita en la tabla 8.

Tabla 9.
Escala de evaluación Pyricularia oryzae en la hoja (BI).

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

Fuente: CIAT, (1983)

Piricularia en el cuello de la panícula (*Pyricularia oryzae)*: La aplicación de la escala se realizó según él % de panículas o de nudos afectados, así:

Tabla 10.
Escala de evaluación de Pyricularia oryzae en panoja (BI).

0	Sin infección	
1	Menos del 1 %	Pocas ramificaciones secundarias afectadas
3	1-5%	Varias ramificaciones secundarias afectadas o ramificación principal afectada.
5	6-25%	Eje o base de panícula parcialmente afectada
7	26-50%	Eje o base de panícula afectada totalmente con más del 30% de grano lleno.
9	51-100%	Base de panícula o entrenudo superior afectada totalmente con menos del 30% de grano lleno.

Fuente: CIAT, (1983)

Virus de la hoja blanca

La incidencia foliar se evaluó en el estado 3.

Tabla 11.

Escala de evaluación de incidencia del virus de la hoja blanca

Aplicación de la escala para calificar incidencia: 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	61 – 80%
9	81 – 100%

Fuente: CIAT (1983)

Tabla 12.

Escala para evaluar severidad del virus de la hoja blanca.

Aplicación de la escala para calificar severidad	
0	Plantas sanas
1	Plantas con pocas hojas ligeramente moteadas
2	Plantas con varias hojas moteadas
3	Hojas con leves rayas amarillentas
5	Plantas con hoja bandera afectada. Amarillamiento moderado de hojas
7	Amarillamiento severo de hojas. Panículas afectadas
9	Amarillamiento y secamiento de hojas. Muerte de plantas o esterilidad de grano

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).

e. Determinación de la concentración de N y P en granos

Los análisis de concentración de Nitrógeno y Fósforo en los granos de arroz, se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de crecimiento y desarrollo

3.1.1. Periodo vegetativo

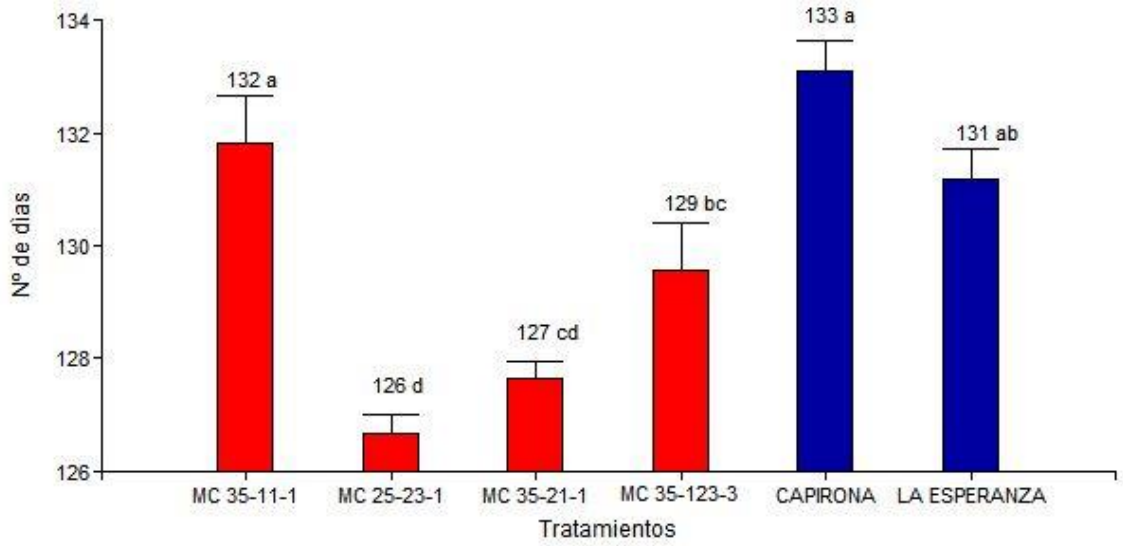
En la tabla 13, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a una P<0,05 con una explicación sobre el periodo vegetativo determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 83% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 0,90%.

Tabla 13.

Análisis de la varianza para periodo vegetativo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,78	2	0,39	0,28	0,7615NS
Tratamientos	100,44	5	20,09	14,46	<0,0003**
Error	13,89	10	1,39		
Total	115,11	17			

R^2= 83% C.V.= 0,90%



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

Gráfico 1: Test de Duncan (p<0,05) para periodo vegetativo

En el test de Duncan (gráfico 1), se puede observar que la variedad Capirona (133), el T1(133) y la variedad La Esperanza (131) estadísticamente son los de mayor periodo vegetativo en comparación de a los T3(127) y T2(126). Estos últimos son 6 y 5 días más precoces que el testigo Capirona.

Rodríguez (2017), Capirona requirió más días para su maduración en condiciones de costa con 163 días, mientras que la más precoz fue el morfotipo MC35-123-3, con 148 días para su maduración; sin embargo, en las condiciones de selva baja en el presente trabajo el testigo Capirona tiene como periodo 30 días menos que la costa y el más precoz morfotipo MC 25-23-1 con 37 días menos, debido a las temperaturas más bajas y el uso de mayores dosis de nitrógeno en esa zona.

Hernández (1982), manifiesta que cuando se presenta una baja radiación solar por nubosidad con altas temperaturas, el periodo de maduración de las variedades se acorta afectando el rendimiento.

3.1.2. Número de macollos / golpe

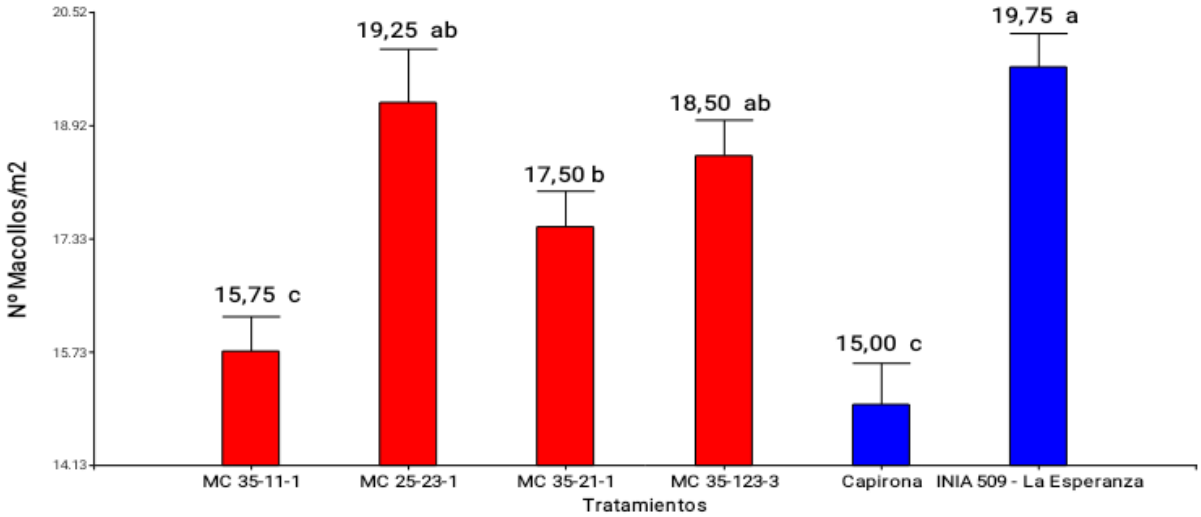
En la tabla 14, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a una $P<0,05$ con una explicación sobre el número de macollos/m^2 determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 79% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 6,57%.

Tabla 14.

Análisis de la varianza para número de macollos / golpe

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	2,13	3	0,71	0,53	0,6698**N.S.**
Tratamientos	73,38	5	14,68	10,94	0,0001 **
Error experimental	20,13	15	1,34		
Total	95,63	23			

R^2= 79% C.V.= 6,57%



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

Gráfico 2: Test de Duncan (p<0,05) para promedios del número de macollos/golpe por tratamiento

En el test de Duncan (gráfico 2), se puede constatar que con la variedad INIA 509 – La Esperanza (T6), se obtuvo el mayor promedio en el número de macollos/m^2 con 19,75; siendo estadísticamente igual a los tratamientos T2 (MC 25-23-1) y T4 (MC 35-123-3) con quienes se alcanzaron promedios de 19,25 y 18,5 macollos m^2 y superando estadísticamente a los tratamientos T3 (MC 35-21-1), T1 (MC 35-11-1) y T5 (Variedad Capirona) quienes alcanzaron promedios de 17,5; 15,75 y 15 macollos.m^2 respectivamente.

Las características de la panícula y macollos no determinan estrictamente el rendimiento. Tales características permiten simplemente que el rendimiento sea divisible en subunidades llamadas componentes de rendimiento. A diferencia de la inflorescencia de otros cereales, en el arroz aporta pocos fotosintatos a la formación del grano (Jennings *et al*., 1981). Así mismo, Arbildo (2007), menciona que el número de panículas está directamente relacionado con la cantidad de macollos y su fertilidad; porque no todos los macollos llegan a producir panículas. El mayor porcentaje de panículas derivan de los macollos primarios y secundarios. Además, la cantidad de panículas depende del nivel de fertilidad del suelo y de la disponibilidad de agua durante la fase de iniciación panicular; otro factor que afecta el número de panojas es el ataque de plagas y enfermedades. Los promedios obtenidos por tratamiento en el presente estudio fueron variables entre sí, lo cual lo califica como no concordante con el rendimiento obtenido y concordante con lo reportado por Rodríguez (2017), quien menciona haber obtenido promedios estadísticamente iguales en la evaluación del número de panículas/m^2 en 6 líneas mutantes (morfotipos) y 4 testigos (Línea Sales A,

línea Sales B, Capirona y La Conquista) en el cultivo de arroz, sin repercusión en el rendimiento de los mismos.

3.1.3. Altura de planta (cm)

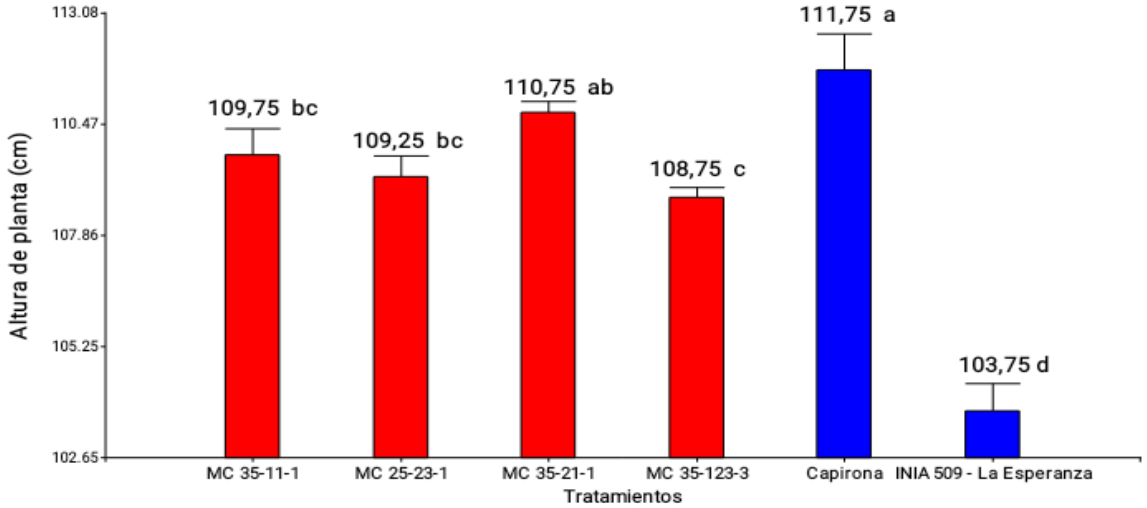
En la tabla 15, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a una P<0,05 con una explicación sobre la altura de la planta determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 89% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 1,04%.

Tabla 15.

Análisis de la varianza para altura de planta (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	3,33	3	1,11	0,87	0,4785N.S.
Tratamientos	155,50	5	31,10	24,34	<0,0001 **
Error	19,17	15	1,28		
Total	178,00	23			

R^2= 89% C.V.= 1,04%



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

Gráfico 3: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de altura de planta (cm) por tratamiento.

En el test de Duncan (gráfico 3), se puede constatar que con la variedad Capirona (T5), se obtuvo el mayor promedio en la altura de planta con 111,75 cm, siendo estadísticamente igual al tratamiento T3 (MC 35-21-1) con 110,75 cm y superando estadísticamente [a] los tratamientos T1 (MC 35-11-1), T2 (MC 25-23-1), T4 (MC 35-123-3) y T6 (Variedad INIA 509 – La Esperanza) con quienes se alcanzaron promedios de 109,75 cm, 109,25 cm, 108,75

cm y 103,75 cm de altura de planta respectivamente.

3.2. Variables de rendimiento

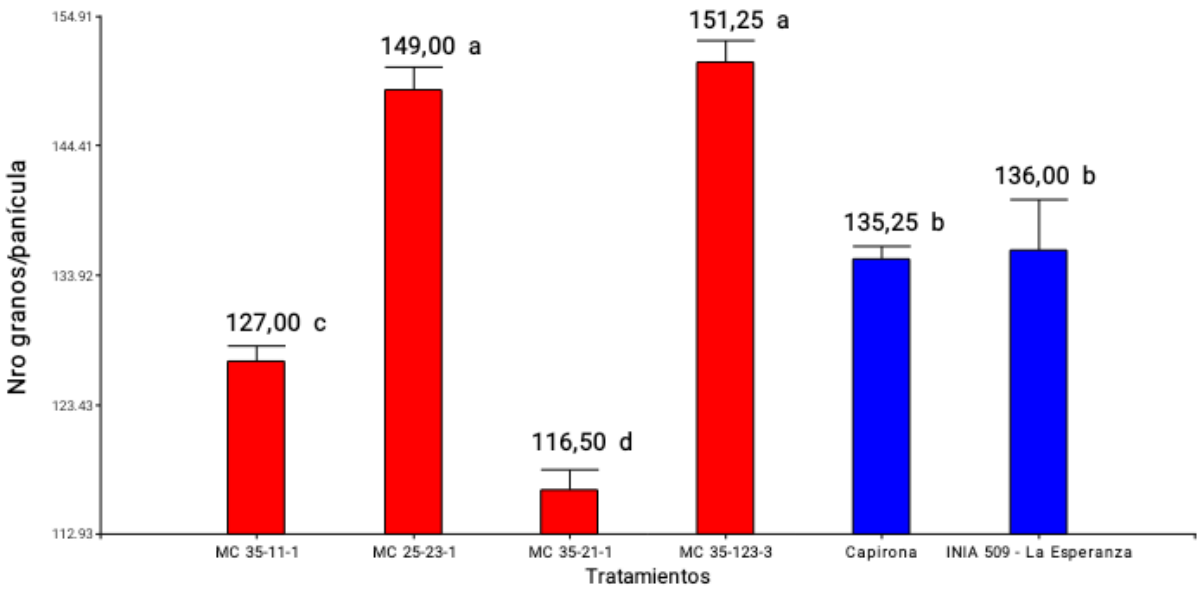
3.2.1. Número de granos/panícula (NGP)

En la tabla 16, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a una P<0,05 con una alta explicación sobre el número de granos/panícula determinada por el Coeficiente de determinación (R^2) de 94% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 2,87%.

Tabla 16.
Análisis de la varianza para número de granos/panícula

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	107,00	3	35,67	2,35	0,1134N.S.
Tratamientos	3452,83	5	690,57	45,53	<0,0001 **
Error	227,50	15	15,17		
Total	3787,33	23			

R^2= 94% C.V.= 2,87%



Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)
Gráfico 4: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de número de granos/panícula por tratamiento

En el test de Duncan (gráfico 4), se puede verificar que con los tratamientos T4 (MC 35-

123-3) y T2 (MC 25-23-1) se alcanzaron los promedios más altos y estadísticamente iguales entre sí con 151,25 y 149,0 granos/panícula respectivamente y superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T6 (INIA 509 – La Esperanza), T5 (Variedad Capirona INIA), T1 (MC 35-11-1) y T3 (MC 35-21-1) con quienes se alcanzaron promedios de 136,0; 135,25; 127,0 y 116,5 granos/panícula, respectivamente.

Las respuestas obtenidas para los morfotipos MC 35-123-3 (T4) y MC 25-23-1 (T2), superando los tratamientos testigo (T5 y T6) son concordantes con los rendimientos obtenidos y se corrobora con lo reportado por Rodríguez (2017), quien indica que con los 6 morfotipos estudiados obtuvo desde 380 hasta 412 panículas/m^2 frente a los promedios obtenidos 394 y 406 panículas/m^2 para las variedades Capirona y La Conquista respectivamente, lo que determinó sus rendimientos. Kihupi, (1995), demostró que el número de macollos productivos, número de panículas por metro cuadrado y porcentaje de granos llenos en la panícula son características importantes que influyen en el rendimiento. Afirma que la mutagénesis crea mucha variación en tamaño de planta, maduración, fertilidad de espiguillas y longitud de panícula. Por tanto, la inducción de variación puede ser muy útil en selección de plantas deseadas.

3.2.2. Número de panículas /m^2

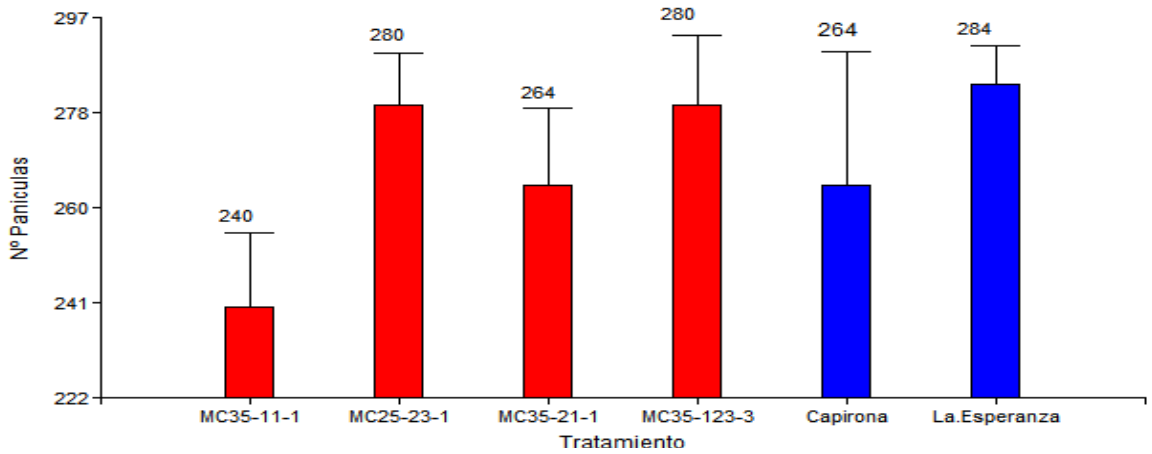
En la tabla 17, se muestra que todos los tratamientos a una $P<0,05$ no difieren entre sí, en cuanto al número de panículas.m^{-2}; es decir los promedios de números de panículas.m^{-2} de los 04 morfotipos y 02 variedades comerciales (Capirona y La Esperanza) en estudio, no presentan diferencias reales.

Tabla 17.

Análisis de la varianza para número de panículas.m^{-2}

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	2336,00	3	778,67	0,74	0,544 NS
Tratamientos	5429,33	5	1085,87	1,03	0,434 NS
Error	15776,00	15	1051,73		
Total	23541,33	23			

R^2= 33% C.V.= 12,07%



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

Gráfico 5: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de Número de Panículas/m^2 por tratamiento

El gráfico 5, muestra el número de panículas.m^{-2}, donde se puede observar que la variedad INIA 509 – La Esperanza, alcanzó el promedio más alto, con un valor promedio de 284 paniculas.m^{-2}; mientras que la línea MC35-11-1, presento el promedio más bajo, con 240 paniculas.m^{-2}. La variedad Capirona presentó un promedio de 264 panículas.m^{-2}, siendo inferior al mostrado por los morfotipos MC25-23-1 y MC35-123-3, quienes alcanzaron un promedio de 280 paniculas.m^{-2}.

La superioridad en el número de panículas.m^{-2} de algunos morfotipos provenientes de mutaciones de la variedad Capirona, sobre dicha variedad en el presente estudio, es acorde con lo que manifiesta Rodríguez (2017), quien reporta que la línea Sales A, MC25 – 20 – 1 y MC35 – 45 – 4, presentaron mayores promedios de panículas.m-2 a la variedad Capirona, siendo los promedios 417, 412, 407 y 395 macollos.m^{-2}.

Según estudios realizados por Arbildo (2007), afirma que el número de panículas está directamente relacionado con la cantidad de macollos y su fertilidad; debido a que no todos los macollos llegan a producir panículas. El mayor porcentaje de panículas provienen de los macollos primarios y secundarios. Asimismo, la cantidad de panículas depende del nivel de fertilidad del suelo y de la disponibilidad de agua durante la fase de iniciación panicular; otro factor que afecta el número de panojas es el ataque de plagas y enfermedades.

3.2.3. Porcentaje fertilidad de panícula (PFP)

En la tabla 18, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a

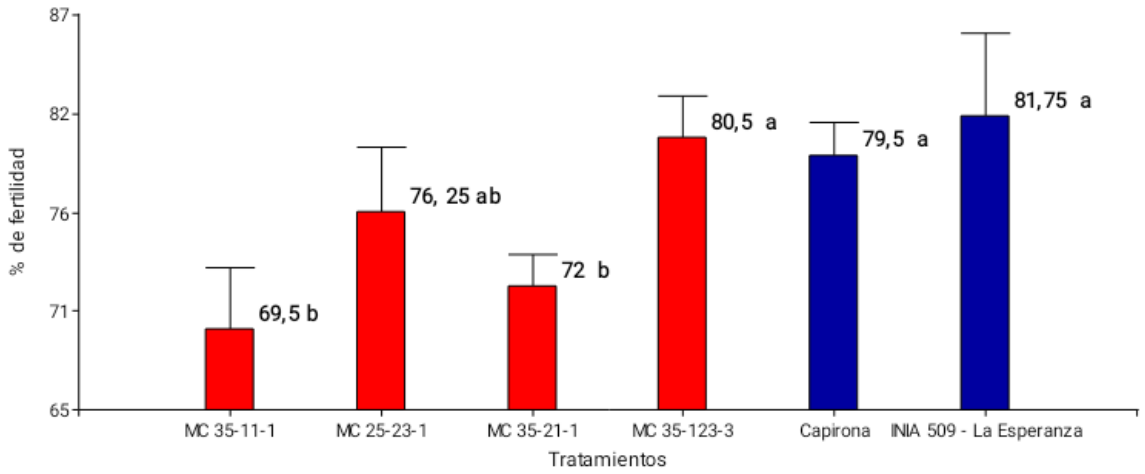
una P<0,05 con una alta explicación sobre el porcentaje de fertilidad determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 77% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 5,68%.

Tabla 18.

Análisis de la varianza para porcentaje de fertilidad de panícula (PFG)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	448,5	3	149,5	7,90	0,022 *
Tratamientos	487,3	5	97,5	5,15	0,006 **
Error	284,0	15	18,93		
Total	1219,8	23			

R^2= 77% C.V.= 5,68%



M*edias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

Gráfico 6: Test de Duncan (p<0,05) para porcentaje de fertilidad de panícula por tratamiento

En el test de Duncan (gráfico 6), se puede verificar que con el tratamiento T6 (La Esperanza) se alcanzó el mayor porcentaje de fertilidad de panícula con 81,75%, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T4 (MC35-123-3), T5 (Capirona INIA) y T2 (MC25-23-1) con 80,50%; 79,50% y 76,25%, respectivamente y superando estadísticamente a los tratamientos T3 (MC35-21-1) y T1 (MC35-11-1), con quienes se alcanzaron promedios de 72,00% y 69,50%, respectivamente.

Rodríguez (2017), reporta que con la variedad Capirona alcanzó un promedio de 80 por ciento de fertilidad de la panícula; lo cual, es muy similar resultado al obtenido en el presente estudio.

Las espiguillas se les considera altamente fértiles cuando es superior a 90 por ciento, fértiles de 75 a 89 por ciento, parcialmente fértiles de 50 a 75 por ciento, estéril de 51 a 90 por ciento y altamente estériles de 91 a 100 por ciento, respectivamente (CIAT,1983).

Los factores como ambiente, tipo de suelo, aplicación de fertilizantes, incidencia de plagas y enfermedades, influyen directamente en el llenado de espiguillas o porcentaje de esterilidad. (Yoshida, 1981 y Racchumi, 1992). Según las evaluaciones realizadas y los resultados obtenidos se seleccionaron los tratamientos T2 y T4 por tener mayor porcentaje de fertilidad de panícula.

3.2.4. Peso de 1000 granos (P1000G)

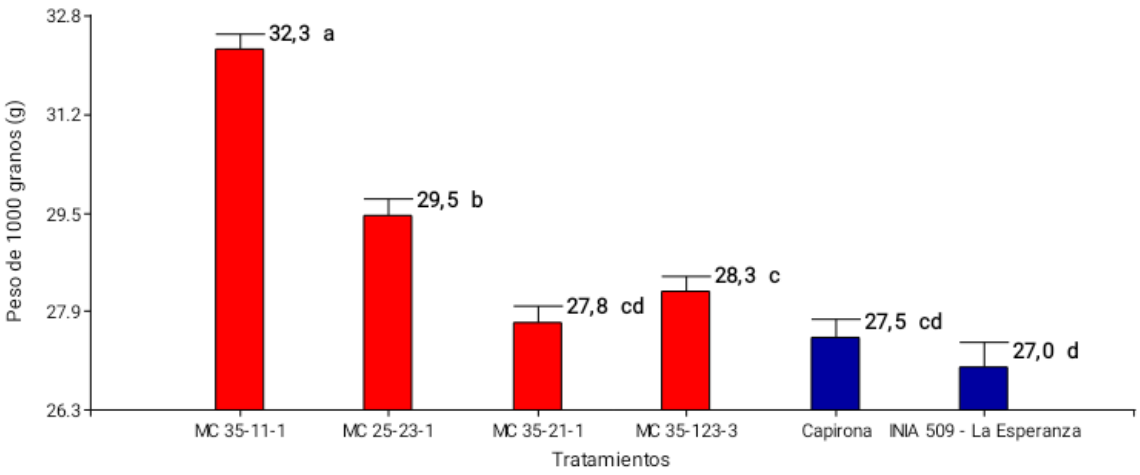
En la tabla 19, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a una P<0,05 con una alta explicación sobre el peso de 1000 granos (P1000G) determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 96% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 1,67%.

Tabla 19.

Análisis de la varianza para peso de 1000 granos (P1000G)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	2,79	3	0,93	4,04	0,0274 *
Tratamientos	74,71	5	14,94	64,81	<0,001 **
Error	3,46	15	0,23		
Total	80,96	23			

R^2= 96% C.V.= 1,67%



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

Gráfico 7: Test de Duncan (p<0,05) para peso de 1000 granos por tratamiento

En el test de Duncan (gráfico 7), se observa que el tratamiento T1 (MC 35-11-1), con un promedio de 32,25g alcanzó el mayor peso de 1000 granos, superando estadísticamente a los demás tratamientos en estudio. La variedad Capirona (T5), obtuvo un promedio de 27,5g, estadísticamente similar a los tratamientos T4 (MC35-123-3), T3 (MC35-21-1) y T6 (La Esperanza), los cuales, presentaron promedios de 28,25g; 27,75g y 27,00g, respectivamente. Estos resultados obtenidos son muy similares a los obtenidos Rodríguez (2017), quien reporta, que la línea MC35-11-1 presenta un promedio de 30,4g y la variedad Capirona presenta un promedio de 26,6g. A pesar de que el morfotipo T1 (MC 35-11-1) alcanzó el más alto peso de mil granos, pero esto no le valió para obtener el mayor rendimiento de grano; lo cual, es corroborado por Hernández (1982), quién manifiesta que el peso de 1000 granos es una característica varietal muy estable y está relacionado con el tamaño de las glumelas; puede variar en cierto grado el rendimiento; pero pocas veces es un factor determinante.

3.2.5. Rendimiento ($t.ha^{-1}$)

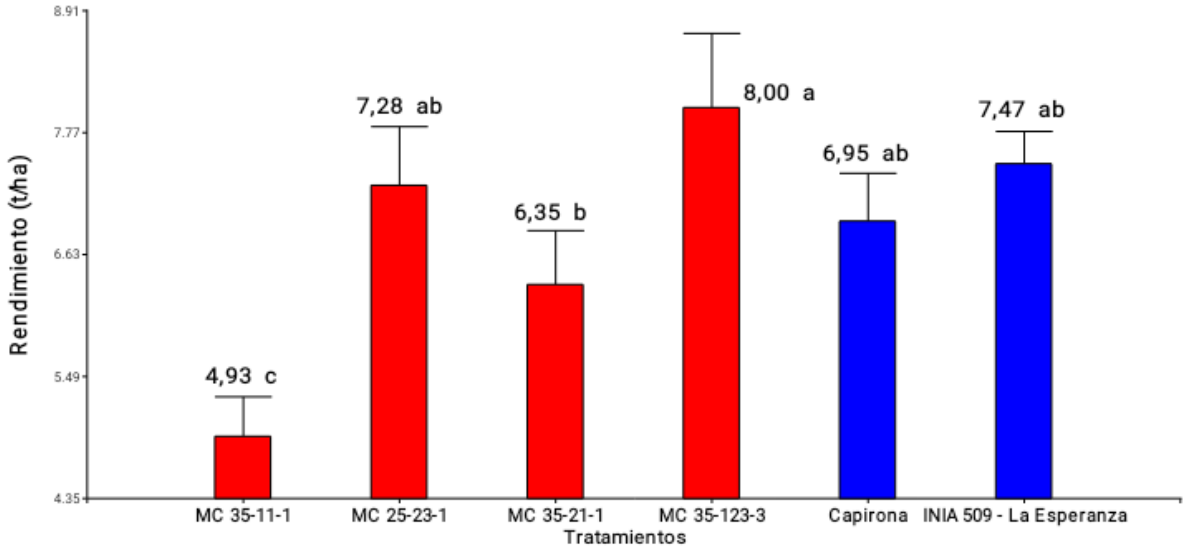
En la tabla 20, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a una P<0,05 con una alta explicación sobre el rendimiento ($t.ha^{-1}$) determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 74% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 12,42%.

Tabla 20.

Análisis de la varianza para rendimiento de grano (t.ha^{-1})

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	6,95	3	2,32	3,22	0,0529N.S.
Tratamientos	23,41	5	4,68	6,50	0,0021 **
Error	10,80	15	0,72		
Total	41,16	23			

R^2= 74% C.V.= 12,42%



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

Gráfico 8: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de rendimiento (t.ha^{-1}) por tratamiento

En el test de Duncan (gráfico 8), se verifica con mayor certeza que con el tratamiento T4 (MC 35-123-3) se alcanzó el mayor rendimiento con 8,0 t.ha^{-1}, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T6 (INIA 509 – La Esperanza), T2 (MC 25-23-1) y T5 (Variedad Capirona) con 7,47; 7,28 y 6,95 t.ha^{-1}, respectivamente y superando estadísticamente iguales a los tratamientos T3 (MC 35-21-1) y T1 (MC 35-11-1) con quienes se alcanzaron promedios de 6,35 y 4,93 t.ha^{-1} de rendimiento, respectivamente.

Puesto que el rendimiento en cualquier cultivo debe representar una variable de calidad relevante en general y en investigaciones con materiales promisorios, líneas introducidas en particular, de tal manera que su efecto debe ser igual o mayor al rendimiento a los tratamientos testigo, afirmación corroborada por Martínez, (1985). En el presente estudio el

morfotipo MC 35-123-3 (T4) con (8,0 t.ha^{-}1), superó numéricamente a los tratamientos testigos variedades Capirona e INIA 509 - La Esperanza (6,95 y 7,47 8 t.ha^{-1}) en 13,12% y 6,63% respectivamente, mientras que el morfotipo MC 25-23-1 (T2) resulto siendo superior al T5 (Capirona) en 4.53% e inferior al T6 (INIA 509 - La Esperanza) en -2.54%, resultados similares a los obtenidos por Rodríguez (2017), quien reporta haber obtenido un rendimiento de 8.45 t.ha^{-1} y 7.83 t.ha^{-1} con las variedades La conquista y Capirona respectivamente, frente a los obtenidos con los morfotipos MC 35-20-1 y MC 35-45-4 con 8.57 t.ha^{-1} y 8.54 t.ha^{-1} de rendimiento respectivamente.

3.3. Calidad molinera

3.3.1. Porcentaje de grano pilado entero (%)

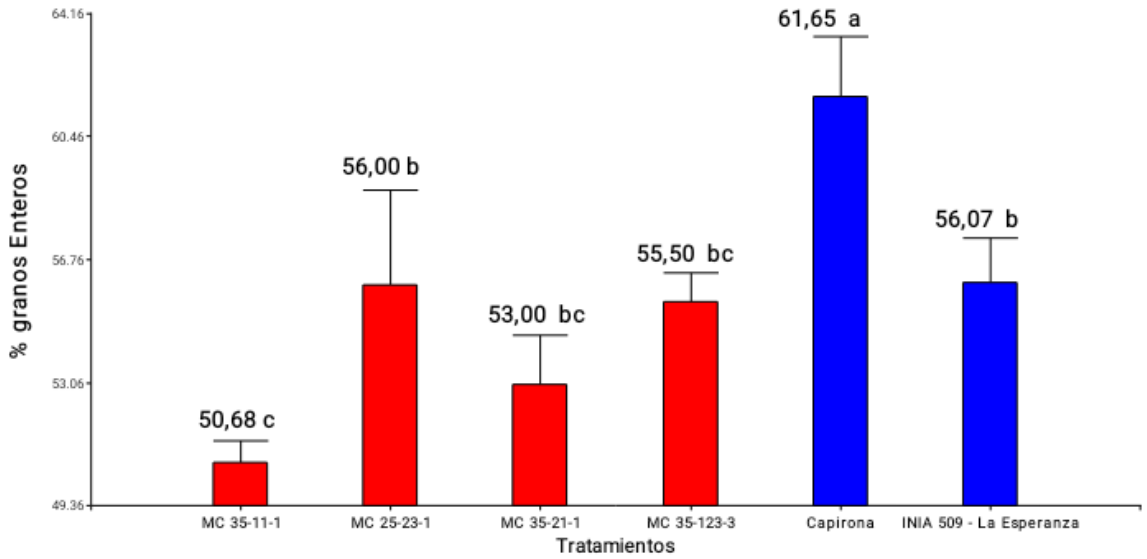
En la tabla 21, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a una P<0,01 con una alta explicación sobre el porcentaje de grano pilado entero (%) determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 66% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 5,87%.

Tabla 21.

Análisis de la varianza para porcentaje de grano pilado entero (%)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	40,62	3	13,54	1,27	0,3189N.S.
Tratamientos	271,73	5	54,35	5,12	0,0062 **
Error	159,36	15	10,62		
Total	471,71	23			

R^2= 66% C.V.= 5,87%



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

Gráfico 9: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de porcentaje de granos enteros por tratamiento

En el test de Duncan (gráfico 9), se puede confirmar que con el tratamiento T5 (Variedad Capirona) se alcanzó el mayor porcentaje de grano pilado entero, con 61,65% siendo estadísticamente superior a los tratamientos T6 (INIA 509 – La Esperanza), T2 (MC 25-23-1) T4 (MC 35-123-3), T3 (MC 35-21-1) y T1 (MC 35-11-1) con quienes se alcanzaron promedios 56,07%; 56%; 55,5%; 53% y 50,68% de grano pilado entero, respectivamente.

Los resultados obtenidos fueron inferiores en comparación a lo reportado por Rodríguez (2017), quien reporta que obtuvo porcentajes de granos enteros del orden de 66% a 69% para los 6 morfotipos estudiados y de 65% para la variedad Capirona, el cual es elevado, esta diferencia podría deberse a factores ambientales al momento de la cosecha. Toda vez que este comportamiento influye sobre el rendimiento, es importante también considerar el tamaño y peso de grano como variable determinante, León (1968), afirma que la forma de la semilla y su tamaño constituyen los factores más corrientes para clasificar comercialmente el arroz. La longitud del grano varía ente 5 a 14 mm. Su forma está determinada por la relación entre la longitud y la anchura; esta última varia de 1,5 a 2,5 mm y puede indicarse que entre más largo el grano tiende a ser más angosto.

3.3.2. Porcentaje de grano pilado total (%)

En la tabla 22, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a una P<0,01 con una alta explicación sobre el porcentaje de grano pilado entero (%)

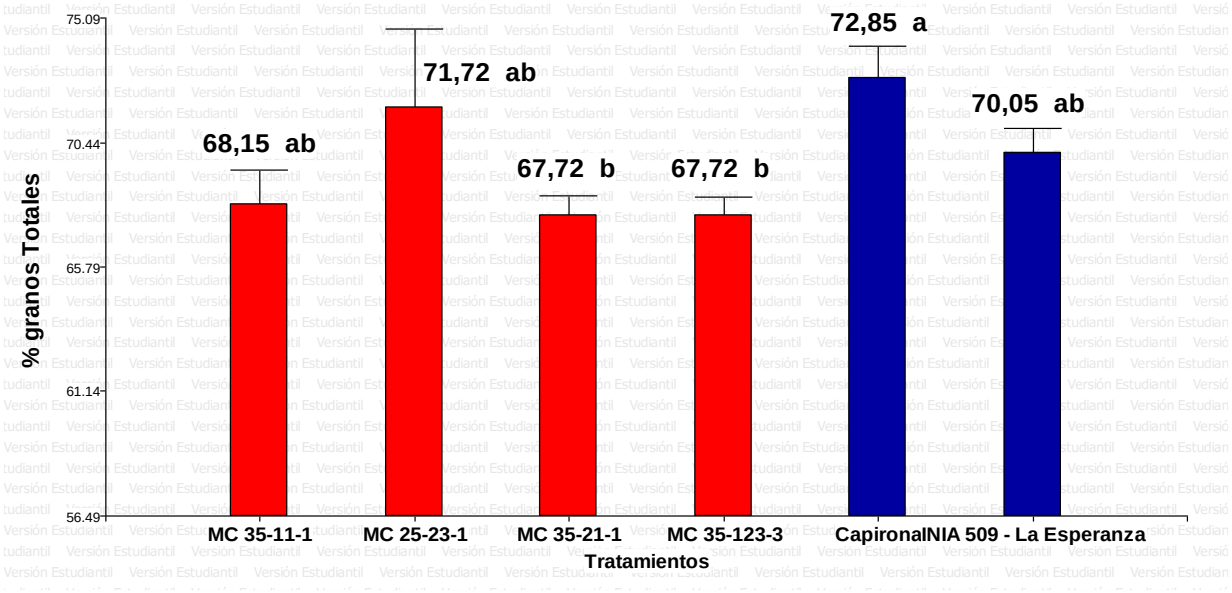
determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 48% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 4,31%.

Tabla 22.

Análisis de la varianza para porcentaje de granos totales (%)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	28,77	3	9,59	1,06	0,3942N.S.
Tratamientos	97,40	5	19,48	2,16	0,1140N.S.
Error	135,34	15	9,02		
Total	261,51	23			

R^2= 48% C.V.= 4,31%



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

Gráfico 10: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de porcentaje de total de granos por tratamiento

En el test de Duncan (gráfico 10), se puede confirmar que con el tratamiento T5 (Variedad Capirona) se alcanzó el mayor porcentaje de grano pilado total con 72,85% siendo estadísticamente igual a los tratamientos T2 (MC 25-23-1), T6 (INIA 509 – La Esperanza) y T1 (MC 35-11-1) con 71,72%, 70,05% y 68,15% de granos totales respectivamente y superando estadísticamente a los tratamientos T4 (MC 35-123-3) y T3 (MC 35-21-1) con quienes se alcanzaron promedios 67,72% y 67,72% de granos totales respectivamente.

Puesto que los promedios obtenidos para las variedades Capirona e INIA 509 – La Esperanza en el presente estudio fueron de 72,85% y 70,05% respectivamente, estos fueron similares a lo reportado por Rodríguez (2017), quien manifiesta respuestas de 68% y 70% de granos totales para las variedades La Conquista y Capirona respectivamente, en tanto para los 6 morfotipos estudiados estos promedios fueron superiores desde 70% a 73%, los cuales en comparación a los morfotipos evaluados en el presente estudio estos promedios fueron ligeramente inferiores, los cuales variaron desde 67,72% hasta 71,72% de granos totales. Dado que la calidad molinera representado en los granos enteros es de importancia para la obtención de nuevas variedades, no solo es importantes los altos rendimientos sino tener en cuenta la calidad molinera (alto porcentaje de granos enteros) como factor importante, tal como lo corrobora Racchumi (1992). El grado de molinería es definido como el grado de remoción de las diferentes capas de salvado que cubren el grano de arroz, y varía en gran parte según las propiedades inherentes al arroz con cáscara y parcialmente de acuerdo con la maquinaria y equipos de molinería y la variedad (CIAT, 1989).

3.3.3. Centro blanco del grano pilado

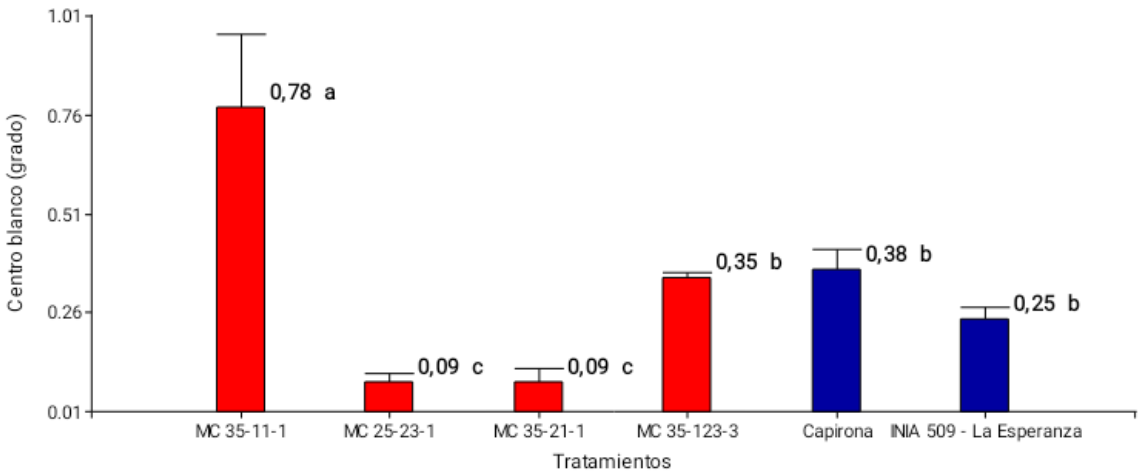
En la tabla 23, se muestra que los tratamientos no fueron estadísticamente iguales entre sí, con una explicación sobre el porcentaje de grano pilado total (%) determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 84% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 21,62%.

Tabla 23.

Análisis de la varianza para centro blanco del grano pilado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,04	3	0,01	1,06	0,39 N.S.
Tratamientos	0,94	5	0,19	2,16	<0,0001**
Error	0,19	15	0,01		
Total	1,18	23			

R^2= 84% C.V.= 21,62%



Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)
Gráfico 11: Test de Duncan (p<0,05) para grados de centro blanco del grano pilado

En el test de Duncan (gráfico 11), se puede observar, que el tratamiento T1 (MC 35-11-1), presenta el grado promedio más alto de centro blanco en el grano pilado, estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio, con un promedio de 0,78. Asimismo, los tratamientos T5 (Capirona INIA), T4 (MC35-123-3) y T6 (La Esperanza), presentaron estadísticamente similares grados de centro blanco, pero superior a los tratamientos T2 (MC 25-23-1) y T3 (MC 35-21-1). En este experimento, la variedad Capirona, presento buena calidad de grano, similar a la variedad INIA 509 – La Esperanza; lo cual, es corroborado en los experimentos realizados por Rodríguez (2017), quien reporta un grado promedio de 2 (Evaluación visual en grupos), para el cultivar Capirona.

3.4. Enfermedades

3.4.1. Burkholderia (% panículas afectadas)

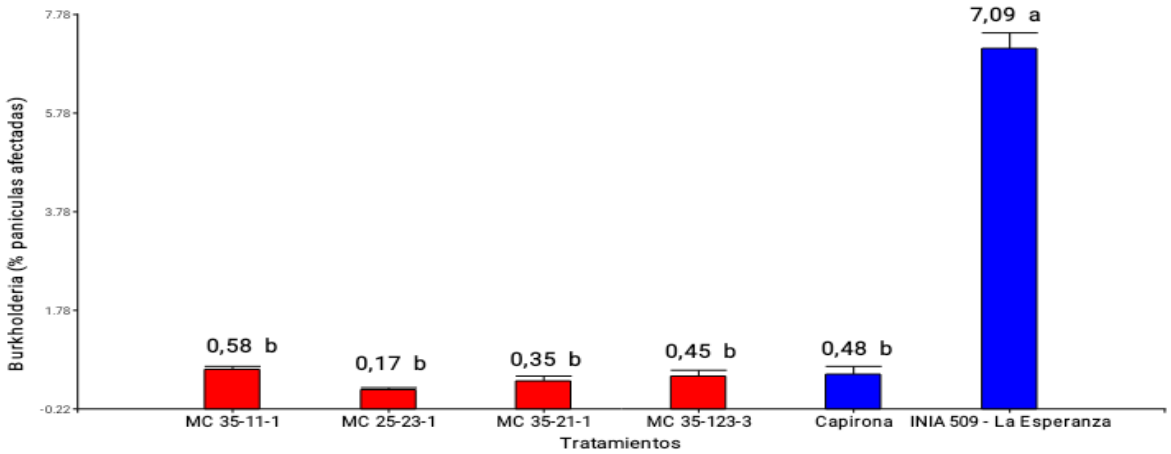
En la tabla 24, se muestra que al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás a una P<0,01 con una alta explicación sobre el porcentaje de panículas afectadas por Burkholderia determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 99% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 21,76%.

Tabla 24.

Análisis de la varianza para % panículas afectadas por Burkholderia glumae.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,25	3	0,08	0,75	0,5396N.S.
Tratamientos	149,25	5	29,85	272,55	<0,0001 **
Error	1,64	15	0,11		
Total	151,14	23			

R^2= 99% C.V.= 21,76%



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

Gráfico 12: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de Burkholderia (% panículas afectadas) por tratamiento.

En el test de Duncan (gráfico 12), se puede verificar que con la variedad INIA 509 – La Esperanza (T6), se obtuvo el mayor promedio en el porcentaje de panículas afectadas por Burkholderia con 7,09% siendo estadísticamente superior a los tratamientos T1 (MC 35-11-1), T5 (Variedad Capirona), T4 (MC 35-123-3), T3 (MC 35-21-1) y T2 (MC 25-23-1) con quienes se alcanzaron promedios de 0,58%; 0,48%; 0,45%; 0,35% y 0,17% de panículas afectadas por Burkholderia respectivamente.

3.4.2. Piricularia (*Pyricularia oryzae*).

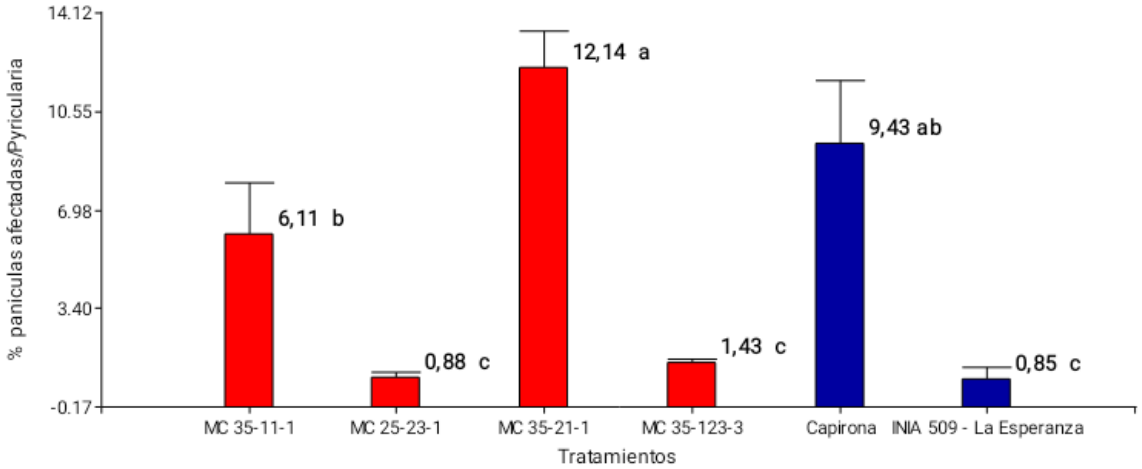
En la tabla 25, se muestra que al menos uno de los tratamientos estadísticamente fue diferente a los demás a una P<0,01 con una alta explicación sobre el porcentaje de panículas afectadas por Piricularia determinado por el Coeficiente de determinación (R^2) de 85%.

Tabla 25.

Análisis de la varianza para el porcentaje de panículas afectadas por Pyricularia oryzae a nivel de panoja.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	39,02	3	13,01	2,23	0,1267N.S.
Tratamientos	474,24	5	94,85	16,27	<0,0001**.
Error	87,46	15	5,83		
Total	600,72	23			

R^2= 85% C.V.= 46,98%



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

Gráfico 13: Test de Duncan (p<0,05) para promedios de panículas afectadas por *grisea* en panoja Pyricularia

En el test de Duncan (gráfico 13), se aprecia que los tratamientos T3 (MC35-21-1) y T5 (Capirona), presentan las incidencias más altas de *Pyricularia oryzae* a nivel de panoja, no existiendo diferencia significativa entre ellas; pero el T3 (MC35-21-1), superó estadísticamente a los tratamientos T1 (MC 35-11-1), T4 (MC 35-123-3), T2 (MC 25-23-1) y T6 (La Esperanza). Los tratamientos T6 (La Esperanza), T4 (MC 35-123-3) y T2 (MC 25-23-1), presentaron los niveles de incidencias más bajo en el presente ensayo, no existiendo diferencia estadística significativa entre ellos. Resultados similares, fueron obtenidos por Montilla (2011), quien informa que con la variedad Capirona INIA, sin aplicación de fungicidas obtuvo un promedio de 5,5% de panículas afectadas por Piricularia.

En el presente estudio, dos morfotipos mostraron buen nivel de reacción a *Pyricularia*

oryzae (menos del 2% de panículas afectadas); lo cual, representa alternativas promisorias para contrarrestar a esta enfermedad en el cultivo de arroz en el Valle del Shanusi – Región Loreto; lo cual, es corroborado por Corea-Victoria *et al*. (1994), quien manifiesta que la utilización de resistencia genética ha sido la práctica más adecuada para el control de la enfermedad en tiempos modernos.

En la tabla 26 se presentan las escalas de Piricularia (*Pyricularia oryzea*), en la hoja la cual se aplicó según el área foliar afectada y tipo de lesión, donde se puede constatar que la máxima escala observada para todos los tratamientos fue de 1, donde el porcentaje de área foliar afectada fue menos del 1% y a nivel de panoja, los tratamientos T2 (MC 25 – 23 – 1), T4 (MC 35 – 123 – 3) y T6 (INIA 509 - La Esperanza), estadísticamente presentaron los mejores niveles de resistencia a la enfermedad, donde se observaron escalas de 1 (Pocas ramificaciones secundarias afectadas, menos de 1%); los tratamientos T1 (MC 35 – 11 – 1) y T5 (Capirona) con grado promedio de 3,5 y 3, respectivamente (Varias ramificaciones secundarias afectadas o ramificación principal afectada, de 1 a 5%), no difirieron estadísticamente; el T3 (MC 35 – 21 – 1) con un grado promedio de 5 (Eje o base de panícula parcialmente afectada, de 6 a 25%), mostro el nivel más bajo de resistencia.

Tabla 26.

Tipos de reacción a Pyricularia oryzae a nivel de hoja

Tratamientos	Descripción	Hoja (escala)
T1	MC 35 – 11 – 1	1
T2	MC 25 – 23 – 1	1
T3	MC 35 – 21 – 1	1
T4	MC 35 – 123 – 3	1
T5	Capirona	1
T6	INIA 509 - La Esperanza	1

Fuente: El propio estudio (2020)

3.4.3. Helmisthosporium sp y Rhinchosporium sp

En la tabla 27, se observa los resultados de la evaluación de la incidencia de Helmisthosporium sp. donde los tratamientos T2 (MC 25 – 23 – 1), T4 (MC 35 – 123 – 3), T5 (Capirona) y T6 (INIA 509 - La Esperanza) presentaron los mejores niveles de resistencia

a la enfermedad, con un grado promedio de 1 (menos del 1%), y para los tratamientos T1 (MC 35 – 11 – 1) y T3 (MC 35 – 21 – 1) el grado promedio alcanzado fue de 3 (de 6 a 10%). En la misma tabla, la mayor incidencia de Rhinchosporium sp se observó en el T3 (MC 35 – 21 – 1) con una escala de 5 (de 21 a 30%) y los demás tratamientos con una escala de 1 (menos del 1%).

Tabla 27.

Incidencia de Helmisthosporium sp y Rhynchosporium

Tratamientos	Descripción	Helmintosporium (escala)	Rhinchosporium (escala)
T1	MC 35 – 11 – 1	3	1
T2	MC 25 – 23 – 1	1	1
T3	MC 35 – 21 – 1	3	**5**
T4	MC 35 – 123 – 3	1	1
T5	Capirona	1	1
T6	INIA 509 - La Esperanza	1	1

Fuente: El propio estudio (2020)

3.4.4. Incidencia del virus de la hoja blanca

Tabla 28.

Incidencia del virus de la hoja blanca

Tratamientos	Descripción	Hoja (escala)
T1	MC 35 – 11 – 1	0
T2	MC 25 – 23 – 1	0
T3	MC 35 – 21 – 1	0
T4	MC 35 – 123 – 3	0
T5	Capirona	0
T6	INIA 509 - La Esperanza	0

Fuente: El propio estudio (2020)

3.5. Análisis económico

Tabla 29.

Determinación de la relación Beneficio – Costo de los tratamientos.

Tratamientos	Rendimiento	Precio/ Kg S/.	Beneficio bruto S/.	Costo de Producción	Beneficio Neto S/.	Rentabilidad económica %	Beneficio/ Costo
MORFOTIPO 1 (MC 35 – 11 – 1)	4,930	1,00	4930,0	4612,3	317,70	6,89	1,07
MORFOTIPO 2 (MC 25 – 23 – 1)	**7,280**	**1,00**	**7280,0**	**4612,3**	**2,667,70**	**57,84**	**1,58**
MORFOTIPO 3 (MC 35 – 21 – 1)	6,350	1,00	6350,0	4612,3	1,737,70	37,68	1,38
MORFOTIPO 4 (MC 35 – 123 – 3)	**8,000**	**1,00**	**8000,0**	**4612,3**	**3,387,70**	**73,45**	**1,73**
CAPIRONA INIA	6,950	1,00	6950,0	4612,3	2,337,70	50,68	1,51
INIA 509 - LA ESPERANZA	7,470	0,90	6723,0	4612,3	2,110,70	45,76	1,46

Fuente: El propio estudio (2020)

Nota: Los precios de venta establecidos del arroz en cáscara en el mes de abril del 2020 fueron: Capirona: S/. 1,00 – La Esperanza: 0,90 y se asume el costo de los morfotipos: S/. 1,00.

En la tabla 28, se presenta el análisis económico de los tratamientos, donde se observa que los tratamientos T4(Morfotipo 4 MC 35 – 123 – 3) y T2(Morfotipo 2 MC 25 – 23 – 1) son los que obtuvieron el mayor beneficio neto con S/.3,387,70 y S/.2,667,70; lo cual representa una relación Beneficio/Costo de 1,73 y 1,58 respectivamente, lo cual indica que por cada sol invertido se produjo una ganancia de 0,73 y 0,58 de nuevos soles. Así mismo estos mismos tratamientos (T4 y T2) mostraron la más alta rentabilidad económica porcentual con 73,45% y 57,84%.

3.6. Concentración de N y P en granos.

El grafico 14, presenta los resultados del análisis de Nitrógeno (N) y Fosforo (P) del grano de arroz de cada tratamiento en estudio; donde se puede observar que los 04 morfotipos de arroz en estudio, presentaron porcentajes que oscilaron entre 1,47% - 1,81%; siendo el más alto el obtenido por el morfotipo MC35-11-1. Las variedades Capirona INIA y La Esperanza, obtuvieron valores de 1,67% y 1,41% de N, respectivamente. Los porcentajes de nitrogenados alcanzados en el presente experimento fueron muy similares a los reportados

por Ríos y Valdez (2019), con la variedad INIA 509 - La Esperanza, el cual fue de 1,6%, con dosis de fertilización de nitrógeno muy similares al aplicado en el presente experimento.

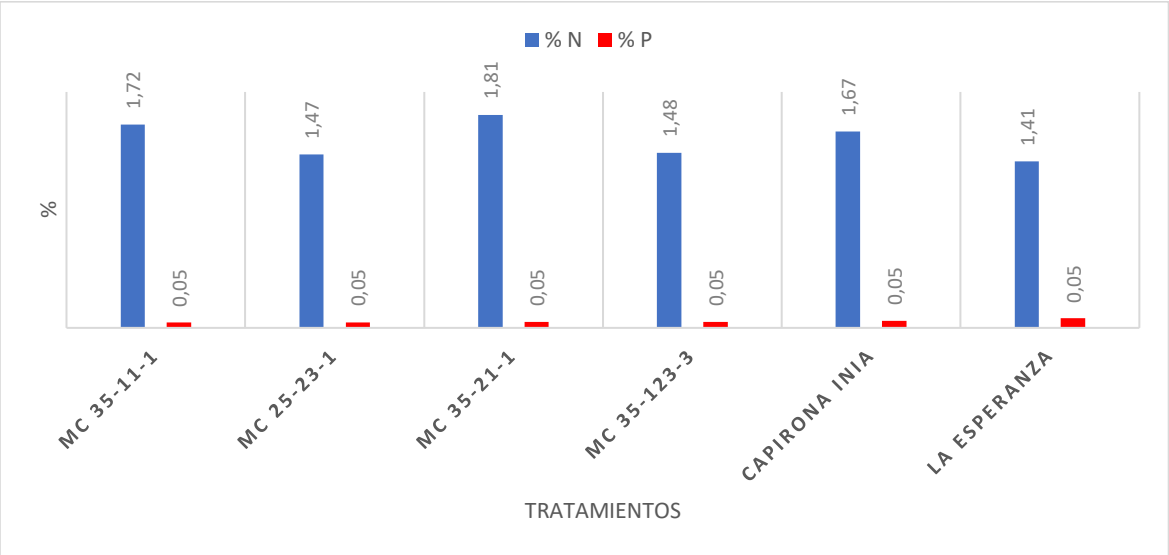


Gráfico 14: Porcentaje de Nitrógeno (N) y Fosforo (P) en los granos por tratamiento
Fuente: Laboratorio UNALM 2020

En el mismo gráfico, se presenta los resultados de los análisis del fosforo en el grano; donde se puede observar que los morfotipos en estudio presentan igual contenido, con un valor de 0,05%; mientras que las variedades Capirona INIA e INIA 509 La Esperanza, presentaron promedios de 0,06% y 0,08%, respectivamente y. Ríos Valdez (2019), reportó que la variedad INIA 509 - La Esperanza, presenta 0,07% de P en el grano, lo cual, es similar al reportado en el presente ensayo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos bajo el sistema de siembra por trasplante y en las condiciones agroclimáticas del Valle del Shanusi – Región Loreto y considerando los objetivos planteados se arriban a las siguientes conclusiones:

- Los morfotipos de arroz identificados con los más altos rendimientos de grano, buenas características agronómicas, con buen nivel de resistencia a enfermedades y buena calidad de grano, bajo el sistema de siembra por trasplante fueron MC 25-23-1 y MC 35-123-3 con promedios de 7,3 y 8,0 $t.ha^{-1}$, respectivamente.

- La variedad Capirona presentó buena calidad de grano entero con 61,65%, superando a la variedad INIA 509 – La Esperanza, la cual obtuvo un promedio de 58,6%, y a los morfotipos MC 35-11-1, MC 25-23-1, MC 35-21-1 y MC 35-123-3, quienes presentaron promedios de 54,4%, 56,0%, 55,5% y 58,0%, respectivamente.

- Los morfotipos MC 35-11-1, MC 35-21-1 y Capirona INIA presentaron mayores daños de panojas por *Pyricularia oryzae*; en comparación a los morfotipos MC 25-23-1 y MC 35-123-3. La variedad INIA 509 – La Esperanza, continuó mostrando buen nivel de resistencia a *Pyricularia oryzae.*

- Los 04 morfotipos en estudio al igual que la variedad Capirona INIA mostraron bajo porcentaje de panículas afectadas por *Burkholderia glumae* (<1%); mientras que la variedad INIA 509 – La Esperanza, presentó promedios 7% de panículas afectadas.

- Según el análisis económico, los tratamientos que mostraron mayor rentabilidad fueron el T4 (Morfotipo 4 MC 35 – 123 – 3) y el T2 (Morfotipo 2 MC 25 – 23 – 1), con rentabilidades económicas de 73,45 % y 57,84 %.

RECOMENDACIONES

Para las condiciones agroclimáticas del Valle del Shanusi – Región Loreto, se recomienda:

- Continuar con el proceso de desarrollo varietal de los morfotipos MC 35-11-1 y MC 35-123-3, debido a que estos presentan buenos rendimientos de grano, resistencia a las principales plagas y enfermedades y buena calidad de grano, y podrían ser en un futuro cercano nuevas alternativas varietales para los pequeños y medianos productores de arroz del Valle del Shanusi – Región Loreto; contribuyendo de esta forma a mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo, además se recomienda continuar los trabajos de manera coordinada con la Asociación de productores de arroz del valle del Shanusi como aliados estratégicos en la generación, desarrollo y adopción de nuevas tecnologías

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo B. M. A., M. Salazar, W.A. Castrillo, O. Torres, E. Reyes, M. Navas, R. Álvarez, O. Moreno y E. Torres Toro. (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.

Agrios G. N. (2005). *Fitopatología*, 2da edición. México, Limusa, 952.

Angladette A. (1975). *El arroz. Primera edición.* Editorial Blume. Barcelona, España. 867 p.

Arbildo P.; H. (2007). *Comparativo de líneas promisoras y variedades comerciales de arroz (Oryza sativa L.) como cultivo potencial en la zona de Pucallpa*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.130pp.

Bhat R, S; (2017). *AM3-an induced rice mutant with improved grain size and yiel.* International Rice Research Notes 32.1: 18-19p.Consultado 15 noviembre 2013

Brauer O. (1987). *Filogenética Aplicada*. Ed. Limusa. Mexico. 517p.

Brazilian Rice, (2016). *Proyecto de promoción de exportación del arroz brasileño.*

Bughio H, R; (2017). I*mprovement of grain yield in rice variety Basmati-370 (oryza sativa l.), through mutagenesis.* Pak. J. Bot., 39(7): 2463-2466p.

CIAT (1989). Centro Internacional de Agricultura Tropical. *Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz.* Guía de Estudio. Cali, Colombia.

CIAT (1983). Centro Internacional de Agricultura Tropical. *Sistema de evaluación estándar para arroz.* Cali, Colombia. 61p.

CIAT (2005). Centro Internacional de Agricultura Tropical *Morfología de la Planta de Arroz*. Guía de Estudio. Cali, Colombia.

Correa, V. (1994). *Virulence characteristics of genetic families 500 of Pyricularia grisea in Colombia.* En: Zeigler RS, Leong SA y Teng PS (eds). Rice Blast 501 Disease. Wallington, Oxon, REINO UNIDO: CABI/IRRI, 211-229.

Correa, V. (2014). *XXV Jornada Nacional de Arroz, Concordia, Argentina. "Antiguas y nuevas enfermedades en arroz: el caso de Pyricularia y el añublo bacterial de la panícula".* Rice Tec Inc.

De Datta, S.K. (1986). *Producción de Arroz*. Fundamentos Prácticos. Editorial Limusa. Primera Edición. D. F. México. 690 p

Deus, J. E.; Leyva, A. V. y Pérez, A. V. (1998). *Empleo de la inducción de mutaciones y el cultivo de tejidos en el programa de mejoramiento del arroz Oryza sativa L., de Cuba.* Plant Mutation Breeding for Crop Improvement. International Atomic Energy Agency. Vienna. Vol. 2:445-461.

Donini, B; Kawai, T. & Micke, A. (1984). *Spectrum of mutant characters utilized in developing improved cultivars.* In: Selection in Mutation breeding. International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria. pp.7-31.

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

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2004). *Año Internacional del Arroz 2004 - El arroz es vida*. http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf. Viale delle Terme di Caracalla Rome. Italy

Fuentes, Y (1996). *Iniciación de la meteorología agrícola*. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. Impresores S.A.195p.

Gonzales, H. (2004). *Caracterización de líneas mutantes de la variedad de arroz "Amazonas" obtenidas mediante aplicación de rayos gamma.* Agronomist Thesis Universidad Nacional Agraria La Molina. 142p.

Haifeng Z. Xiaobo Z, y Zhengguang Zhang. (2016). *The Magnaporthe grisea species complex and plant pathogenesis.* Departamento de Fitopatología, Facultad de Protección Vegetal, Universidad Agrícola de Nanjing y Laboratorio Clave de Manejo Integrado de Enfermedades y Plagas de los Cultivos, Ministerio de Educación, Nanjing, 210095, China,

Hernández, J. (1982). *Fitomejoramiento y principales cultivares*. En: Curso de adiestramiento en producción de arroz. Proyecto Nacional de investigación de arroz. Lambayeque, Perú. Estación experimental Vista Florida, pp. 74-116.

Hernández, J. (1983). *Producción de arroz*. Editorial Yuluyalu. 63p.

Heros, E y Gomez. (2011). *Identificación de Mutaciones precoces, con aplicación de Rayos Gamma en el Cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) Capirona.*

Illana A. Rodriguez-Romero J; Sesma A. (2013). *Major PLant Pathogens of the Magnaporthaceae Family.* In Genomics of Soil-and PLant-Assocated Fungi. Springer Berlin Heidelberg 45-88p.

Ishiy T, (2013). *Mutant Cultivar SCS114* Andosan. Joint FAO/IAEA programme-Plant mutations reports vol.1, N°.2.25 p.

Jennings, P. R., coffman, W. R., Kauffman, H.E. (1981). *Mejoramiento de arroz.* Centro internacional de agricultura tropical – CIAT. Colombia. 233p.

Kihupi, A. (1995). *Plant type improvement of indigenous rice cultivars through induced mutations.DCSP (Department of Crop Science and Production).* Sokoine University of Agriculture. TZ. 26p. Consultado 18 feb. 2016. Disponible en http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/28/054/28054946.pdf

Klaubauf, S., Tharreau, D., Fournier, E., Groenewald, JZ, Crous, PW, de Vries, RP y Marc - Henri, L. (2014). *Resolviendo la naturaleza polifilética de Pyricularia (Pyriculariaceae). Semental*. Mycol. 79, 85-120.

León, J. (1968). *Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales*. Primera Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 487p.

Luzi, K. (2009). *Mejora de la mutación para la mejora del arroz en Tanzania*. Universidad Sokoine de Agricultura en Tanzania.

Martínez, C. (1985). *Evaluación de la Calidad Molinera y Culinaria del Arroz.* Cali, CIATP. P. 5-61.

MINAGRI, (d., & Senamhi. (2014). *Requerimientos Agroclimáticos del Cultivo de ARROZ.* Agroaldía.

MINAGRI (2017). *Arroz 2001-2017*. Minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/Informe-coyuntura-arroz-280818_0.pdf. Visitada el 10 de enero de 2020.

Montilla, L. (2011). *Control químico de Pyricularia Grisea sacc.en el cultivo de arroz (oryza sativa l.) Desarrollado en la Estación Experimental Agraria - El Porvenir–INIA - San Martín.* Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNSM_Tarapoto.

Ormeño J. (2016). *Interacción Enmienda calcio, magnésica y aplicación nitrogenada temprana en rendimientos de arroz riego en suelos ácidos*. Tarapoto 2006. p.98. Tesis de maestría en la Universidad Nacional Hemilio Valdizán de Huánuco.

Ou, SH (1985). *Rice Disease*, 2ª ed., Págs. 109–201. Kew, Surrey: Instituto Micológico de la Commonwealth, The Cambrian News Ltd.

Palacios O. (2001). *Arroz INIA 509 - La Esperanza*. Estación experimental agraria El Porvenir. San Martin, Perú. p. 6.

Rojas J. (2019). *Proyecto Arroz de la Dirección Regional Agraria de Loreto del Gobierno Regional de Loreto*. Informe técnico de diagnóstico de la cadena productiva del arroz en el valle del Shanusi. PEDAMAALC 2019.

Racchumi, A. (1992). *Evaluación y selección de germoplasma de arroz para suelos ácidos.* En: M. arca (ed) 1992. Suelos amazónicos N° SA-05. Proyecto suelos tropicales. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA). Lima, Perú. 34p.

Ríos R, W.F y Valdez N, R.A (2019). *Manual Técnico Científico "Desarrollo y validación de un inoculante consorcio bacteriano en el cultivo de arroz en el Perú".* Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. p.49.

Rodríguez, D. (2017). *Potencial de rendimiento de líneas mutantes de arroz (Oryza sativa L.) desarrolladas mediante la aplicación de rayos gamma en condiciones del valle de Jequetepeque.* URI: http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2964. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Departamento Académico de Fitotecnia.

Rossman AY, Howard RJ y Valent B. (1990). *Pyricularia Grisea the Correct Name for the Rice Blast Disease Fungus.*

Sanjinez S, F. (2001). *Determinación de la dosis optima de rayos gamma para inducir mutaciones en arroz (Oryza sativa L.) variedad Amazonas*. Tumbes, PE. 78p.

Sevilla, R y Holle, M. (2008). *Recursos genéticos vegetales* Ed. Luis León Asociados. p 41, 46, 50, 53, 56.

Solórzano V. (1994). *Guías fenológicas para cultivos básicos, oleaginosos, sacaríferos, tubérculos y fibras*. Universidad Autónoma de Chapingo, Dpto. de Fitotecnia, Fenología Agrícola. p. 162.

Strasburger E. (1986). *Botánica.* Séptima edición española. Editorial Martin S.A. Barcelona, España. 1098 p.

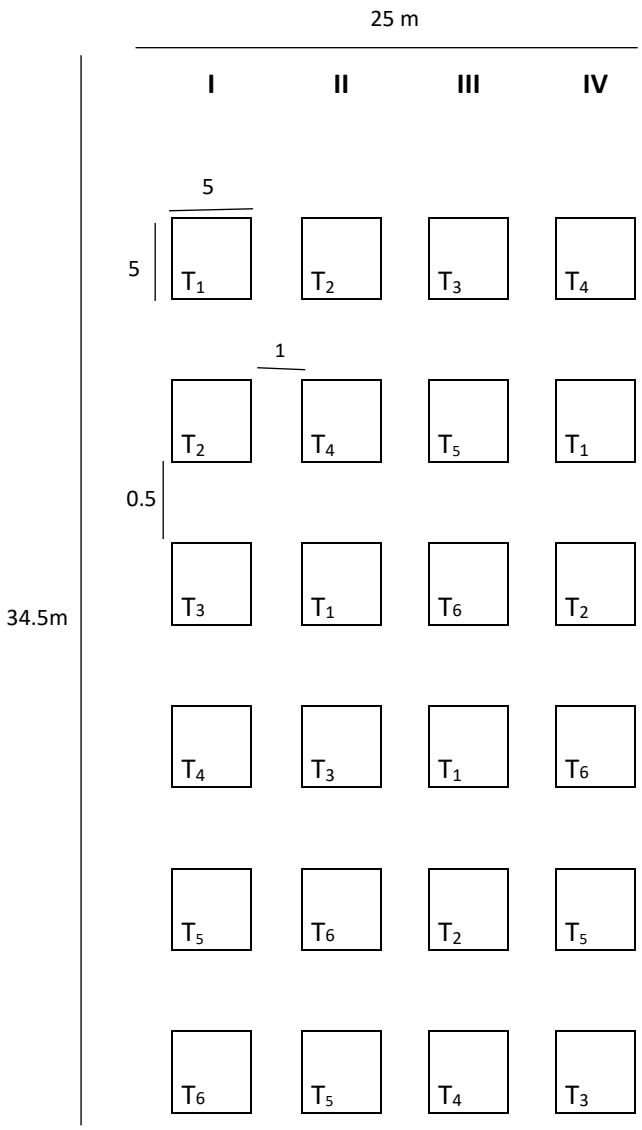
Tinarelli, A. (1989). *El arroz.* Trad. Ramón Miguel Carreras Ortells. 2da. Ed. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 240 p.

Vergara, V. (1983). *Influencia de los factores climáticos en el cultivo de arroz en el Perú.* Chiclayo. Informativo arrocero. 2(6) 8:16.

Yoshida, J. (1981). *Fundamentals of rice crop science*. International rice research institute (IRRI). Filipinas. 279 pp.

ANEXOS

A. Croquis de la parcela experimental



B. Periodo vegetativo

Nº Tratamiento	Variedad/ Morfotipo	Días a la maduración
1	MC 35-11-1	132
2	MC 25-23-1	126
3	MC 35-21-1	127
4	MC 35-123-3	129
5	CAPIRONA	133
6	LA ESPERANZA	131

C. Costo de producción de 1 ha de cultivo de arroz.

ACTIVIDAD	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD / ha	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL / ha
I. COSTOS DIRECTOS				**4,612.30**
1. Gastos de Cultivo (preparación de terreno, abonamiento, siembra y fertilización, labores culturales, cosecha)				
1.1 Mano de Obra				**1,640.00**
Almacigo				**110.00**
Bordeo	Jornal	0.5	40	20.00
Voleo de semilla	Jornal	0.5	40	20.00
Riego	Jornal	2	25	50.00
Abonamiento + Control fitosanitario	Jornal	0.5	40	20.00
Campo definitivo				**1,290.00**
Limpieza de bordos	Jornal	2	40	80.00
Limpieza de canales y drenes	Jornal	2	40	80.00
Emparejamiento de pozas	Jornal	1	40	40.00
Saca de semillas	Jornal	7	30	210.00
Trasplante	Jornal	20	25	500.00
Riego	Jornal	2	40	80.00
Deshierbo	Jornal	4	40	160.00
Fertilización	Jornal	1	40	40.00
Control fitosanitario	Jornal	4	25	100.00
Cosecha				**240.00**
Carguío (estiva y desestiva)	t	8	30	240.00
1.2 Maquinaria Agrícola				**960.00**
Rastra y cruza	Hora/maqui	2	120	240.00
Fangueo y nivelacion (Motocultor)	ha	1	120	120.00
Cosechadora combinada	ha	1	600	600.00
1.3 Insumos				**1,669.80**
Semilla (Certificada)	**Kg**	**60**	**3.38**	**202.80**
Fertilizantes				**1,170.00**
Urea	Bolsa / 50kg	5	85	425.00
Fosfato di amionico	Bolsa / 50kg	3	110	330.00
Cloruro de Potasio	Bolsa / 50kg	3	75	225.00

Sulfato de Potasio y Mag(Sulpomag)	Bolsa / 50kg	2	95	190.00
Insecticidas, Fungicidas y Herbicidas				**297.00**
Emamectin benzoato	Sobre	1	35	35.00
Imidacloprid	Litro	0.25	120	30.00
Cypermetrina	Litro	0.3	60	18.00
Adherente siliconado	Litro	1	70	70.00
Butaclor	Litro	2	22	44.00
Glifosato	Litro	4	20	80.00
2-4 D (Hedonal)	Litro	1	20	20.00
1.4 Otros (Campo definitivo)				**342.50**
Petroleo (Riegos y otros)	Galon	30	10	300.00
Gasolina	Galon	5	8.5	42.50
2.1 Imprevistos	**Porcentaje (%) - CD**	**3%**	**4612.3**	**115.31**
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				**4,612.30**
II. COSTOS INDIRECTOS				0.00
2. Materiales, equipos y otros.	Unidad			0.00
II. SUBTOTAL C. INDIRECTO				**0.00**
III. COSTO TOTAL (I + II)				**4,612.30**

D. Informe de análisis especial en follaje.

SOLICITANTE : JUAN PABLO ROJAS CHASNAMOTE

PROCEDENCIA: LORETO/ ALTO AMAZONAS/ YURIMAGUAS/ PC UNALM 18B - INIA

MUESTRA : GRANOS DE ARROZ

REFERENCIA : H.R. 67846

BOLETA : 2837

FECHA : 23/04/2020

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %
1745	Linea Mutante 01	1,72	0,05
1746	Linea Mutante 02	1,47	0,05
1747	Linea Mutante 03	1,81	0,05
1748	Linea Mutante 04	1,48	0,05
1749	**Linea Capirona**	1,67	0,06
1750	**Linea La Esperanza**	1,41	0,08

Dr. Sady García Bendezú
Jefe de Laboratorio

E. Análisis físico-químico del suelo

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONÍA PERUANA

CERTIFICADO INDECOPI Nº 00072183

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS - CARACTERIZACIÓN

Nº SOLICITUD : AS0145-19
SOLICITANTE : PROYECTO ESPECIAL DATEM DEL MARAÑON - ALTO AMAZONAS - LORETO - CONDORCANQUI - PEDAMAALC
PROCEDENCIA : LORETO - ALTO AMAZONAS -YURIMAGUAS - CASERIO MIGUEL GRAU
CULTIVO : ARROZ

FECHA DE MUESTREO : 25/09/2019
FECHA DE RECEP. LAB : 25/10/2019
FECHA DE REPORTE : 26/10/2019

Item	Número de la muestra				pH	C.E dS/m	$CaCO_3$ (%)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANALISIS MECANICO				CIC pH 7.0	CATIONES CAMBIABLES					Suma de bases	% Sat. de bases	% Sat. de Al^{+3}
	Lab.			Campo								Arena	Limo	Arcilla	CLASE TEXTURAL		Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	$Al^{3+}+H^{+}$			
												%				cmol/kg								
01	19	10	1174	MUESTRA-1	5.16	0.18	<0.3	1.26	0.06	9.78	94	26.96	40.72	32.32	Fra-Arc	15.45	9.90	1.80	0.24	0.11	1.45	12.05	78.0	10.8
02	19	10	1175	MUESTRA-3	4.94	0.17	<0.3	1.26	0.06	11.12	94	30.96	32.72	36.32	Fra-Arc	15.96	10.20	2.02	0.24	0.11	1.80	12.56	78.7	12.5

Item	Número de la muestra				Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	S (ppm)
	Lab.			Campo						
01	19	10	1174	MUESTRA-1	446.8	3.2	7.6	95.3	<0.1	<5
02	19	10	1175	MUESTRA-3	509.4	3.5	4.2	112.8	<0.1	<5

METODOS :

TEXTURA	: HIDROMETRO
pH	: POTENCIOMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA RELACION 1:2.5
CONDUC. ELECTRICA	: CONDUCTIMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA 1:2.5
CARBONATOS	: GAS - VOLUMETRICO
FOSFORO DISPONIBLE	: OLSEN MODIFICADO EXTRACT. $NaHCO_3$ =0.5M , pH 8.5 Esp. Vis
POTASIO Y SODIO INTERCAMBIABLE	: (NH4)CH3-COOH=1N , pH 7. Absorción Atómica
MATERIA ORGANICA	: WALKLEY y BLACK
CALCIO Y MAGNESO INTERCAMBIABLE	: EXTRACT. KCl=0.1N ó (NH4)CH3-COOH=1N , pH 7. Absorción Atómica
ACIDEZ INTERC.	: EXTRACT. KCl 1N. VOLUMETRIA
ACIDEZ POTENCIAL	: WOODRUFF MODIFICADO
CIC pH 7.0	: ACIDEZ POTENCIAL+SUMA DE BASES
Fe, Cu, Zn y Mn	: OLSEN Modificado extrac. NaHCO3 =0.5M , pH 8.5 Absorción Atómica
BORO	: Extracción / Espectrometria UV-Vis (λ=555 nm)
AZUFRE	: Extraccion / Turbidimetria (λ=420 nm)
METALES PESADOS	: EPA 3050B

Nota: El laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

La Banda de Shilcayo, 26 de Octubre del 2019

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
TARAPOTO - PERU

Cesar O. Arévalo Hernández, MSc
JEFE DE DPTO. DE SUELOS

Pag.1 de 1

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
ANALISIS DE SUELOS

TABLA DE INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS

SALINIDAD

Clasificación	C.E (mS/cm)
* No salino	< 2
* Ligeramente salino	2 - 4
* Medianamente salino	4 - 8
*Fuertemente salino	8 - 16
* Extremadamente salino	> 16

Equiv. : 1 mS/cm = 1 dS/m = 1 mmhos/cm

Clasificación	Materia Orgánica %	Fósforo disponible ppm P	Potasio disponible ppm K
* Bajo	< 2	< 7.0	< 100
* Medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240
* Alto	> 4	> 14.0	> 240

Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
* Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*Def. Mg	> 0.5	
* Def. K	> 0.2	
*Def. Mg		> 10

Reacción o pH

Clasificación	pH
* Fuertemente ácido	< 5.5
* Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
* Ligeramente ácido	6.1 - 6.99
* Neutro	7.0
* Ligeramente alcalino	7.01 - 7.8
* Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
* Fuertemente alcalino	> 8.5

CLASES TEXTURALES

Are	=	Arena	Fra - Arc- Are	=	Franco Arcillo Arenoso
Are - Fra	=	Arena Franca	Fra - Arc	=	Franco Arcilloso
Fra - Are	=	Franco Arenoso	Fra - Arc - Lim	=	Franco Arcillo Limoso
Fra	=	Franco	Arc - Are	=	Arcillo Arenoso
Fra - Lim	=	Franco Limoso	Arc - Lim	=	Arcillo Limoso
Lim	=	Limoso	Arc	=	Arcilloso

Distribución de Cationes %

Ca2+	=	60 - 75
Mg2+	=	15 - 20
K+	=	3 - 7
Na+	=	< 15