

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EFECTO DEL DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN
EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE *Oryza sativa* L. (ARROZ) BAJO
RIEGO EN TINGO MARÍA”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado Por:

VIVIANA RUIZ TORRES

Asesor:

CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

Tingo María – Perú

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 561136 E.mail: fa.decanatura@unas.edu.pe.

"Año del buen servicio al ciudadano"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Nº 037-2017-FA-UNAS

BACHILLER : **Viviana, RUIZ TORRES**

TÍTULO : **"Efecto del distanciamiento de siembra y dosis de fertilización en el rendimiento de dos variedades de Oriza sativa L. (Arroz) bajo riego en Tingo María"**

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : **Ing. FAUSTO SILVA CARDENAS**

VOCAL : **Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI**

VOCAL : **Ing. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS**

ASESOR : **Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS**

FECHA DE SUSTENTACIÓN : **29 DE AGOSTO DEL 2017**

HORA DE SUSTENTACIÓN : **4:00 pm**


LUGAR DE SUSTENTACIÓN : **SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**


CALIFICATIVO : **BUENO**


RESULTADO : **APROBADO**

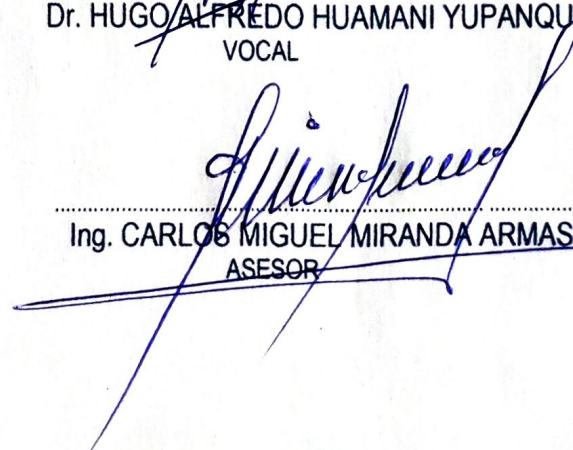
OBSERVACIONES A LA TESIS : **EN HOJA ADJUNTA**

TINGO MARÍA, 29 de AGOSTO DE 2017.


.....
Ing. FAUSTO SILVA CARDENAS
PRESIDENTE


.....
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
VOCAL


.....
Ing. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS
VOCAL


.....
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 326 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DEL DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIETADES DE <i>Oryza sativa</i> L. (ARROZ) BAJO RIEGO EN TINGO MARÍA	VIVIANA RUIZ TORRES	23 % Veintitrés

Tingo María, 06 de diciembre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Malqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EFECTO DEL DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA Y DOSIS DE FERTILIZACIÓN
EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE *Oryza sativa* L. (ARROZ) BAJO
RIEGO EN TINGO MARÍA”**

Autor	: Viviana RUIZ TORRES
Asesor	: Carlos Miguel MIRANDA ARMAS
Programa de investigación	: Especies Agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal
Línea de investigación	: Caracterización morfofitoquímica de los Recursos fitogenéticos, propagación, producción, técnicas de cultivos y conservación ex situ
Eje temático	: Distanciamiento de siembra y fertilización en arroz
Lugar de ejecución	: Fundo Agrícola-Facultad de Agronomía
Duración	: 06 meses
Financiamiento	: Propio

Tingo María – Perú, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Facultad de Agronomía
Título de Tesis:	: Efecto del distanciamiento de siembra y dosis de fertilización en el rendimiento de dos variedades de <i>Oryza sativa</i> L. (arroz) bajo riego en Tingo María.
Autor	: Viviana RUIZ TORRES
DNI	: 45580373
Correo electrónico	: Viviana.ruiz@unas.edu.pe
Asesor	: Carlos Miguel MIRANDA ARMAS
Escuela Profesional	: Agronomía
Programa de Investigación	: Especies Agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal
Línea (s) de Investigación	: Caracterización morfofitoquímica de los Recursos fitogenéticos, propagación, producción, técnicas de cultivos y conservación ex situ
Eje temático de investigación	: Distanciamiento de siembra y fertilización en arroz
Lugar de Ejecución	: Fundo Agrícola-Facultad de Agronomía
Duración del trabajo	: 6 meses
Fecha de Inicio	: Noviembre 2012
Término	: Mayo 2013
Financiamiento	:
FEDU	: NO
Propio	: SI
Otros	: NO

Tingo María - Perú - Enero, 2024

DEDICATORIA

A Dios, porque siempre está conmigo, dándome aliento en momentos de dificultad y tristeza. Acompañándome en cada paso de mi vida.

A mis queridos padres Corina Torres y Augusto Ruiz (Q.E.P.D.), porque desde el cielo me siguen brindando su cariño y fortaleza.

A mis hijos, Camila Alessandra y Guillermo Joaquín, quienes son la fuente de mi inspiración y el mayor motivo para salir adelante.

A mis hermanos, Nelly, Augusto y Jorge por todo el apoyo que me dan dentro de mi hogar.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía que contribuyó en mi formación profesional.
- Al Ing. Carlos Miranda Armas, mi asesor, por su valiosa colaboración y supervisión en el desarrollo de la presente Tesis.
- A los miembros del Jurado de Tesis, Ing. Fausto Silva, Ing. Hugo Huamani e Ing. Jaime Chávez, por su activa participación en el presente trabajo.
- A la Ing. Silvia Alejandro e Ing. Percy Cabrera Meza por ofrecerme todo su apoyo, comprensión y cariño incondicional.
- Al Ing. Luis Guillermo Abanto, por su cariño, comprensión y consejos en el desarrollo y realización de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
ABSTRAC	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general:	1
1.2. Objetivos específicos:.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Generalidades del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	2
2.1.1. Importancia agroeconómica	2
2.1.2. Características productivas	2
2.2. Condiciones agroclimáticas para el cultivo de arroz.....	3
2.2.1. Clima	3
2.2.2. Temperatura	3
2.2.3. Suelo.....	3
2.3. Morfología de la planta del arroz	4
2.4. Fisiología de la planta del arroz	4
2.4.1. La fase vegetativa	4
2.4.2. La fase reproductiva.....	5
2.4.3. La fase de madurez	5
2.5. Fertilización en el cultivo de arroz	6
2.6. Cosecha del cultivo de arroz	7
2.7. Variedades de arroz en estudio.....	7
2.7.1. Recomendaciones del cultivo de arroz variedad “Capirona”	7
2.7.1.1. Características de la variedad	7
2.7.2. Recomendaciones del cultivo de arroz variedad “Mallares”	8
2.7.2.1. Características de la variedad	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1. Lugar de ejecucion	9
3.1.1. Características meteorológicas y edáficas	9
3.2. Materiales y metodos.....	9
3.2.1. Materiales y equipo.....	9
3.2.2. Componentes en estudio.....	9

3.2.3. Factores en estudio.....	10
3.3. Tratamientos en estudio.....	10
3.4. Diseño experimental.....	10
3.4.1. Modelo aditivo lineal.....	11
3.4.2. Esquema del análisis de variancia.....	11
3.5. Dimensiones del campo experimental.....	12
3.6. Ejecución del experimento	12
3.6.1. Muestreo del suelo.....	12
3.6.2. Análisis físico químico del área experimental.....	12
3.6.3. Instalación del almacigo	13
3.6.3.1. Preparación de los almacigos.....	13
3.6.3.2. Tratamiento de la semilla.....	13
3.6.3.3. Pre germinación de la semilla.....	14
3.6.3.4. Siembra.....	14
3.6.3.5. Manejo de agua	14
3.6.3.6. Extracción de plántulas.....	14
3.6.4. Instalación en campo definitivo	14
3.6.4.1. Demarcación del terreno.....	14
3.6.4.2. Preparación del terreno	14
3.6.4.3. Separación de bloques.....	15
3.6.4.4. Trasplante	15
3.6.4.5. Fertilización.....	15
3.6.4.6. Riego.....	15
3.6.4.7. Control de malezas.....	15
3.6.4.8. Control de plagas y enfermedades.....	16
3.6.4.9. Cosecha (siega)	16
3.6.4.10. Trilla y secado.....	16
3.7. Observaciones a registrar y metodología	16
3.7.1. Porcentaje de macollos fértiles/m ²	16
3.7.2. Altura de planta.....	16
3.7.3. Emergencia de la panoja.....	17
3.7.4. Días a la Floración al 50 %.....	17
3.7.5. Longitud de panoja	17
3.7.6. Peso de 1000 semillas.....	17

3.7.7. Rendimiento en kg/hectárea	17
3.7.8. Calidad molinera.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. Porcentaje de macollos fértiles/ y altura de planta de arroz	18
4.2. Días de floración al 50 %, emergencia y longitud de panoja	25
4.3. Rendimiento	37
4.4. Calidad de molienda.....	44
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	51
VII. REFERENCIAS.....	52
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Datos climáticos en el periodo noviembre 2012 - mayo del 2013,	9
2. Análisis físico-químico del suelo experimental.	13
3. Descripción de los tratamientos en estudio.	10
4. Esquema del análisis de variancia empleado.	11
5. Resumen del análisis de variancia para el porcentaje de macollos fértiles/m ² y la altura de planta de arroz.....	18
6. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el porcentaje de macollos fértiles/m ² y la altura de planta de arroz.	19
7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A y C en el porcentaje de macollos fértiles/m ² y altura de planta.	21
8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor A para el % de macollos fértiles y altura de planta de arroz.....	23
9. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor B para el % de macollos fértiles y altura de planta de arroz.....	24
10. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor C para el % de macollos fértiles y altura de planta de arroz.....	25
11. Resumen del análisis de variancia para la floración al 50 %, emergencia de la panoja y longitud de panoja de arroz.....	26
12. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la floración al 50 %, la emergencia de la panoja y longitud de panoja de arroz.....	27
13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A y B en los días de floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja del arroz.....	30
14. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal del factor C en los días de floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja del arroz.	31
15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor A para la floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja de arroz.	32
16. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor B para la floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja de arroz.	33
17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor C para la floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja de arroz.	34
18. Análisis de variancia para el peso de 1000 granos de arroz.	35

19. Peso de 1000 granos de arroz de los tratamientos.....	36
20. Análisis de variancia para rendimiento de los tratamientos.....	37
21. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el rendimiento de arroz.	38
22. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A, B y C en el rendimiento de arroz.	40
23. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor A, en el rendimiento en granos de arroz.	41
24. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor B, en el rendimiento en granos de arroz.	42
25. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor C, en rendimiento en granos de arroz.	43
26. Análisis de variancia para la calidad de molienda de los tratamientos.	44
27. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la calidad de molienda de los tratamientos.	45
28. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A y B para la calidad de molienda.	46
29. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor A, en la calidad de molienda de arroz.	47
30. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor B, en la calidad de molienda de arroz.	48
31. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor C, en la calidad de molienda de arroz.....	48
32. Análisis de variancia para el efecto simple del porcentaje de macollos fértiles y la altura de planta de los tratamientos.	57
33. Análisis de variancia para el efecto simple de la floración al 50 % / tratamientos.....	57
34. Análisis de variancia para el efecto simple de emergencia de la panoja de los tratamientos.....	58
35. Análisis de variancia para el efecto simple de la longitud de la panoja de los tratamientos.	58
36. Análisis de variancia para el efecto simple del rendimiento en granos de arroz de los tratamientos.	59
37. Análisis de variancia para el efecto simple de la calidad de molienda del arroz.	59
38. Promedios de los datos tomados para el porcentaje de macollos fértiles/m ²	60
39. Promedios de los datos tomados para altura de planta.....	60
40. Promedios de los datos tomados para el tiempo de la emergencia de panojas.	60

41. Promedios de los datos tomados para los días de floración al 50 %.....	61
42. Promedios de los datos tomados para la longitud de panoja.	61
43. Promedios de los datos tomados para el peso de 1000 semillas.....	61
44. Promedios de los datos tomados para el rendimiento en kg/ha.....	62
45. Promedios de los datos tomados para la calidad de molienda.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Muestreando el suelo para el análisis de suelos respectivamente.	63
2. Trasplantando las plántulas de arroz.	63
3. Parcela del tratamiento T ₆	64
4. Parcela del tratamiento T ₃	64
5. Selección de macollos fértiles por metro cuadrado.	65
6. Cosecha de los granos de la plantación del campo experimental.	65
7. Visita de los miembros del jurado y del asesor de la tesis Fundo-Agronomía.	66
8. Croquis del campo experimental.	67
9. Análisis de suelo de la parcela de arroz.	68

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo agrícola I de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco; con el objetivo de determinar el efecto del distanciamiento de siembra y dosis de fertilización en el crecimiento y rendimiento de dos variedades del cultivo de *Oryza sativa* L. (Arroz) bajo un sistema de riego en Tingo María; para lo cual se utilizó las variedades de Arroz “Capirona” y “Mallares” sometido a dos distanciamientos de siembra (0,20 x 0,20 y 0,25 x 0,25 m) y dos dosis de fertilización 120-60-90 y 150-80-100 de NPK) obteniéndose 8 tratamientos que fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 2Ax2Bx2C con cuatro repeticiones sin testigo; y sometidos al análisis de variancia y a la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0,05$). Durante la ejecución del experimento se realizó las evaluaciones de Porcentaje de macollos fértiles/m², altura de planta, emergencia de panoja, días de floración al 50 %, longitud de panoja, peso de 1000 semillas, rendimiento en grano y calidad de molienda; para la obtención de datos los cuales fueron analizados y discutidos. Dentro de los resultados su puede mencionar que para el porcentaje de macollo fértiles fue el tratamiento T₆ (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) con 84,987 % que mostró ser superior a los demás tratamientos; mientras que para la altura de planta fue el tratamiento T₄ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 de NPK) más alto al resto de los tratamientos al obtener 1.098 m de altura; para los días de floración y la emergencia de panoja fue el tratamiento T₆ (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) el que floreo y emergió antes que los demás tratamientos, tomando 71,00 y 60,750 días en hacerlo; mientras que para la longitud de panoja fueron los tratamientos T₃ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 de NPK), T₂ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) con 0,257 y 0,257 m, los más largos. El tratamiento T₃ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 de NPK) mostro el mayor peso de 1000 granos con 26,750 g; mientras que tratamiento T₈ (Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 de NPK) obtuvo el mayor rendimiento con 8 094 t/ha; y la mejor calidad de moliendo obteniendo 68,750 %. Con base a estos resultados se concluyó que el tratamiento T₈ (Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 de NPK) fue el que mejor respuesta dio en la mayoría de los parámetros evaluados, principalmente en el rendimiento del cultivo, recomendando a los agricultores utilizar este tratamiento para obtener mayores ingresos, y probar dosis de fertilización superior a las utilizadas en el presente trabajo.

Palabras clave: desarrollo, cultivar, espiga, panoja.

ABSTRACT

This research work was carried out in the agricultural farm I of the Faculty of Agronomy of the Universidad Nacional Agraria de la Selva in the province of Leoncio Prado, department of Huánuco; with the objective of determining the effect of planting distance and fertilization dose on the growth and yield of two varieties of the *Oryza sativa* L. (Rice) crop under an irrigation system in Tingo María; for which the varieties of rice "Capirona" and "Mallares" were used, subjected to two planting distances (0,20 x 0,20 and 0,25 x 0,25 m) and two fertilization doses 120-60-90 and 150-80-100 of NPK) obtaining 8 treatments that were distributed in a randomized complete block design (DBCA) with a 2Ax2Bx2C factorial arrangement with four repetitions without control; and subjected to analysis of variance and Duncan's mean comparison test ($\alpha = 0,05$). During the execution of the experiment, the evaluations of the Percentage of fertile tillers/m², plant height, panicle emergence, days of flowering at 50 %, panicle length, weight of 1000 seeds, grain yield and grinding quality were carried out; to obtain data which were analyzed and discussed. Within the results it can be mentioned that for the percentage of fertile tillers it was the T₆ treatment (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 of NPK) with 84,987 % showed to be superior to the other treatments; while for plant height the T₄ treatment (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 of NPK) was higher than the rest of the treatments, obtaining 1,098 m of height; for the days of flowering and panicle emergence, it was treatment T₆ (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 NPK) that flowered and emerged before the other treatments, taking 71,00 and 60,750 days to do so; while for the length of the panicle were the treatments T₃ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 of NPK), T₂ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 of NPK) with 0,257 and 0,257 m , the longest. The T₃ treatment (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 of NPK) showed the highest weight of 1000 grains with 26,750 g; while treatment T₈ (Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 of NPK) obtained the highest yield with 8 094 t/ha; and the best quality of grinding obtaining 68,750 %. Based on these results, it was concluded that the T₈ treatment (Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 of NPK) was the one that gave the best response in most of the parameters evaluated, mainly in crop yield, recommending to farmers use this treatment to obtain higher income, and test fertilization doses higher than those used in the present work.

Keywords: development, cultivar, spike, panicle.

I. INTRODUCCIÓN

Para más de la mitad de la población mundial, el arroz es un alimento básico, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se siembra y la cantidad de gente que depende de su cultivo, la producción convencional a pesar de sus altas producciones con el uso de los agroquímicos no satisface las necesidades mundiales ni la hambruna que azota algunas partes del mundo, mucho menos lo haría una producción orgánica por sus bajos rendimientos; dentro de las muchas investigaciones que se desarrollan dentro del cultivo de arroz, se están probando diversas variedades y la respuesta que éstas tienen en las zonas donde se cultiva, igual que las dosis de fertilización adecuada, se busca además un mejor aprovechamiento del cultivo buscando las densidades adecuadas, número de plantas por golpe, sistemas de riego, etc. En el Perú, el arroz se cultiva tanto en la costa como en la selva, los departamentos con mayor área de este cultivo son: Lambayeque y Piura; ambos ubicados en la costa peruana y en la selva destacan los departamentos de San Martín y Loreto (MINAG, 2012).

En la región selvática, el cultivo de arroz es una actividad agrícola muy importante, por eso se hace imprescindible la realización de investigaciones que permita mejor la producción y el manejo de este cultivo, y así poder mejorar la rentabilidad y por ende elevar el nivel de vida de los agricultores dedicados al cultivo de arroz. Con estos argumentos el presente trabajo de investigación plantea la hipótesis de que con una fertilización adecuada y un menor distanciamiento de siembra comparada en dos variedades se puede encontrar rendimientos que, son superiores a los existentes en la actualidad, y para probar esta hipótesis se plantean los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general:

Determinar el efecto de la densidad de siembra y dosis de fertilización en el crecimiento y rendimiento de dos variedades del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo un sistema de riego en Tingo María.

1.2. Objetivos específicos:

1. Determinar la mejor variedad de arroz respecto a la biometría de la planta y rendimiento.
2. Determinar el efecto del mejor distanciamiento de siembra en el rendimiento del cultivo de arroz.
3. Determinar la dosis de fertilizante que mejor resulte en la producción de arroz.
4. Determinar las interacciones de la mejor variedad, densidad de siembra y dosis de fertilizante en el rendimiento del cultivo de arroz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

2.1.1. Importancia agroeconómica

Uno de los cultivos más importantes del país es el arroz (*Oryza sativa* L.), planta gramínea de la familia poaceae; es el producto que más aporta al PBI agropecuario y agrícola, proporcionando mayor oportunidad de empleo en el sector agrario. En 2011, la producción agrícola bruta representó el 4,5% de la producción agrícola bruta y el 7,7% de la producción agrícola bruta nacional, generando también aproximadamente 44,7 millones de salarios diarios, lo que corresponde a 161.300 puestos de trabajo permanentes al año. Por lo tanto, tiene un fuerte impacto económico y social en las zonas rurales, donde se estima que el aporte de mano de obra es casi del 30%. Parte del total de la producción nacional de arroz (MINAG, 2012).

2.1.2. Características productivas

Según el III Censo Nacional Agropecuario realizado en 1994, la producción está fragmentada entre pequeños productores, cada uno con un nivel técnico diferente. El 26,2% de la cosecha de arroz proviene de unidades agrícolas con superficie inferior a 5 hectáreas; El 42,7% son de unidades entre 5 y 20 hectáreas, y el 31,1% son de unidades agrícolas grandes (más de 20 hectáreas). Según el sistema de cultivo, el arroz se produce en condiciones de regadío, secano y comunitario. La superficie irrigada representa entre el 85% y el 90% de la superficie arrocería del país y representa casi el 95% de la producción del país. Existen grandes variaciones en los niveles de producción entre y dentro de los valles debido al nivel de tecnología utilizada y a factores ambientales.

Los sistemas de riego en los valles de Camaná y Majes en Arequipa tienen los rendimientos más altos de 13,708 kg/ha, mientras que las llanuras aluviales amazónicas adyacentes, formadas durante el drenaje, tienen rendimientos casi un 50% más bajos que las áreas irrigadas debido a la baja utilización. las precipitaciones son muy escasas debido a factores como la variación de productos, plagas y enfermedades y suelo ácido. El consumo de este producto es del 19% del requerimiento calórico total diario, la temperatura de su producción debe estar entre 22 y 26°C, buena iluminación y humedad entre 70% y 80% durante la floración, el suelo para su siembra debe tener textura fina, arcilla (40%) con un pH de aproximadamente 5,0 a 8,0 (MINAG, 2012).

2.2. Condiciones agroclimáticas para el cultivo de arroz

2.2.1. Clima

El arroz es un cultivo tropical y subtropical. En el mundo las mayores zonas de producción se concentran en zonas de clima tropical húmedo, pero también se puede cultivar en zonas húmedas de clima subtropical y templado. El área de la planta es de 49 grados a 50 grados de latitud norte a 35 grados de latitud sur. El cultivo de arroz se extiende desde el nivel del mar hasta los 2500 metros sobre el nivel del mar. Las precipitaciones determinan los sistemas y técnicas agrícolas, especialmente en la agricultura de montaña, que son más sensibles a grandes fluctuaciones (Ospina y Aldana, 2001).

2.2.2. Temperatura

El arroz requiere una temperatura mínima de 10 a 13 °C y una temperatura óptima de 30 a 35 °C. No germina a temperaturas superiores a 40 °C. La temperatura mínima para el crecimiento de tallos, hojas y raíces es de 7 °C, y la temperatura óptima es de 23 °C. Si la temperatura es más alta, las plantas crecen rápidamente y sus tejidos se vuelven demasiado blandos, lo que las hace más susceptibles a las enfermedades. El empernado se ve afectado por la temperatura y el acortamiento de la duración del día (Ospina y Aldana, 2001). El clima lluvioso y las temperaturas frías pueden dañar la polinización. Se considera que la temperatura mínima para la floración es de 15°C. La temperatura óptima es 30 °C. Por encima de los 50 °C no se produce flora (MINAG, 2012).

2.2.3. Suelo

El suelo agrícola varía en textura desde arena hasta arcilla. Suele crecer en suelos de textura fina a media, un proceso de depósito característico de grandes llanuras aluviales y deltas de ríos. El valor de pH óptimo para el arroz es 6,6, porque a este valor los microorganismos liberan nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, hay un alto grado de utilización del fósforo y la concentración de sustancias que interfieren con la absorción de nutrientes, como aluminio, manganeso, hierro. dióxido de carbono y ácidos orgánicos el nivel está por debajo del nivel tóxico. El suelo de la Selva Alta es fértil, arcilloso pesado, de tipo metamórfico, con pH neutro a alcalino (6,5 a 8,5), moderado en materia orgánica y nitrógeno, bajo en fósforo y alto en potasio, con una pequeña superficie afectada por la salinidad. El arroz responde únicamente a la aplicación de fertilizantes nitrogenados. El suelo de los bosques de tierras bajas está dominado por suelos de tipo laterita y podzol de color amarillo rojizo, pobres en 90% de acidez, con textura variable, pH de 4,2 a 5,2 y contenido variable de materia orgánica y nutrientes (Alcívar y Mestanza, 2007).

2.3. Morfología de la planta del arroz

En los cultivos de arroz, las raíces son delgadas, fibrosas y agrupadas. Tallo erecto, cilíndrico, plegado, de 60 a 120 cm de altura. Otras hojas se envuelven alrededor del tallo y las hojas son lineales, afiladas, largas y planas. En la unión entre el manto y el limbo hay una lígula erecta, membranosa y bifurcada. Las flores son de color blanco verdoso y están dispuestas en espigas y, a medida que el grano se llena, toda la espiga forma una espiga grande, terminal y caída. Cada espiga es monofloral, consta de 6 estambres y un pistilo, tiene lema y pálea, y el fruto es un cariósipide (Dicta, 2003).

2.4. Fisiología de la planta del arroz

En las plantas con semillas se distinguen tres etapas de desarrollo, y la fase de crecimiento se determina en función de la diferenciación de la planta y del número de días que duran estas tres etapas. En general, los ciclos vegetativos y reproductivos de las variedades de arroz cultivadas actualmente oscilan desde la germinación hasta la cosecha en 120 a 140 días, aunque actualmente existen variedades de arroz listas para cosechar en 105 días con rendimientos aceptables. Cuando las temperaturas son más frías durante la temporada de crecimiento, el período de desarrollo del cultivo se puede extender unos días más, hasta cinco meses (150 días). En el caso del arroz, estas etapas son las siguientes (Dicta, 2003).

2.4.1. La fase vegetativa

Las variedades de duración media suelen durar entre 55 y 60 días. Se parte desde la germinación de las semillas, la germinación, la germinación (arado) hasta la diferenciación de los primordios florales. Esta es la etapa que diferencia a unas variedades de otras, según lo temprano o tarde que alcancen la madurez en sus respectivos ciclos de crecimiento. La fase de crecimiento vegetativo es el período en el que el número de platos por planta o por unidad de área está determinado en gran medida, principalmente por la rotación de plantas (Dicta, 2003). Esta fase se divide en cuatro fases (Moquete, 2010). :

- Etapa 0, Germinación o emergencia: Desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja por parte del coleóptilo. Siendo la duración promedio es de cinco a diez días.
- Etapa 1, Plántula: Desde la emergencia de la plántula hasta inmediatamente antes de aparecer el primer hijo, tarda de quince a veinte días.
- Etapa 2, Macollamiento: Desde la aparición del primer hijo hasta cuando la planta alcanza el número de hijos máximo. Su duración depende del ciclo de la variedad.

- Etapa 3, Elongación del tallo: desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacar se por su longitud, hasta el comienzo de la siguiente etapa. Varía de 5 a 7 días.

2.4.2. La fase reproductiva

Incluye desde la formación del primordio floral, embuchamiento (147 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía poco. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los tres componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz (Dicta, 2003). Esta fase se divide en tres etapas (Moquete, 2010):

- Etapa 4, Iniciación de la panícula o primordio: Desde cuando se inicia el primordio de la panícula en el punto de crecimiento hasta cuando la panícula diferencia da es visible como punto de algodón. Tiene un lapso de diez a once días.
- Etapa 5, Desarrollo de la panícula: Desde cuando la panícula es visible una estructura algodonosa hasta cuando la punta de ella está inmediatamente de bajo del cuello de la hoja bandera. Esta etapa demora entre quince y dieciséis días.
- Etapa 6, Floración: Desde la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera, hasta cuando se completa la antesis en toda la panícula. Tiene un lapso de siete a diez días.

2.4.3. La fase de madurez

Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Y se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, siendo uno los componentes de rendimiento en una plantación (Dicta, 2003). Esta fase se divide en tres etapas (Moquete, 2010):

- Etapa 7, Grano lechoso: Desde la fecundación de las flores hasta cuando las espiguillas estén llenas de un líquido lechoso.
- Etapa 8, Grano pastoso: Desde cuando el líquido contiene las espiguillas tiene una consistencia lechosa, hasta cuando es pastosa dura. Su período es de diez a trece días.
- Etapa 9, Grano maduro: Desde cuando los granos tengan una consistencia pastosa dura, hasta cuando estén completamente maduros. Su tiempo es de seis a siete días.

2.5. Fertilización en el cultivo de arroz

Las condiciones químicas en suelos inundados son diferentes a las que no lo están. El primero se caracteriza por hipoxia y exceso de dióxido de carbono. Las inundaciones inician la descomposición de la materia orgánica y aumentan la solubilidad de los fosfatos y la sílice (Grist, 1982; citado en Guzmán, 2006). El nitrógeno es un elemento clave para aumentar el rendimiento del arroz. Para lograrlo, las plantas dependen principalmente de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas; la primera etapa de crecimiento absorbe materia orgánica en forma de amoníaco. Muchos experimentos han demostrado que la adición de nitrógeno nitrato no funciona o incluso es perjudicial porque se convierte en nitritos; la fertilización con nitratos a veces es satisfactoria durante estas etapas de crecimiento (Cordero, 1993).

El nitrógeno del aire y disuelto en las inundaciones puede ser fijado por algas y bacterias, convirtiéndolo en nitrógeno orgánico. Este nitrógeno, así como el nitrógeno de los desechos vegetales y animales, puede mineralizarse hasta convertirse en amonio disponible para las plantas de arroz (Cordero, 1993). Además de los fosfatos transportados en solución o suspensión en el agua de riego, existen paralelamente medios naturales para aumentar el contenido de fósforo del suelo, y dado que las plantas eliminan grandes cantidades de fosfato del mismo, se puede esperar que los cultivos respondan rápidamente a estos fertilizantes. . En suelos arroceros, los efectos residuales a largo plazo de los fertilizantes fosforados suelen ser evidentes, especialmente en suelos de montmorillonita (Grist, 1982; citado en Guzmán, 2006).

Las plantas obtienen el fósforo que necesitan para crecer de la solución del suelo. Cuando se cosechan las plantas, el fósforo de los residuos puede volver a contaminar el suelo. El fósforo disponible es menor en suelos alcalinos o muy ácidos; A medida que aumenta el pH, el fósforo disponible aumenta y alcanza un máximo en suelo neutro (Tascón, 1985; citado por Guzmán, 2006). La respuesta del arroz al potasio es siempre menos frecuente que la del nitrógeno y el fósforo, y en ocasiones errática. Sin embargo, el material base es resistente al vuelco, tiene una baja susceptibilidad a determinadas enfermedades y es eficaz para aumentar la cantidad de nitrógeno y fósforo en el suelo. Parece que durante las inundaciones la disponibilidad de potasio tiende a disminuir, ya que forma compuestos insolubles con aluminio y hierro reducidos, cambios por exceso de dióxido de carbono y ácidos orgánicos y falta de oxígeno, por lo que las plantas pierden la capacidad de absorber este elemento (INTA, 2009).

La deficiencia de azufre puede causar hojas amarillas y atrofiadas y, aunque es muy raro en forma aguda, se observa en algunas áreas y la deficiencia de este elemento puede

ser más común de lo que cree. Generalmente, el azufre presente en fertilizantes como el sulfato de amonio y el superfosfato es suficiente para cubrir las deficiencias de fertilizantes. De hecho, la respuesta a los fertilizantes convencionales puede depender no sólo del nitrógeno o fósforo que contienen, sino también del azufre que aportan. El arroz tiene la particularidad de que la planta absorbe una gran cantidad de silicio, ya que este elemento está presente en todas las partes de la planta. Los beneficios del silicio son mecánicos, como proporcionar resistencia al ataque de plagas y enfermedades, acomodación, estimular el crecimiento erguido y reducir las pérdidas por transpiración (Cordero, 1993).

2.6. Cosecha del cultivo de arroz

Para cosechar arroz, lo primero que debe considerar el productor es comprender los ciclos vegetativos de los híbridos y variedades mejoradas que se cultivan. Otro método consiste en tomar una muestra de grano para determinar el contenido de humedad. Cuando la humedad del grano es del 20% al 24%, este es el punto de cosecha. La humedad del grano en el campo no debe exceder el 16%. Otro método práctico consiste en prensar los granos de arroz a mano; si se pela fácil y abundantemente, es tiempo de cosechar (INTA, 2009).

2.7. Variedades de arroz en estudio

2.7.1. Recomendaciones del cultivo de arroz variedad “Capirona”

2.7.1.1. Características de la variedad

Según El potrero (2014):

- Sistema de cultivo : Siembre Directa – Trasplante
- Período vegetativo (días) : 150 días
- Altura de planta (cm) : 110 – 125
- Macollaje : Bueno
- Resistencia al tumbado : Tolerante
- Resistencia desgrane : Intermedia
- Rendimiento potencial : 10 000 Kg/ha
- Peso de 1000 gramos : 28 gramos
- Longitud de panícula : 26 cm
- Rendimiento Molinería : 73,4 %
- Grano entero : 68,3 %
- Grano quebrado : 5,1 %

2.7.2. Recomendaciones del cultivo de arroz variedad “Mallares”

2.7.2.1. Características de la variedad

Según El potrero (2014):

- Progenitores : Huallaga - INIA/IR - 43 (Filipinas) // Cypress (EEUU)
- Sistema de cultivo : Siembra Directa - trasplante
- Período vegetativo (días) : 148 días (Costa Norte)
- Altura de planta (cm) : 97 - 106
- Macollaje : Bueno
- Vigor inicial : Muy vigoroso
- Tamaño de la panoja (cm) : 24,2
- Rendimiento potencial : 10 - 12 t/ha
- Peso de 1000 gramos : 28,6 gramos
- Rendimiento Molinería : 72 %
- Grano entero : 58 %
- Grano quebrado : 14 %

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se llevó a cabo en el fundo agrícola I de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se utilizó un área de 650 m², este fundo está ubicada en la margen derecha del río Huallaga, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región de Huánuco, las coordenadas UTM son:

Longitud este : 0 410 645 m E.

Latitud norte : 8 983 244 m N

Altitud : 647 msnm.

3.1.1. Características meteorológicas y edáficas

Tabla 1. Datos climáticos en el periodo noviembre 2012 - mayo del 2013,

Meses	Temperatura °C			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
	Máx.	Mín.	Media		
Noviembre	30,7	21,2	25,9	85,0	377,9
Diciembre	29,1	20,9	25,0	86,0	311,2
Enero	30,1	19,7	25,1	86,0	110,2
Febrero	30,8	20,3	24,8	84,0	66,6
Marzo	30,1	19,5	25,1	85,0	219,0
Abril	30,4	19,7	25,0	86,0	278,8
Mayo	29,5	20,6	25,0	85,0	169,1
Promedio	30,1	20,3	25,1	85,3	219,0

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María.

3.2. Materiales y metodos

3.2.1. Materiales y equipo

Se emplearon materiales como; machete, azadones, tubo muestreador, cinta métrica, vernier mecánico, hoz, costales, lapicero, cuaderno de apunte, piladora de arroz marca Satake (22 hp) con una producción de 800 kg/h. y un tractor agrícola SHANGHAI 504

3.2.2. Componentes en estudio

En el presente trabajo se utilizó las variedades de Arroz “Capirona” y “Mallares” sometido a dos distanciamientos de siembra y dos dosis de fertilización.

3.2.3. Factores en estudio

a. Factor A (Variedad de arroz)

a_1 = Capirona.

a_2 = Mallares.

b. Factor B (Distanciamientos de siembra)

b_1 = 0,20 x 0,20 m

b_2 = 0,25 x 0,25 m

c. Factor C (Dosis de fertilización)

c_1 = 120 - 60 - 90 (NPK).

c_2 = 150 - 80 -100 (NPK).

3.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio son productos de la interacción de los niveles del factor A por el factor B por factor C los cuales se encuentran especificados en el Tabla 2,

Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento	Característica
T ₁	$a_1b_1c_1$	Capirona + (0,20 x 0,20 m) + 120 - 60 - 90 (NPK)
T ₂	$a_1b_1c_2$	Capirona + (0,20 x 0,20 m) + 150 - 80 -100 (NPK)
T ₃	$a_1b_2c_1$	Capirona + (0,25 x 0,25 m) + 120 - 60 - 90 (NPK)
T ₄	$a_1b_2c_2$	Capirona + (0,25 x 0,25 m) + 150 - 80 -100 (NPK)
T ₅	$a_2b_1c_1$	Mallares + (0,20 x 0,20 m) + 120 - 60 - 90 (NPK)
T ₆	$a_2b_1c_2$	Mallares + (0,20 x 0,20 m) + 150 - 80 -100 (NPK)
T ₇	$a_2b_2c_1$	Mallares + (0,25 x 0,25 m) + 120 - 60 - 90 (NPK)
T ₈	$a_2b_2c_2$	Mallares + (0,25 x 0,25 m) + 150 - 80 -100 (NPK)

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Diseño experimental

Se utilizó el diseño en bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 2Ax2Bx2C con cuatro repeticiones por tratamiento. Las características que se evaluaron se sometieron al análisis de variancia y la significación estadística será determinada por la prueba de comparación Duncan ($\alpha = 0,05$). Al definir el diseño estadístico se vio conveniente no trabajar con un testigo ya que no es necesario para el objetivo del trabajo.

3.4.1. Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo línea empleado para el presente trabajo de investigación es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \lambda_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\lambda)_{ik} + (\beta\lambda)_{ij} + (\alpha\beta\lambda)_{ijk} + \theta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Respuesta obtenida de la unidad experimental en la cual se usó la i-esimo variedad con el j-esimo distanciamiento a la cual se aplicó el k-esimo dosis de fertilización.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i-esimo variedad.

β_j = Efecto del j-esimo densidad de siembra.

λ_k = Efecto de k- esimo nivel de fertilización

$(\alpha\beta\lambda)_{ijk}$ = Efecto de la interacción entre la i-esimo variedad con el j-esimo distanciamiento a la cual se aplicó la k-esimo dosis de fertilización.

θ_k = Es el efecto de la k-esima repetición.

ε_{ijk} = Efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha Observación Y_{ijk} .

3.4.2. Esquema del análisis de variancia

En el Tabla 3 se presenta el análisis de variancia que se utilizó para la tabulación de los datos generados por los tratamientos del presente trabajo de investigación.

Tabla 3. Esquema del análisis de variancia empleado.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	7
Variedad de arroz (A)	1
Distanciamiento de siembra (B)	1
Dosis de fertilización (C)	1
A x B	1
A x C	1
B x C	1
A x B x C	1
Error experimental	21
Total	31

3.5. Dimensiones del campo experimental

Las dimensiones del campo donde se ejecutó el presente trabajo de investigación fueron:

Largo	:	26,00 m
Ancho	:	25,00 m
Distanciamiento entre bloques	:	1,00 m
Distanciamiento entre parcelas	:	0,12 m
Área del campo experimental	:	650,00 m ²

Bloques

Número de bloques	:	4
Número de trat. por bloque	:	8
Largo de bloque	:	24 m
Ancho de bloques	:	5,00 m
Área de los Bloques	:	120,00 m ²

Tratamientos

Parcelas por bloque	:	8
Total de parcelas	:	32
Ancho	:	3,00 m
Largo	:	5,00 m
Área de las parcelas	:	15,00 m ²

3.6. Ejecución del experimento

3.6.1. Muestreo del suelo

Se procedió a sacar las muestras del suelo haciendo un recorrido en forma de “zig zag” a un distanciamiento de 4,0 m entre hoyos y a una profundidad de 30 cm, con un muestreador de suelo; luego las muestras fueron secadas bajo sombra, mullidas, homogenizadas y tamizadas con malla de 2 mm, obteniéndose una muestra representativa de 1,0 kg de suelo, la misma que fue analizada en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.6.2. Análisis físico químico del área experimental

Basándonos en los Tablas de interpretación de análisis de suelos, el pH del suelo experimental es fuertemente ácido (5,00), con un nivel de fertilidad de materia orgánica y nitrógeno, muy bajo (1,50 y 0,07 % respectivamente), con nivel de fertilidad en fósforo y

potasio, media (11,95 ppm de fósforo y 93,54 ppm de potasio respectivamente), tal como se puede ver en el Tabla 4,

Tabla 4. Análisis físico-químico del suelo experimental.

Característica		Resultados	Métodos
Análisis físico			
Arena	(%)	26,24	Hidrómetro
Limo	(%)	56,36	Hidrómetro
Arcilla	(%)	17,40	Hidrómetro
Clase textural		Franco limoso	Triangulo Textural
Análisis químico			
pH		5,00	Potenciómetro
M. O.	(%)	1,50	Walkley y Black
N total	(%)	0,07	Micro – Kjeldahl
P	(ppm)	11,95	Olsen modificado
K	(ppm)	93,54	Acetato de Amonio
CICe	(meq/100g)	8,01	Acetato de amonio

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.

La fórmula de abonamiento recomendada por Villacrez (2017) según el análisis de suelos fue de 208,38 - 105,34 - 185,4 de NPK (para producir 7,5 t/ha de arroz en cascara), esto representaría 453 kg de urea (9,06 sacos), 229 kg de superfosfato triple (4,58 sacos) y 309 kg de cloruro de potasio (8,18 sacos).

3.6.3. Instalación del almacigo

3.6.3.1. Preparación de los almácigos

El almacigo se ubicó en el Fundo Agrícola 1, en un área de 10 m², en donde se cuenta con fuente de agua; se realizó las labores de arado y rastreado y nivelación respectiva para una adecuada distribución del agua con el riego, dejando anegado por el agua un día antes, para regar al voleo la semilla.

3.6.3.2. Tratamiento de la semilla

Las semillas certificadas de las variedades “Capirona” y “Mallares” fueron adquiridos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Tarapoto,

con un peso de 4,0 kg de semilla de ambas variedades; las semillas venían desinfectada con el fungicida “Homai” a razón de 3 g por kg de semilla.

3.6.3.3. Pre germinación de la semilla

Se remojo la semilla por 24 horas y luego de abrigo en un costal de yute por más 36 horas, para facilitar la germinación de la semilla.

3.6.3.4. Siembra

La siembra se realizó en una lámina de agua fina y transparente, con semilla pregerminado; se empleó 4,0 kg de arroz por toda el área experimental (2,0 kg por variedad); la siembra se realizó al voleo la quincena del mes de noviembre 2012, se requirió entre 20 a 25 días en el almacigo para trasplante a campo definitivo.

3.6.3.5. Manejo de agua

Se realizó al cuarto día de voleada la semilla, utilizando una lámina muy fina de agua; posteriormente, a los 6 días se cortó el agua para el abonado de las plántulas del almacigo, reanudándolo 8 días después hasta la saca de las plántulas de arroz; el manejo de agua fue adecuado para evitar así la presencia de malezas.

3.6.3.6. Extracción de plántulas

Se realizó manualmente y con mucho cuidado, evitando romper las raicillas. Esta práctica se llevó a cabo a los 25 días después de encontrarse en el almacigo, exactamente el 7 de diciembre del 2012, se realizó con mucho cuidado, cuando las plántulas presentaron tres hojas.

3.6.4. Instalación en campo definitivo

3.6.4.1. Demarcación del terreno

Inicialmente se procedió a la demarcación del área a emplear para el trasplante haciendo uso de cordeles, wincha y estacas; así mismo se empleó rafia de colores para identificar la siembra de las variedades de arroz; la fecha de demarcación se realizó la primera semana del mes de diciembre 2012,

3.6.4.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno de siembra se llevó a cabo con el paso de arado de discos y de rastra en forma cruzada en una parte del terreno y otra con solo picos y azadones, para darle las condiciones físicas favorables al suelo, con la finalidad de que las plantas tengan las condiciones adecuadas para lograr un desarrollo y crecimiento óptimo del arroz.

3.6.4.3. Separación de bloques

Esta labor se efectuó de acuerdo al croquis experimental, utilizando wincha, cordeles, estacas y palas; la separación de bloques fue de un 1,00 m de ancho; posteriormente se batió y se niveló los bloques.

3.6.4.4. Trasplante

Se realizó en forma manual, cuando las plántulas presentaron tres hojas desarrolladas, utilizando los distanciamientos en estudio (20 x 20 y 25 x 25 cm) y dos plantas/golpe. Para tener una buena uniformidad de distribución de plantas se empleó un tubo de aluminio demarcado cada 20 y 25 cm y una wincha. El trasplante a campo definitivo se realizó el 08 de diciembre del 2012,

3.6.4.5. Fertilización

La fertilización se llevó a cabo bajo los niveles que se desean probar en el experimento; se realizó después del trasplante a campo definitivo de forma; esa fertilización estuvo fraccionada en tres aplicaciones, la primera se aplicó 30 días después de la siembra y dos posteriores abonadas (inicio de macollamiento, macollamiento y llenado de grano), dando más énfasis a estas tres fases de vital importancia en el rendimiento del cultivo de arroz.

3.6.4.6. Riego

El riego en este sistema de producción se vio influenciado por la aplicación de la fertilización, por eso solo se aplicó agua en las tres etapas del cultivo; la primera fue en la siembra para un mejor preparado del terreno y buen crecimiento de la planta, la segunda fue en la etapa de macollamiento y en la etapa de floración y/o llenado de grano, cada aplicación de riego se hizo por solo 48 horas, luego se cortó el agua manteniéndolo casi húmedo.

Para no afectar la investigación en la translocación de fertilización de parcela a parcela, fue incorporado un sistema de drenajes externos e internos que permitió evitar que el agua entrante a una parcela no pase a la siguiente o mejor que nunca permanezca inundado por efecto de las lluvias y si hay lavado de abono lo habrá de todas las parcelas sin que el resultado de la siguiente parcela se vea afectada. Para cada fertilización se mantuvo seco por 7 días antes y 7 días después, para una buena fijación del abono. Por último, se mantuvo seco las parcelas 15 días antes de la cosecha.

3.6.4.7. Control de malezas

Esta labor se realizó en forma manual durante dos periodos, antes de la aplicación de los fertilizantes, para así contrarrestar la competencia por nutrientes y evitar

que sirvan como hospederos de plagas y enfermedades; algunas malezas identificadas como, (coquito) *Cyperus difformis*, (moco de pavo) *Echinochloa crusgalli*, (rabo de zorro) *Leptochloa uninervia* etc.

3.6.4.8. Control de plagas y enfermedades

Desde el trasplante del arroz a campo se identificaron plagas como, *Sogatodes orizicola* (sogata), *Hydrella wirthi Korytowski* (Mosca minadora) y *Spodoptera frugiperda* Smith (gusano del follaje); para el control de insectos se aplicó “Precisión” (Alpha-cypermethrin) en la época de almácigo, espiga (80 días) y maduración (105 días). Algunas de las enfermedades identificadas en el campo experimental como, mancha carmelita (*Byopolaris oryzae*), pudrición de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y pudrición del tallo (*Leptosphaeria salvinii*); para su control se aplicó “Épico” (Azoxystrobin más tebuconazole) en las épocas de almacigo y, “Silvacur” (Tebuconazole más triadimenol) en las épocas de punto de algodón (50 días) y maduración.

3.6.4.9. Cosecha (siega)

Se realizó en forma manual, con una hoz y mantas. Esta labor se hizo individualmente por cada tratamiento, cuando las plantas llegaron alcanzar su madurez fisiológica (> 90 % de espiguillas con granos maduros).

3.6.4.10. Trilla y secado

Se realizó en forma manual, venteando con sacos a los granos que se cosecharon para eliminar las impurezas. Luego, los granos en cascara fueron secados al aire libre hasta que alcancen el 14 % de humedad.

3.7. Observaciones a registrar y metodología

3.7.1. Porcentaje de macollos fértiles/m²

El porcentaje de macollos fértiles e infértiles se evaluó por metro cuadrado de cada parcela experimental, para luego sacar un promedio de cada factor en estudio. Esta labor se realizó a los 90 días de siembra.

3.7.2. Altura de planta

Se realizó la primera semana antes de la cosecha; la evaluación se hizo en un metro cuadrado por cada parcela; la medición se realizó desde el nivel del suelo hasta la punta de la hoja más alta, para lo cual se juntó todo el macollo para unir las plantas y determinar la hoja más alta.

3.7.3. Emergencia de la panoja

Se evaluó el tiempo en que la panoja demora en salir, en cada parcela, por cada tratamiento en estudio, contabilizando este tiempo en días.

3.7.4. Días a la Floración al 50 %

Se evaluó el tiempo en que las flores están al aire libre, por cada tratamiento en estudio, tomando contabilizando este tiempo en días.

3.7.5. Longitud de panoja

Se midió con escalímetro el tamaño de cada panoja, esto se realizó tomando al azar 10 panojas por parcela al momento de la cosecha, esta longitud se midió desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula o panoja principal de la planta de arroz, contabilizando la longitud en metros.

3.7.6. Peso de 1000 semillas

Se pesó 1000 semillas de arroz maduro o grano en chala para saber su peso y la influencia de esto en el rendimiento.

3.7.7. Rendimiento en kg/hectárea

En gabinete se calculó el rendimiento por hectárea al 14,0 % de humedad, que será contrastado con el rendimiento obtenido en campo con la cosecha obtenida en las parcelas de todos los tratamientos en estudio.

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = P_1 \times E_1 \times E_2 \times P_2 \times 0.0001$$

Donde:

P_1 = Número de panojas por m^2 .

P_2 = Número de espiguillas por panoja.

E_1 = Porcentaje de espiguillas llenas por panoja.

E_2 = Peso de 1000 espiguillas.

3.7.8. Calidad molinera

Se realizó en el momento del pilado y se evaluó el rendimiento en la pila, calidad de grano, tamaño de grano, etc. y se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento total de pila} = \frac{\text{Arroz pilado (kg)}}{\text{Arroz en cascara (kg)}} \times 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de macollos fértiles/m² y altura de planta de arroz

En el Tabla 5 podemos ver el análisis de variancia para el porcentaje de macollos fértiles/m² y la altura de planta, donde para ambos parámetros a nivel de bloques no existe diferencia estadística, mientras que para los tratamientos si se encontró diferencia estadística significativa, pero únicamente en los factores A (variedad de arroz) y C (dosis de fertilización); y en la interacción AxBxC. Los coeficientes de variabilidad fueron de 19,24 % y 11,68 % indicándonos que hubo una regular homogeneidad en la respuesta de los tratamientos.

Tabla 5. Resumen del análisis de variancia para el porcentaje de macollos fértiles/m² y la altura de planta de arroz.

F. de Variación	GL	Cuadrado medio			
		Macollos fértiles/m ²	Sig.	Altura de planta	Sig.
Bloques	3	5,319	NS	0,615	NS
Tratamientos	7	22,478	S	26,138	S
Variedad de arroz (A)	1	41,243	S	94,531	S
Distanciamiento (B)	1	1,820	NS	3,781	S
Dosis de fertilización (C)	1	28,163	S	81,281	S
A x B	1	0,354	NS	2,531	S
A x C	1	12,936	NS	0,281	NS
B x C	1	13,979	NS	0,281	NS
A x B x C	1	58,854	S	0,281	S
Error experimental	21	3,025		0,519	
C.V : (%)		19,24		11,68	
NS :	No existe significancia.				
S :	Diferencias significativas al 5 % de probabilidad.				

En el Tabla 6 podemos ver la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los parámetros porcentaje de macollos fértiles/m² y altura de planta; donde para el primer parámetro, el tratamiento T₆ (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) mostró ser superior estadísticamente solo a los tratamientos T₃ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 de NPK) y T₂ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK), al obtener 84,987 % de macollos fértiles/m², mientras que al compararlos con el resto de los tratamientos mostro un

comportamiento estadísticamente similar a ellos, siendo el tratamiento T₂ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) con 78,522 % el de menor porcentaje de macollos fértiles/m², También podemos ver que para el parámetro altura de planta, se encontró superioridad estadística del tratamiento T₄ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 de NPK) a casi todo el resto de los tratamientos, al obtener 1,098 m de altura, a excepción de los tratamientos T₁ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 de NPK) y T₂ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) con los tuvo un comportamiento similar estadísticamente, siendo el tratamiento T₅ (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 de NPK) el que obtuvo la menor altura, alcanzando solo 0,915 m.

Tabla 6. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el porcentaje de macollos fértiles/m² y la altura de planta de arroz.

Clave	Tratamientos	Macollos (%)	Sig.	Altura (m)	Sig.
T ₆	Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 (NPK)	84,987	a	0,978	bc
T ₈	Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 (NPK)	83,863	a	0,970	bc
T ₄	Capirona + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 (NPK)	83,244	ab	1,098	a
T ₇	Mallares + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 (NPK)	82,106	ab	0,920	c
T ₁	Capirona + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 (NPK)	81,952	ab	1,058	ab
T ₅	Mallares + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 (NPK)	80,449	ab	0,915	c
T ₃	Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 (NPK)	78,605	b	1,020	b
T ₂	Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 (NPK)	78,522	b	1,043	ab

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

La interacción de los tres factores evaluados, muestran respuestas ligeramente variable en los efectos combinados (AxBxC) para el porcentaje de macollos fértiles/m², marcando una mayor influencia el efecto de la fertilización (C), donde al utilizar la mayor dosis (c₂ = 150-80-100 de NPK) se ve un mayor porcentaje de macollos fértiles/m², esto debido a que la presencia de mayores nutrientes, permite que las variedades de arroz (Factor A) expresar adecuadamente sus características genotípicas sobre el porcentaje de macollos, ayudados ligeramente en la mayoría de tratamientos por un distanciamiento mayor entre plantas (b₂ = 0,25 x 0,25 m), pero que no marca un efecto muy destacable ni constante, ya que el distanciamiento de 0,20 x 0,20 m (b₁) también mostro influencia en algunos tratamientos donde se encuentra presente como en el tratamiento T₆ que a la postre fue el de mayor porcentaje de macollos fértiles/m², Un caso específico y aislado de la influencia del distanciamiento es lo

mostrado en los tratamientos T_4 ($a_1b_2c_2$) y T_2 ($a_1b_1c_2$) donde el primero con 83,244% se encuentra dentro de los 3 mejores tratamientos con mayor porcentaje de macollos fértiles; mientras que el segundo con 78,522 % fue el que obtuvo el menor porcentaje de macollos fértiles/m², esta superioridad se origina por el diferente espacio entre plantas del arroz que tiene ambos tratamientos, siendo el primero (T_4) el que tiene mayor distanciamiento entre plantas (0,25 x 0,25 m) y por ende menor competencia entre ellas por los nutrientes (en especial por el nitrógeno en la etapa del crecimiento del arroz), evitando así la generación de un estrés el arroz y permitiendo un mayor macollamiento y el segundo un distanciamiento de 0,20 x 0,20 m, que genero mayor densidad de plantas y por ende mayor competencia entre ellas.

La var. Mallares con una dosis de fertilización de 150-80-100 de NPK (T_6 y T_8) fue la que obtuvo los dos porcentajes de macollos fértiles/m² superiores numéricamente; estos resultados pueden deberse a que según El potrero (2014), la var. Mallares posee características superiores a la var. Capirona, entre ellas el macollamiento, según Torres (2013) la diferencia en el macollamiento entre las variedades puede deberse a las características genéticas de cada variedad y cuya máxima expresión según Jennings (1985) citado por Ruiz y Centeno (2007), está en dependencia de los nutrientes, agua y espacio; tal como se pudo notar en los resultados. Aunque las dosis de fertilización utilizadas son mucho menores a los 208,38-105,34-185,4 de NPK recomendado por Villacrez (2017) basándose en el análisis de suelo realizado por el laboratorio de suelo – UNAS; estas produjeron un buen macollamiento de los tratamientos siendo la formula con mayor contenido de N, P y K la de mayor macollos fértiles, reafirmando lo manifestado por Dobermann y Fairhurst (2005) quienes indican que cantidades adecuadas de N y P promueven el rápido crecimiento de la planta, número de macollos y el contenido de proteína en los granos, Yoshida (1981) citado por Quirós y Ramírez (2006) reporta que el N en forma amónica que el arroz absorbe activamente en etapas tempranas se aprovecha en la síntesis de proteínas y producción de macollas, ya que este nutriente juega un rol esencial en el crecimiento del vegetal, al ser constituyente de moléculas como la clorofila, aminoácidos esenciales, proteínas, enzimas, y trifosfato de adenosina (ATP) y participa en el metabolismo de carbohidratos (Perdomo y Barboza, 2000), mientras que el P se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF) y adenosina difosfato (ADF) que empuja una multitud de reacciones químicas dentro de la planta (Dobermann y Fairhurst, 2005).

En la evaluación de la altura de planta, podemos ver el efecto de la interacción de la variedad, dosis de fertilización y distanciamiento de siembra, mostrando los tratamientos T₄, T₁ y T₂ una superioridad al resto de tratamientos, siendo la var. Capirona (a₁), que al tener la influencia de una fertilización de 150-80-100 de NPK (c₂) y un distanciamiento 0,25 x 0,25 m (b₂) mostro la mayor altura de planta con 1,098 m. Se nota también una predominancia de la influencia ejercido por la genética de la var. Capirona en la totalidad de las respuestas de la interacción de los factores (A, B y C), todos los tratamientos donde esta variedad se encuentra presente, muestran alturas superiores a los obtenidos con la var. Mallares. La influencia de la fertilización y distanciamiento resulto variable, no siguiendo un patrón constante ya que en algunos tratamientos la dosis más baja mostro mayor altura y en otros fue la dosis alta la que obtuvo plantas más altas, tan igual para el caso del distanciamiento.

Para Villalobos (1994), citado por Ruiz y Centeno (2007), el arroz es una planta anual, cuya altura varía de 0,50 a 1,50 m según la variedad, el tipo de suelo y el clima; nuestros resultados se encuentran dentro de este intervalo de altura, siendo la var. Capirona, en los diversos tratamientos donde está presente, la que mostro las plantas más altas, llegando hasta los 1,098 m en el tratamiento T₄ (a₁b₂c₂), pero que a su vez fue menor a lo reportado por INIA (2005) y García (2010) quienes encontraron que la var. Capirona alcanzó una altura de 1,15 m, esta superioridad se debe a que según El potrero (2014) la var. Capirona es de un porte más alta, llegando a alturas de entre 1,10 a 1,25 m, mientras que la var. Mallares alcanza alturas solo de entre 0,97 a 1,06 m.

Tabla 7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A y C en el porcentaje de macollos fértiles/m² y altura de planta.

Nivel	Factor A (variedades)				Nivel	Factor C (dosis de fertilización)			
	Macollos (%)	Sig.	Altura (m)	Sig.		Macollos (%)	Sig.	Altura (m)	Sig.
a ₂	82,851	a	0,946	b	c ₂	82,654	a	1,022	a
a ₁	80,581	b	1,054	a	c ₁	80,778	b	0,978	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

En el Tabla 7 podemos ver la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto principal de los factores A (variedad de arroz) y C (dosis de fertilización) en los parámetros porcentaje de macollos fértiles/m² y altura de planta, donde para el primer parámetro se encontró que en el

factor A la var. Mallares (a_2) con 82,851 % de macollos fértiles/m² fue superior a la var. Capirona (a_1); y que en el factor C la dosis 150-80-100 de NPK (c_2) con 82,654 % fue superior a la dosis 120-60-90 de NPK (c_1) que solo obtuvo 80,778 % de macollos fértiles/m², También podemos ver que para el parámetro altura de planta de arroz la var. Capirona (a_1) alcanzó plantas de 1,054 m de altura en promedio, siendo más altas que las plantas de la var. Mallares (a_2), mientras que la dosis de 150-80-100 de NPK (c_2) con 1,022 m fue la que obtuvo las plantas con mayor altura.

El efecto principal de las variedades (factor A) ratifica la influencia encontrada anteriormente en la interacción de factores, mostrándonos que la var Mallares (a_2) alcanza mayor porcentaje de macollos fértiles/m² que la var Capirona, pero a su vez este lo supera en la altura de planta, estas diferencias según Hernández (1982), citado por Campos (2008) se deben a la constitución genética de las variedades, en la cual una está programada genéticamente a producir más macollos que la otra; mientras que la diferencia de altura entre las variedades según Fasanando (1999) también se debe a la constitución genotípica lograda por métodos genotécnicos y que se ve mayormente favorecido en la expresión de este carácter, cuando se cultiva bajo condiciones favorables de clima y suelo como las que se tuvo en presente trabajo, confirmando lo reportado por El potrero (2014), quien manifiesta que la var. Mallares posee características superiores a la var. Capirona, principalmente en aquellas que determinan el rendimiento en granos del arroz (número de panojas, macollamiento y peso de 1000 granos entre otros).

Por otro lado, el efecto principal del factor C nos muestra la influencia que tiene las dosis de fertilización, siendo la fórmula de 150-80-100 de NPK (c_2) la que genero un mayor porcentaje de macollos fértiles/m² e influyó positivamente en la altura de planta, gracias al mayor contenido de nutrientes, en especial la del N, que la proporcionada por la fórmula de 120-60-90 de NPK. Esto según Rodríguez (2006), se debe a que el N determina el macollamiento, el crecimiento de planta y el nivel de producción, mientras que el P es importante para un buen enraizamiento y aumento de macollos; y que según Ramírez (2001) las características morfológicas que influyen en la productividad del arroz depende de la disponibilidad y eficiencia en la absorción, principalmente del N y en una menor proporción del P, tanto por su contribución directa, como por permitir la absorción de otros nutrimentos; mientras que por otro lado el K, que si bien es importante en los procesos como la fotosíntesis, respiración, formación de clorofila y activador de enzimas, no influye mucho en el macollamientos, ya que su principal influencia es la regulación hídrica de la planta y aumento

de la resistencia a plagas y enfermedades, ayudando con esto a un correcto desarrollo las plantas (Cordero, 1993). Mientras en la altura de planta de arroz al aumentar la cantidad de N y P (mientras no se llegue a la fitotoxicidad), se promueve el incremento en el tamaño de la planta por ser constituyentes esenciales de proteínas, enzimas, ATP (adenosina trifosfato) coenzimas NAD (nicotinamida adenin dinucleotido) y NADP (nicotinamida adenin dinucleotido fosfato) importe en una multitud de reacciones químicas dentro de la planta (Dobermann y Fairhurst, 2005; Perdomo y Barboza, 2000; Rodríguez, 1999) tal como se puede apreciar en los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación.

En la Tabla 8, 9 y 10 podemos ver la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple de los factores A (variedad de arroz) B (distanciamiento de siembra) y C (dosis de fertilización) para los parámetros porcentaje de macollos fértiles/m² y altura de planta de los tratamientos en estudio.

Tabla 8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor A para el % de macollos fértiles y altura de planta de arroz.

Efecto simple	Variedad de arroz (A)	Macollos (%)		Altura (m)	
		Prom.	Sig.	Prom.	Sig.
A en b ₁ (0,20 x 0,20 m)					
	a ₂ (Mallares)	82,718	a	0,947	a
	a ₁ (Capirona)	80,237	b	1,050	b
A en b ₂ (0,25 x 0,25 m)					
	a ₂ (Mallares)	82,987	a	0,945	a
	a ₁ (Capirona)	80,925	b	1,070	b
A en c ₁ (120-60-90 de NPK)					
	a ₂ (Mallares)	81,278	a	0,918	a
	a ₁ (Capirona)	80,279	a	1,039	b
A en c ₂ (150-80-100 de NPK)					
	a ₂ (Mallares)	84,425	a	0,839	a
	a ₁ (Capirona)	80,883	b	1,071	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Para el factor A (Tabla 8) en el primer parámetro se puede observar que en los efectos simple A en b₁ (0,20 x 0,20 m) y A en b₂ (0,25 x 0,25 m) la var. Mallares (a₂) con 82,718

y 82,987 % mostro ser superior estadísticamente a la var. Capirona (a_1), y en el efecto simple A en c_2 (150-80-100 de NPK) fue también la var. Mallares (a_2) la que mostro tener mayor porcentaje de macollos fértiles/m² con 84,425 %; mientras que para el parámetro altura de planta en los efectos simple A en b_1 (0,20 x 0,20 m) y A en b_2 (0,25 x 0,25 m) la var. Capirona (a_1) con 1,050 y 1,070 m mostro ser superior estadísticamente a la var. Mallares (a_2), y en los efectos A en c_1 (120-60-90 de NPK) y A en c_2 (150-80-100 de NPK) la var. Capirona (a_1) con 1,039 y 1,071 m mostro plantas con mayor altura que la var. Mallares (a_2) según las interacciones de los factores.

Tabla 9. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor B para el % de macollos fértiles y altura de planta de arroz.

Efecto simple	Distanciamientos (B)	Macollos (%)		Altura (m)	
		Prom.	Sig.	Prom.	Sig.
B en a_1 (Capirona)					
	b_2 (0,25 x 0,25 m)	80,925	a	1,059	a
	b_1 (0,20 x 0,20 m)	80,237	a	1,051	a
B en a_2 (Mallares)					
	b_2 (0,25 x 0,25 m)	82,985	a	0,945	a
	b_1 (0,20 x 0,20 m)	82,718	a	0,943	a
B en c_1 (120-60-90 de NPK)					
	b_1 (0,20 x 0,20 m)	81,201	a	0,987	a
	b_2 (0,25 x 0,25 m)	80,356	a	0,970	a
B en c_2 (150-80-100 de NPK)					
	b_2 (0,25 x 0,25 m)	83,554	a	1,034	a
	b_1 (0,20 x 0,20 m)	81,755	b	1,011	a

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

En el factor B (Tabla 9) solo en el efecto simple B en c_2 (150-80-100 de NPK) del parámetro porcentaje de macollos fértiles/m² se encontró superioridad estadística del distanciamiento 0,25 x 0,25 m (b_2) con 84,425 % al distanciamiento 0,20 x 0,20 m (b_1) que solo obtuvo 81,755 %.

Tabla 10. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) del efecto simple del factor C para el % de macollos fértiles y altura de planta de arroz.

Efecto simple	Dosis de fertilización (C)	Macollos (%)		Altura (m)	
		Prom.	Sig.	Prom.	Sig.
C en a ₁ (Capirona)					
	c ₂ (150-80-100 de NPK)	80,883	a	1,071	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	80,279	a	1,039	b
C en a ₂ (Mallares)					
	c ₂ (150-80-100 de NPK)	84,425	a	0,974	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	81,278	b	0,918	b
C en b ₁ (0,20 x 0,20 m)					
	c ₂ (150-80-100 de NPK)	81,755	a	1,011	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	81,201	a	0,987	a
C en b ₂ (0,25 x 0,25 m)					
	c ₂ (150-80-100 de NPK)	83,554	a	1,034	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	80,356	b	0,970	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Para el factor C (Tabla 10) en el parámetro porcentaje de macollos fértiles/m² se puede ver que en el efecto simple C en a₁ (var. Capirona) la dosis de fertilización 150-80-100 de NPK (c₂) con 84,425 % mostro ser superior estadísticamente a la dosis 120-60-90 de NPK (c₁), y en el efecto simple C en b₂ (0,25 x 0,25 m) fue la dosis 150-80-100 de NPK (c₂) con 83,554 % la que mostro ser superior a la dosis 120-60-90 de NPK (c₁); mientras que para el parámetro altura de planta en el efecto simple C en a₁ (var. Capirona) y C en a₂ (var. Mallares) la dosis de fertilización 150-80-100 de NPK (c₂) mostro ser superior estadísticamente al obtener plantas de 1,071 y 0,974 m siendo más altas que las obtenidas en la dosis 120-60-90 de NPK (c₁), y en el efecto simple C en b₂ (0,25 x 0,25 m) la dosis de fertilización 150-80-100 de NPK (c₂) mostro tener plantas más altas que la dosis 120-60-90 de NPK (c₁), obteniendo 1,034 m.

4.2. Días de floración al 50 %, emergencia y longitud de panoja

En el Tabla 11 podemos observar el análisis de variancia para los parámetros días de floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja de las plantas de arroz, donde para el primer parámetro solo se encontró diferencia estadística significativa en los tratamientos, factores A (variedad de arroz), B (distanciamiento de siembra) C (dosis de

fertilización) y en la interacción AxBxC; en el parámetro emergencia de panoja la diferencia estadística significativa se encontró en los tratamientos, factores A, B, C y en la interacción AxB y AxBxC; y por último en el parámetro longitud de panoja se encontró diferencia significativa en los tratamientos, factores A, C y en la interacción AxBxC. También podemos apreciar que los coeficientes de variabilidad fueron de 9,16, 8,97 y 7,74 % respectivamente, lo que nos quiere indicar una buena homogeneidad en la respuesta de los tratamientos es decir que no existió variación por efecto aleatorio al experimento.

Tabla 11. Resumen del análisis de variancia para la floración al 50 %, emergencia de la panoja y longitud de panoja de arroz.

F. de Variación	GL	Cuadrado medio					
		Floración al 50 %	Sig.	Emergencia de panoja	Sig.	Longitud de panoja	Sig.
Bloques	3	1,781	NS	0,615	NS	0,012	NS
Tratamientos	7	10,317	S	26,138	S	0,836	S
Variedad de arroz (A)	1	47,531	S	94,531	S	4,883	S
Distancia siembra (B)	1	7,031	S	3,781	S	0,138	NS
Dosis fertilización (C)	1	16,531	S	81,281	S	0,750	S
A x B	1	0,281	NS	2,531	S	0,015	NS
A x C	1	0,031	NS	0,281	NS	0,025	NS
B x C	1	0,781	NS	0,281	NS	0,038	NS
A x B x C	1	0,031	S	0,281	S	0,001	S
Error experimental	21	0,615		0,519		0,150	
C.V: (%)		9,16		8,97		7,74	

NS : No existe significancia.

S : Diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

En el Tabla 12 podemos ver la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los parámetros días de floración al 50 % emergencia y longitud de panoja de las plantas de arroz, donde para el primer parámetro se encontró superioridad estadística de los tratamiento T₃ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 de NPK) y T₁ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 de NPK) al obtener más tiempo en florear que los demás tratamiento, obteniendo 75,750 y 74,750 días respectivamente, mientras que fue el tratamiento T₆ (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) el que floreo antes que los demás tratamientos, tomando 71,000 días en hacerlo,

demostrándonos así, que para los fines del experimento, fue el mejor tratamiento. Para el parámetro emergencia de la panoja de las plantas de arroz, se encontró que los tratamiento T₃ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 de NPK) y T₁ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 de NPK) mostraron ser superior estadísticamente a los demás tratamiento, al demorar 68,250 y 67,750 días en emerger la panoja respectivamente, además podemos ver que fue el tratamiento T₆ (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) a la que le tomo menor tiempo en emerger con 60,750 días, siendo así el tratamiento con mejor respuesta en el experimento. También para el parámetro longitud de panoja de las plantas de arroz, se encontró un comportamiento similar estadísticamente entre los tratamiento T₃ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 de NPK), T₂ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) con 0,257 y 0,257 m, y el resto de los tratamientos a excepción de los tratamientos T₅ (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 de NPK) y T₇ (Mallares + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 de NPK), siendo estos dos últimos los que demostraron las panojas más cortas obteniendo 0,245 y 0,248 m de longitud.

Tabla 12. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la floración al 50 %, la emergencia de la panoja y longitud de panoja de arroz.

Clave	Trat.	Floración al 50 % (días)	Sig.	Emergencia de panoja (días)	Sig.	Longitud de panoja (m)	Sig.
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	75,750	a	68,250	a	0,254	a b
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	74,750	a b	67,750	a	0,252	a b
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	74,000	b	64,500	b	0,257	a
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	73,500	b c	64,750	b	0,257	a
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	73,500	b c	65,000	b	0,247	b
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	72,000	c d	63,750	b	0,245	b
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	71,750	d	62,000	c	0,249	a b
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	71,000	d	60,750	c	0,248	a b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

El efecto de las características de la var. Mallares (a₂) se ve favorecido cuando se fertiliza con una dosis de 150-80-100 de NPK (c₂), tal como se ve en los tratamientos T₆ y T₈, logrando la floración y emergencia de panoja en menos tiempo, consiguiéndolo solo en 71,000 y 71,750 días para el primer parámetro respectivamente, mientras que para el segundo parámetro fue de 60,750 y 62,000 días respectivamente, tiempo que estadísticamente son

similares en ambos parámetros, aunque la diferencia numérica que se observa es por el efecto del menor distanciamientos (0,20 x 0,20 m). Esta misma dosis de fertilización (c_2) también favorece a la var. Capirona, permitiéndole lograr las panojas más largas (T_2 y T_4), en este caso el distanciamiento no tiene una influencia considerable dentro de la interacción. El potrero (2014) indica que la var. Mallares es más precoz que la var. Capirona, según Torres (2013) las características genéticas individuales de cada variedad en condiciones adecuadas se expresan mejor, y como se ve en el presente trabajo, la utilización de una buena fertilización ayudo a su expresión. Según Rodríguez (1999) la presencia de cantidades adecuadas de P favorece la respuesta del arroz a la aplicación de N y K, por lo cual se ve un incremento de la floración y el desarrollo del grano, por lo que con esta dosis de fertilización (150-80-100) con mayor NPK, se logró mayor floración que con la dosis 120-60-90 de NPK. Frye et al. (1991) reporta que el N es absorbido rápidamente durante las primeras etapas de desarrollo hasta el final del período vegetativo, decae ligeramente durante el estado de máximo macollamiento y diferenciación, volviendo a ser absorbido con rapidez hasta la etapa de grano pastoso; al realizar una fertilización mayor en N, este se encuentra en mayor cantidad para ser disponible en esta segunda absorción. Esta dosis de fertilización (150-80-100 de NPK) que difiere en 58,38-25,34-85,40 de NPK, con la dosis recomendada por Villacrez (2017) según el análisis de suelo realizada por el laboratorio de suelo de UNAS (208,38-105,34-185,40 de NPK), muestra favorecer la floración y otras características de la planta de arroz como la emergencia y longitud de panoja; a pesar de no ser el óptimo recomendado; esto puede deberse al mejor controlado del manejo agronómico en pequeñas parcelas experimentales, frente a las áreas extensas de la producción del cultivo del arroz, donde se puede producir complicaciones y por ende mayor pérdidas de nutrientes, lamentablemente no se pudo encontrar reportes que confirme esta suposición.

Una fertilización de 150-80-100 de NPK promueve la emergencia de la panoja en menor tiempo, según los resultados encontrados, mejorando a los resultados reportado por Pérez (1999), quien en su tratamiento con fertilización completa (120-100-120 de NPK) encontró la formación de panoja en 78 días; a García (2010), quien en su evaluación del efecto de número de plantas por golpe en tres edades de trasplante en la var. Capirona, encontró que las panojas se formaron a los 75 días después de la siembra y a Lira y Ruiz (2005), citado por Ruíz y Centeno (2007) quienes en su evaluación encontraron que la formación de la panoja ocurrió a los 73 días, aunque este último autor evaluó otras variedades. Esta disminución en el tiempo de formación de panoja es explicada por Dobermann y Fairhurst (2005) quienes indican que en

mayor presencia de N se promueven el rápido crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz por ser un elemento esencial, cumpliendo una función importante en el metabolismo energético, debido a que es parte constituyente de la molécula de ATP (Rodríguez, 1999) y reafirmando lo manifestado por Rodríguez (2006), quien indica que el N determina la presencia de la panoja y demás características que determinan el nivel de producción del arroz.

El distanciamiento de siembra que género mayor densidad de planta fue también la que utilizo una mayor dosis de fertilización para obtener mejor respuesta, tal como se ve en los resultados, donde al sembrar a 0,20 x 0,20 m y fertilizarlo con 150-80-100 de NPK se tiene menor tiempo en la formación de panoja, pero esta misma dosis con una distanciamiento mayor también obtuvo un tiempo de formación de panojas menor, indicándonos que es mayor la influencia de la fertilización al del distanciamiento de siembra, algunos autores recomiendan que al incrementar la densidad de plantas siempre se debe aumentar también la dosis de fertilización, para cubrir la necesidades nutricionales de la planta y evitar la competencia entre ellas (León y Arregocés, 1985; Cordero, 1993). Si comparamos la influencia de ambos distanciamientos utilizados dentro del presente trabajo podemos ver que fue 0,20 x 0,20 m la que tiene menores tiempo, siendo en este paramento mejor que el distanciamiento de 0,25 x 0,25 m. También podemos ver una diferencia marcada entre las dos variedades, siendo la var. Mallares la que formo sus panojas en menor tiempo; según Torres (2013) la diferencia entre las variedades de arroz se pueden deber a las características genéticas de cada variedad, y según reporta Fasanando (1999) la constitución genotípica se ve mayormente favorecido en la expresión de cada carácter, cuando se cultiva bajo condiciones edafo-climáticas favorables, si bien es cierto que la recomendación de fertilización según el análisis de suelo da una fórmula de 208,38-105,34-185,40 de NPK, al usar la fórmula de 150-80-100 de NPK, se pudo alcanzó las medidas biométricas optimas que manifiesta El potrero (2014) para las dos variedades evaluadas en la presente tesis, pero no se pudo encontrar mayores reporte que nos permitan tener mayores luces sobre las diferencia entre las variedades Mallares y Capirona.

La longitud de la panícula es de mucha importancia, ya que permiten una mayor cantidad de granos (López, 1991). Según SOTO (1991) la longitud de la panícula en las variedades comerciales de arroz está en el rango de 0,20 y 0,24 m de longitud, siendo levemente superados por los 0,257 m de los tratamientos con mayor longitud (T₄ y T₂) hallados en el presente trabajo, pero coincidiendo con los encontrado por García (2010). En este parámetro también se puede distinguir una constante clara de la influencia de la variedad y la fertilización en la respuesta de la interacción de los factores de cada tratamiento; siendo la var. Capirona la

que presenta mayor longitud de panoja debido a su mejor característica genética en este parámetro (El potrero, 2014), favorecido con la fertilización de 150-80-100 de NPK, que según Rodríguez (2006) al tener disponible las cantidades adecuadas de NPK, permite la máxima expresión de sus características; y favorecidos también con el distanciamiento de 0,25 x 0,25 m, que en este parámetro favorece a aumentar la longitud de panoja debido supuestamente a la menor densidad de planta y por ende poca competencia por los nutrientes de las plantas.

En el Tabla 13 y 14 podemos observar la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A (variedad de arroz), B (distanciamiento de siembra) y C (dosis de fertilización) de los parámetros días de floración al 50 %, emergencia y longitud de panoja de la planta de arroz, donde para el primer parámetro se encontró que fue la var. Mallares (a_2) con 72,060 días, en promedio en florear, la que demora menor tiempo que la var. Capirona (a_1) a la que le tomo 74,500 días; mientras que para el factor B el distanciamiento de siembra que demora menor tiempo en florear fue el de 0,25 x 0,25 m (b_2) con 72,810 días en promedio; y para el factor C fue la dosis de fertilización de 150-80-100 de NPK (c_2), con 72,560 días, la que mostro superioridad estadísticas obteniendo menor tiempo en florear que la dosis 120-60-90 de NPK (c_1) que obtuvo 74,000 días. Para el parámetro emergencia de la panoja entre los niveles del factor A, se encontró superioridad estadística, donde a la var. Mallares (a_2) le tomo 62,880 días en promedio en emergencia la panoja siendo menor tiempo en comparación con el que le tomo a la var. Capirona (a_1); mientras que para el factor B, fue el distanciamiento 0,20 x 0,20 m (b_1) con 64,250 días en promedio el que emergió en menor tiempo y para el factor C fue la dosis de fertilización de 150-80-100 de NPK (c_2) con 63,000 días en promedio en emerger primero.

Tabla 13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A y B en los días de floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja del arroz.

Nivel	Factor A (Variedades)				Nivel	Factor B (Distanciamiento)			
	Florar		Emerg.			Florar		Emerg.	
	al 50 % (días)	Sig.	de panoja (días)	Sig.		al 50 % (días)	Sig.	de panoja (días)	Sig.
a_2	72,06	a	62,88	a	b_2	73,75	a	64,94	a
a_1	74,50	b	66,31	b	b_1	72,81	b	64,25	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

En el parámetro longitud de la panoja de arroz, se encontró superioridad estadística de la var. Capirona (a_1), la cual tuvo panojas de 0,255 m de longitud, siendo mayor a la var. Mallares (a_2) que solo alcanzo 0,247 m, mientras que para el factor C, la dosis de fertilización que tuvo la panoja más grande fue la fórmula 150-80-100 de NPK (c_2) que obtuvo 0,252 m de longitud.

Tabla 14. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal del factor C en los días de floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja del arroz.

Nivel	Factor C (Dosis de fertilización)					
	Floración al 50 % (días)	Sig.	Emergencia de panoja (días)	Sig.	Longitud de panoja (m)	Sig.
c_2	72,560	a	63,000	a	0,252	a
c_1	74,000	b	66,190	b	0,249	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Estos resultados confirman las influencias individuales que tiene cada factor dentro de la interacción descritas anteriormente, tal como podemos observar la var. Mallares supera a la Capirona en la floración y la emergencia de panoja, mientras que esta última supera a la primera en la longitud de la panoja, por otro lado, la fertilización con 150-80-100 de NPK logra menores tiempo en la floración y emergencia de panoja, además de panojas más largas, además el menor distanciamiento solo tiene efecto en el tiempo de floración y emergencia, mientras para la longitud de panoja su influencia no representa significancia.

En el Tabla 15, 16 y 17 podemos ver la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple de los factores A (variedad de arroz) B (distanciamiento) y C (dosis de fertilización) respectivamente, de los parámetros días de floración al 50 %, emergencia y longitud de panoja de la planta de arroz, donde para el factor A (Tabla 15) en el primer parámetro se puede observar que en los efectos simple A en b_1 (0,20 x 0,20 m) y A en b_2 (0,25 x 0,25 m) la var. Mallares (a_1) con 71,500 y 72,624 días respectivamente mostro ser superior estadísticamente a la var. Capirona (a_2), por ser el que floreo en menor tiempo, y en el efecto simple A en c_1 (120-60-90 de NPK) y A en c_2 (150-80-100 de NPK) fue también la variedad Mallares (a_2) la que mostro tener menor tiempo en florear con 72,750 y 72,625 días respectivamente; mientras que para el parámetro emergencia de panoja en los efectos simple A en b_1 (0,20 x 0,20 m) y A en b_2 (0,25 x 0,25 m) la var. Mallares (a_2) con 62,250 y 63,500 días respectivamente, mostro tener los menores tiempo, siendo superior estadísticamente a la var. Capirona (a_1) que demoro 66,250 y

66,135 días respectivamente, y en los efectos A en c_1 (120-60-90 de NPK) y A en c_2 (150-80-100 de NPK) también fue la var. Mallares (a_2) con 64,385 y 61,385 días la que tuvo menores tiempo en emerger siendo superior estadísticamente a la var Capirona (a_2); mientras que para el parámetro longitud de panoja en los efectos simple A en b_1 (0,20 x 0,20 m) y A en b_2 (0,25 x 0,25 m) la var. Capirona (a_1) con 0,254 y 0,255 m respectivamente, mostro tener la mayor longitud de panoja, siendo superior estadísticamente a la var. Mallares (a_2) que solo obtuvo 0,246 y 0,248 m respectivamente, y en el efecto A en c_2 (150-80-100 de NPK) también fue la var. Capirona (a_1) con 0,257 m la que tuvo mayor longitud de panoja siendo superior estadísticamente a la var Mallares (a_2).

Tabla 15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor A para la floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja de arroz.

Efecto simple	Variedad de arroz (A)	Floración al 50 % (días)		Emergencia de panoja (días)		Longitud de panoja (m)	
		Promedio	Sig.	Promedio	Sig.	Promedio	Sig.
A en b_1							
	a_2 (Mallares)	71,500	a	62,250	a	0,246	a
	a_1 (Capirona)	74,125	b	66,250	b	0,254	b
A en b_2							
	a_2 (Mallares)	72,624	a	63,500	a	0,248	a
	a_1 (Capirona)	74,875	b	66,135	b	0,255	b
A en c_1							
	a_2 (Mallares)	72,750	a	64,385	a	0,251	a
	a_1 (Capirona)	75,250	b	68,000	b	0,253	a
A en c_2							
	a_2 (Mallares)	72,625	a	61,385	a	0,248	a
	a_1 (Capirona)	73,750	b	64,635	b	0,257	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

En el factor B (Tabla 16), para el parámetro floración al 50 % en el efectos simple B en a_1 (Capirona) y B en a_2 (Mallares) se encontró superioridad estadística del distanciamiento 0,20 x 0,20 m (b_1) con 74,125 y 71,500 días respectivamente, siendo menor tiempo que lo obtenido con el distanciamiento de 0,25 x 0,25 m (b_2) que demoro 74,875 y 72,625 días respectivamente y para

los efectos simples B en c_1 (120-60-90 de NPK) y B en c_2 (150-80-100 de NPK) se encontró que el menor tiempo de floración se dio con el distanciamientos de 0,20 x 0,20 m (b_1) con 73,375 y 72,250 días siendo superior estadísticamente al distanciamiento 0,25 x 0,25 m (b_2) que obtuvo 74,625 y 72,875 días respectivamente; mientras que para el parámetro emergencia de panoja en el efectos simple B en a_2 (Mallares) y B en c_1 (120-60-90 de NPK) se encontró superioridad estadística del distanciamiento 0,20 x 0,20 m (b_1) con 62,250 y 65,750 días respectivamente, siendo menor tiempo que lo obtenido con el distanciamiento de 0,25 x 0,25 m (b_2) que demoro 63,500 y 66,625 días respectivamente; y para el parámetro longitud de panoja se encontró un comportamiento similar estadísticamente de los distanciamientos en las comparaciones de sus efectos simples respectivamente.

Tabla 16. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor B para la floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja de arroz.

Efecto simple	Distanciamiento (B)	Floración al 50 % (días)		Emergencia de panoja (días)		Longitud de panoja (m)	
		Prom.	Sig.	Prom.	Sig.	Prom.	Sig.
B en a_1							
	b_1 (0,20 x 0,20 m)	74,125	a	66,250	a	0,254	a
	b_2 (0,25 x 0,25 m)	74,875	b	66,375	a	0,255	a
B en a_2							
	b_1 (0,20 x 0,20 m)	71,500	a	62,250	a	0,246	a
	b_2 (0,25 x 0,25 m)	72,625	b	63,500	b	0,248	a
B en c_1							
	b_1 (0,20 x 0,20 m)	73,375	a	65,750	a	0,248	a
	b_2 (0,25 x 0,25 m)	74,625	b	66,625	b	0,250	a
B en c_2							
	b_1 (0,20 x 0,20 m)	72,250	a	62,750	a	0,252	a
	b_2 (0,25 x 0,25 m)	72,875	b	63,250	a	0,253	a

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Para el factor C (Tabla 17) en el parámetro floración al 50 % se puede ver que en el efecto simple C en a_1 (var. Capirona) y C en a_2 (Mallares) la dosis de fertilización 150-80-100 de NPK (c_2) con 73,750 y 72,625 días respectivamente, mostro ser el que obtuvo los menores tiempo,

siendo superior estadísticamente a la dosis 120-60-90 de NPK (c_1) que demora 75,250 y 72,750 días respectivamente, y en el efectos simples C en b_1 (0,20 x 0,20 m) y C en b_2 (0,25 x 0,25 m) fue también la dosis 150-80-100 de NPK (c_2) con 72,250 y 72,875 la que mostro los menores tiempo en florear, siendo superior estadísticamente a la dosis 120-60-90 de NPK (c_1) que demoro 73,375 y 74,625 días respectivamente.

Tabla 17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) del efecto simple del factor C para la floración al 50 %, emergencia de panoja y longitud de panoja de arroz.

Efecto simple	Dosis de fertilización (C)	Floración al 50 % (días)		Emergencia de panoja (días)		Longitud de panoja (m)	
		Prom.	Sig.	Prom.	Sig.	Prom.	Sig.
C en a_1							
	c_2	73,750	a	64,635	a	0,257	a
	c_1	75,250	b	68,000	b	0,253	b
C en a_2							
	c_2	72,625	a	61,385	a	0,248	a
	c_1	72,750	b	64,385	b	0,246	a
C en b_1							
	c_2	72,250	a	62,750	a	0,252	a
	c_1	73,375	b	65,750	b	0,248	b
C en b_2							
	c_2	72,875	a	63,250	a	0,253	a
	c_1	74,625	b	66,635	b	0,250	a

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

c_2 : (150-80-100 de NPK)

c_1 : (120-60-90 de NPK)

Para el parámetro emergencia de panoja en el efecto simples C en a_1 (var. Capirona) y C en a_2 (var. Mallares) la dosis de fertilización con menor tiempo fue la fórmula 150-80-100 de NPK (c_2) con 64,635 y 61,385 días, siendo superior estadísticamente a la dosis 120-60-90 de NPK (c_1) que obtuvo 68,000 y 64,385 días respectivamente, y en el efectos simples C en b_1 (0,20 x 0,20 m) y C en b_2 (0,25 x 0,25 m), también fue la dosis de fertilización 150-80-100 de NPK (c_2) con 62,750 y 63,250 días, la que mostro tener la emergencia más rápida siendo superior estadísticamente que la dosis 120-60-90 de NPK (c_1) que obtuvo 65,750 y

66,635 días respectivamente; y para el parámetro longitud de panoja, solo en los efectos simples C en a₁ (Capirona) y C en b₁ (0,20 x 0,20 m), se encontró panojas más largas en la dosis de fertilización 150-80-100 de NPK (c₂) con 0,257 y 0,252 m, siendo superior estadística a la dosis de fertilización 120-60-90 de NPK (c₁) que obtuvo panojas de 0,253 y 0,248 m respectivamente.

Peso de 1000 granos

En el Tabla 18 podemos observar el análisis de variancia para el peso de 1000 granos de arroz, donde para los bloques y los tratamientos y todos los factores no se pudo encontrar diferencia estadística significativa. También podemos apreciar que el coeficiente de variabilidad fue de 8,26 % lo que nos indica que no existió variación por efecto aleatorio al experimento, es decir que las respuestas del tratamiento tuvieron una buena homogeneidad.

Tabla 18. Análisis de variancia para el peso de 1000 granos de arroz.

F. de Variación	GL	SC	CM	SIG
Bloques	3	0,378	0,126	NS
Tratamientos	7	0,793	0,113	NS
Variedad de arroz (A)	1	0,051	0,051	NS
Distancia de siembra (B)	1	0,387	0,387	NS
Dosis de fertilización (C)	1	0,165	0,165	NS
A x B	1	0,004	0,004	NS
A x C	1	0,041	0,041	NS
B x C	1	0,017	0,017	NS
A x B x C	1	0,128	0,128	NS
Error experimental	21	3,798	0,181	
Total	31	4,968		
C.V: (%)		8,26		

NS : No existe significancia.

En el Tabla 19 podemos ver el peso de 1000 granos de arroz, siendo el tratamiento T₃ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 de NPK) el que mostro un mayor peso obteniendo 26,750 g, mientras que fue el tratamiento T₆ (Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 de NPK) él tuvo el menor peso de 1000 granos con tan solo 26,180 g.

Tabla 19. Peso de 1000 granos de arroz de los tratamientos.

Clave	Tratamientos	peso de 1000 granos (g)
T ₃ (a ₁ b ₂ c ₁)	Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 (NPK)	26,750
T ₄ (a ₁ b ₂ c ₂)	Capirona + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 (NPK)	26,598
T ₇ (a ₂ b ₂ c ₁)	Mallares + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 (NPK)	26,593
T ₅ (a ₂ b ₁ c ₁)	Mallares + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 (NPK)	26,568
T ₈ (a ₂ b ₂ c ₂)	Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 (NPK)	26,550
T ₂ (a ₁ b ₁ c ₂)	Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 (NPK)	26,435
T ₁ (a ₁ b ₁ c ₁)	Capirona + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 (NPK)	26,428
T ₆ (a ₂ b ₁ c ₂)	Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 (NPK)	26,180

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

La diferencia numérica del peso de 1000 granos entre los tratamientos, nos muestra que en este parámetro ningún factor influye individualmente en la respuesta de la interacción de factores evaluados, como vemos es muy variable la respuesta del peso, haciendo muy difícil hallar una tendencia o constante que nos permita determinar cuál de las variedades, fórmulas de fertilización o distanciamiento es mejor al otro.

El peso de los granos es una característica genética de las variedades siendo las que tiene los granos largos a extra largo los que obtienen el mayor peso, y estos valores promedios fluctúan entre 25 y 35 gramos (López, 1991); en diversos trabajos realizados en el cultivo de arroz en diversos países, al igual que en el presente trabajo no encontraron diferencia estadísticas significativa entre sus tratamientos, Ruiz y Centeno (2007) en su evaluación de 11 líneas avanzadas de arroz encontró los mayores pesos en las líneas POB-34, CT156914-3-4-2-3-M, POB₁-11 con 32,77, 31,03, y 29,30 g respectivamente, mientras Caicedo (2008) en su evaluación de cuatro líneas interespecíficas de arroz no encontró diferencias estadísticas entre sus tratamientos, siendo la línea CT19560-4-46-5-M con 29,6 g la de mayor peso; Escobar (2013) en su evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de arroz tradicional no encontró diferencia estadísticas, reportando solo un promedio 30 g de peso de sus tratamientos. En trabajos realizados en nuestra misma universidad, García (2010) en su trabajo de tesis no se encontró diferencia estadística entre sus tratamientos, manifestado que el peso de 1000 granos de la var. Capirona es de 28,56 g, confirmando con esto que en este parámetro la diferencia de pesos es mínima entre las variedades, siendo poco frecuente el hallar diferencia estadística significativa. Si bien en el presente trabajo los pesos de 1000 granos son

menores en los diversos tratamientos a lo indicado por El potrero (2014) quien manifiesta que el peso de la var. Capirona y Mallares es 28,0 y 28,6 g respectivamente, esta diferencia puede deberse a que no se siguen las recomendaciones de fertilización hechas según el análisis de suelo realizadas por el laboratorio de suelos de la UNAS,

4.3. Rendimiento

En el Tabla 20 podemos observar el análisis de variancia para el rendimiento del cultivo de arroz, donde para los bloques no existe diferencia estadística, mientras que para los tratamientos si se pueden encontrar diferencia estadística significativa, principalmente en los factores A (variedad de arroz), B (distanciamiento de siembra) y C (dosis de fertilización); y en la interacción AxBxC, además podemos apreciar que el coeficiente de variabilidad fue de 7,35 % lo que nos indica una buena homogeneidad en la respuesta de los tratamientos en el rendimiento.

Tabla 20. Análisis de variancia para rendimiento de los tratamientos.

F. de Variación	GL	CM	SIG
Bloques	3	0,051	NS
Tratamientos	7	1,219	S
Variedad de arroz (A)	1	1,588	S
Distancia de siembra (B)	1	5,398	S
Dosis de fertilización (C)	1	1,427	S
A x B	1	0,089	NS
A x C	1	0,002	NS
B x C	1	0,022	NS
A x B x C	1	0,009	S
Error experimental	21	0,039	
C.V: (%)	7,35		

NS : No existe significancia.

S : Diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

En el Tabla 21 podemos ver la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el rendimiento en granos de arroz, donde se encontró superioridad estadística y numéricamente del tratamiento T₈ (Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 de NPK) frente al resto de tratamientos, al mostrar un mayor rendimiento con 8,094 t/ha, mientras que fue el tratamiento T₁ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 de NPK) él tuvo el rendimiento más bajo con tal solo 6,371 t/ha.

Tabla 21. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el rendimiento de arroz.

Clave	Tratamientos	Rendimiento (t/ha)	Sig.
T ₈ (a ₂ b ₂ c ₂)	Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 (NPK)	8,094	a
T ₇ (a ₂ b ₂ c ₁)	Mallares + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 (NPK)	7,571	b
T ₄ (a ₁ b ₂ c ₂)	Capirona + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 (NPK)	7,495	b c
T ₆ (a ₂ b ₁ c ₂)	Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 (NPK)	7,081	c
T ₃ (a ₁ b ₂ c ₁)	Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 (NPK)	7,069	c d
T ₂ (a ₁ b ₁ c ₂)	Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 (NPK)	6,761	d
T ₅ (a ₂ b ₁ c ₁)	Mallares + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 (NPK)	6,732	d e
T ₁ (a ₁ b ₁ c ₁)	Capirona + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 (NPK)	6,371	e

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

En los resultados podemos ver que la interacción de la var. Mallares sembrado a 0,25 x 0,25 m y fertilizado con una fórmula de 150-80-100 de NPK (T₈) alcanzo el mayor rendimiento (8,094 t/ha) de todos los tratamientos, siendo el factor que influyó en esta superioridad, frente al T₇, la dosis de fertilización con mayor contenido de NPK; que según León et al. (2005); citado por Escobar (2013), el N es el nutriente que más influye en los rendimientos de arroz, se le considera como un factor limitante en la producción; mientras Rodríguez (2006) menciona que el N determina el nivel de producción.

Muchos factores promueven la toma de N por la planta de arroz, según Yamakawa et al. (2000), citado por Mejía y Menjivar (2008) la cantidad de N que toma la planta estaría determinada por el N disponible en el suelo más que por la demanda nutricional de la planta o por su habilidad para tomar el nitrógeno después del inicio de la panícula o condiciones que están relacionadas con la variedad sembrada. Por tanto, el rendimiento depende de la disponibilidad del elemento en las etapas claves del desarrollo de la planta. El contenido de N en el grano aumenta cuando se incrementa la cantidad de dosis de N aplicado, la variedad por tanto ejerce poca influencia en este fenómeno (Salisbury y Ross, 2000, citado por Mejía y Menjivar, 2008).

El P que según Frye et al. (1991) actúa en la fotosíntesis, respiración, transferencia de energía, división y alargamiento celular; promueve el crecimiento. La concentración de P es más alta en la semilla que en ninguna otra parte de la planta madura, acelera la madurez, lo cual es importante para la cosecha y para la calidad del cultivo. La mayor parte del fosfato absorbido

se incorporan a moléculas orgánicas (tipo esteres) en las raíces y estos compuesto se acumulan en las raíces y las hojas hasta el inicio de la panícula solo un fracción permanece como fosfato libre (Brownell, 2000 y Perdomo et al., 1985, citado por Mejía y Menjivar, 2008), mientras que el K a diferencia del N y P, no forma compuestos orgánicos en la planta (Williams y Goldman, 2001), pero Participa en el incremento del tamaño y peso del grano (Mejía y Menjivar, 2008).

El rendimiento en ambas variedades es menor a lo reportado por El potrero (2014) que sustenta que las var. Capirona y Mallares tienen un rendimiento de 10,0 y 12,0 t/ha respectivamente, bajo condiciones óptimas, esto debido supuestamente, a la utilización de dosis de fertilización menores (150-80-100 de NPK y 120-100-120 de NPK) a lo recomendado por Villacrez (2017) según el análisis de suelo elaborado por el laboratorio de suelos de la UNAS, que fue de 208,38-105,34-185,40 de NPK y como se mencionó anteriormente, la disponibilidad de nutrientes, principalmente la del N influye directamente en el rendimiento del arroz.

El mayor rendimiento obtenido por el cultivo de arroz var. Mallares por encima de la var. Capirona, también se puede atribuir en menor proporción a la constitución genética diferencial y sus atributos comprometidos con el rendimiento (Fasanando, 1999; El potrero, 2014) reafirmando lo reportado por Fernández et al., (1978) y Salisbury y Ross, (2000), citado por Mejía y Menjivar, (2008) mencionado anteriormente. La densidad de siembra, que viene a ser un factor determinante en el rendimiento para Rodríguez et al. (2002) y que según Jiménez et al. (2009) es de vital importancia para obtener un rendimiento adecuado del cultivo; nos muestra que a mayor distanciamiento se aumentó el rendimiento, aunque estos resultados no se pueden tomar como una constante, ya que como se puede ver son efectos aislado de cada tratamiento.

Investigaciones respecto al rendimiento de la var. Capirona como las realizadas por Campos (2008) quien reportó un rendimiento de 10,71 t/ha o la ejecutada por Vásquez (2004) quien encontró 8,37 t/ha, y también en trabajos más recientes como la de García (2010) quien encontró 8,19 t/ha, son rendimientos mayores a lo encontrado en el presente trabajo de tesis (8,094 t/ha), que solo supero al rendimiento de 6,09 t/ha encontrado por Jara (2001); estas diferencias se deben a que estos autores utilizaron diferentes tratamientos y factores en sus evaluaciones.

En el Tabla 22 podemos observar la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A (variedad de arroz), B (distanciamiento de siembra) y C (dosis de fertilización) en el rendimiento de granos de arroz, donde para el primer factor se encontró que la var. Mallares (a_2) con 7,369 t/ha, fue el que tuvo mayor rendimiento de granos, siendo

superior a la var. Capirona (a_1) que solo obtuvo 6,924 t/ha, mientras que para el factor B, el distanciamiento de siembra con mejor rendimiento fue el de 0,25 x 0,25 m (b_2) con 7,557 t/ha; y para el factor C fue la fórmula de fertilización de 150-80-100 de NPK (c_2) con 7,358 t/ha el que tuvo un comportamiento superior a la fórmula 120-60-90 de NPK (c_1).

Tabla 22. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A, B y C en el rendimiento de arroz.

Factor A (Var.)			Factor B (Distanc.)			Factor C (Dosis de F.)		
Nivel	Rend. (t/ha)	Sig.	Nivel	Rend. (t/ha)	Sig.	Nivel	Rend. (t/ha)	Sig.
a_2	7,369	a	b_2	7,557	a	c_2	7,358	a
a_1	6,924	b	b_1	6,736	b	c_1	6,936	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

En el Tabla 23, 24 y 25 podemos ver la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple de los factores A (variedad de arroz) B (distanciamiento) y C (dosis de fertilización) respectivamente, del parámetro rendimiento de arroz, donde para el factor A (Tabla 23) se pudo encontrar que en los efectos simple A en b_1 (0,20 x 0,20 m) y A en b_2 (0,25 x 0,25 m), la var. Mallares (a_2) con 6,907 t/ha y 7,808 t/ha mostro ser superior estadísticamente a la var, Capirona (a_1), que alcanzo un rendimiento de 6,566 y 7,282 t/ha respectivamente; y en el efecto simple A en c_1 (120-60-90 de NPK) y A en c_2 (150-80-100 de NPK) fue también la var. Mallares (a_2) la que mostro tener mayor rendimiento con 7,152 y 7,588 t/ha respectivamente de los tratamientos en estudios.

La variedad Mallares tienes características botánicas inferiores a la variedad Capirona, son más pequeñas, tiene la longitud de panoja más corta y un periodo vegetativo menor, pero las características que la hacen superior en el rendimiento como el peso de 1000 granos de arroz (28,6 g) superan ligeramente a la var. Capirona (28 g) (El potrero, 2014), siendo este el principal motivo de los resultados encontrados en la presente tesis. Cabe resaltar que esta variedad surge del cruce de las variedades Huallaga INIA, IR 43 y Cypress en el año 1994, proceso que prosiguió en las distintas parcelas de comprobación (Andina, 2010).

Tabla 23. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor A, en el rendimiento en granos de arroz.

Efecto simple	Variedad de arroz (A)	Rendimiento (t/ha)	
		Promedio	Sig.
A en b ₁ (0,20 x 0,20 m)	a ₂ (Mallares)	6,907	a
	a ₁ (Capirona)	6,566	b
A en b ₂ (0,25 x 0,25 m)	a ₂ (Mallares)	7,808	a
	a ₁ (Capirona)	7,282	b
A en c ₁ (120-60-90 de NPK)	a ₂ (Mallares)	7,152	a
	a ₁ (Capirona)	6,72	b
A en c ₂ (150-80-100 de NPK)	a ₂ (Mallares)	7,588	a
	a ₁ (Capirona)	7,128	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Para el factor B (Tabla 24), en el efectos simple B en a₁ (Capirona) y B en a₂ (Mallares) se encontró superioridad estadística del distanciamiento 0,25 x 0,25 m (b₂) con 7,282 y 7,833 t/ha, siendo mayor rendimiento que lo obtenido con el distanciamiento de 0,20 x 0,20 m (b₁) que obtuvo 6,566 y 6,907 t/ha respectivamente; y en los efectos simples B en c₁ (120-60-90 de NPK) y B en c₂ (150-80-100 de NPK) se encontró que el mayor rendimiento se dio con el distanciamiento de 0,25 x 0,25 m (b₂) con 7,320 y 7,795 t/ha siendo superior al distanciamiento 0,20 x 0,20 m (b₁) que obtuvo 6,552 y 7,128 t/ha respectivamente.

El rendimiento de arroz es un carácter determinado por el genotipo, la ecología y manejo agronómico. El rendimiento de una planta está en función de varias características anatómicas, morfológicas y alto poder de asimilación de fuerte abonadas (Angladette, s/a, citado por Ruiz y Centeno, 2007). Adicional a todo esto, el distanciamiento de siembra también influye en el rendimiento; en los resultados de efecto simple podemos ver que con un distanciamiento de 0,25 x 0,25 m se supera el rendimiento obtenido con 0,20 x 0,20 m, confirmando lo reportado por Acevedo et al. (2011) quien evidenció que altas densidades no siempre resultan en alta producción

de arroz, descartando los razonamientos populares que dice “a mayor cantidad de plantas mayor producción”.

Tabla 24. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor B, en el rendimiento en granos de arroz.

Efecto simple	Distanciamiento (B)	Rendimiento (t/ha)	
		Promedio	Sig.
B en a ₁ (Capirona)	b ₂ (0,25 x 0,25 m)	7,282	a
	b ₁ (0,20 x 0,20 m)	6,566	b
B en a ₂ (Mallares)	b ₂ (0,25 x 0,25 m)	7,833	a
	b ₁ (0,20 x 0,20 m)	6,907	b
B en c ₁ (120-60-90 de NPK)	b ₂ (0,25 x 0,25 m)	7,32	a
	b ₁ (0,20 x 0,20 m)	6,552	b
B en c ₂ (150-80-100 de NPK)	b ₂ (0,25 x 0,25 m)	7,795	a
	b ₁ (0,20 x 0,20 m)	7,128	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Para el factor C (Tabla 25) en los efectos simples C en a₁ (var. Capirona) y C en a₂ (Mallares) la dosis de fertilización 150-80-100 de NPK (c₂) con 7,128 y 7,588 t/ha, mostro tener mayores rendimientos, siendo superior a la dosis 120-60-90 de NPK (c₁); y en los efectos simples C en b₁ (0,20 x 0,20 m) y C en b₂ (0,25 x 0,25 m) fue también la dosis 150-80-100 de NPK con 7,128 y 7,795 t/ha la que mostro rendimientos mayores, superando a la dosis 120-60-90 de NPK (c₁) que solo alcanzo 6,552 y 7,320 t/ha respectivamente.

La dosis más alta de fertilización utilizada mostro tener mayor rendimiento en granos de arroz tanto cuando se comparó entre las variedades como cuando se comparó entre los distanciamientos de siembra, esto debido a la influencia del N, P y K, elementos muy importantes tanto para el desarrollo de la planta como para su rendimiento. El nitrógeno participa en la síntesis de aminoácidos de ácidos nucleicos carbohidratos y proteínas, por ende, incrementa la cantidad el

número de grano por panícula y el tamaño del grano, la rapidez del llenado del grano y el incremento del contenido de proteínas en los granos (Mejía y Menjivar, 2008).

Tabla 25. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor C, en rendimiento en granos de arroz.

Efecto simple	Dosis de fertilización (C)	Rendimiento (t/ha)	
		Promedio	Sig.
C en a ₁ (Capirona)	c ₂ (150-80-100 de NPK)	7,128	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	6,72	b
C en a ₂ (Mallares)	c ₂ (150-80-100 de NPK)	7,588	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	7,152	b
C en b ₁ (0,20 x 0,20 m)	c ₂ (150-80-100 de NPK)	7,128	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	6,552	b
C en b ₂ (0,25 x 0,25 m)	c ₂ (150-80-100 de NPK)	7,795	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	7,32	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Existe una correlación positiva entre el número de grano por unidad de área y el porcentaje de N absorbido por la planta al momento de la floración (Yashida 1978, citado por Mejía y Menjivar, 2008) Antes de la floración la mayor cantidad de N absorbido se acumula en la lámina y en las vainas de la hoja, de ahí es transportado al grano donde se acumulara el 75 %; el contenido N en el grano depende también de la cantidad del elemento disponible en el suelo ya sea proveniente de la fertilidad natural o de la aplicación de fertilizantes. Mientras el P es absorbido por la planta principalmente como ion orto fosfato primario ($H_2PO_4^-$), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4^{2-}), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH (Munera y Meza, 2012). Por debajo del pH 7 se favorece la absorción del ion $H_2PO_4^-$, y por encima de este pH la del ion HPO_4^{2-} (Mejía y Menjivar, 2008), el P se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la

adenosina trifosfato (ATF) y adenosina difosfato (ADF) que empuja una multitud de reacciones químicas (Dobermann y Fairhurst, 2005). Por último, el K es absorbida en forma de K^+ , esta absorción es una función del crecimiento de la planta: aumenta hasta el fin de la etapa de grano lechoso y luego decae (Perdomo et al., 1985, citado por Mejía y Menjivar, 2008). El K también activa la enzima sintetasa de almidón que cataliza la anterior síntesis de este carbohidrato en el arroz, el almidón de calidad se acumula en mayor cantidad en el grano. El proceso de la formación del almidón en el citoplasma celular implica la donación repetida de unidades de glucosa que proviene de una azúcar nucleótido denominado difosfoglucosa de adenosina ADPG (Calvin, 1954, citado por Mejía y Menjivar, 2008).

4.4. Calidad de molienda

En la Tabla 26 podemos observar el análisis de variancia para la calidad de molienda del arroz, donde para los bloques no existe diferencia estadística, mientras que para los tratamientos si se encontró diferencia estadística significativa, de igual manera para el factor A (variedad de arroz), factor B (distanciamiento de siembra); y en las interacciones AxB, BxC y AxBxC, además podemos apreciar que el coeficiente de variabilidad fue de 16,49 % lo que nos indica que no existió variación por efecto aleatorio al experimento, es decir que la respuesta de los tratamientos tuvo una regular homogeneidad.

Tabla 26. Análisis de variancia para la calidad de molienda de los tratamientos.

F. de Variación	GL	CM	SIG
Bloques	3	1,281	NS
Tratamientos	7	23,138	S
Variedad de arroz (A)	1	13,781	S
Distanciamiento de siembra (B)	1	94,531	S
Dosis de fertilización (C)	1	5,281	NS
A x B	1	34,031	S
A x C	1	0,281	NS
B x C	1	13,781	S
A x B x C	1	0,281	S
Error experimental	21	1,805	
C.V: (%)	16,49		

NS : No existe significancia.

S : Diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

En el Tabla 27 podemos ver la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la calidad de molienda de arroz, donde se encontró un comportamiento similar estadísticamente entre los tratamientos, T₈ (Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 de NPK), T₇ (Mallares + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 de NPK) y T₄ (Capirona + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 de NPK), pero que a su vez los tres fueron superiores estadísticamente al resto de los tratamientos en la calidad de molienda obteniendo 68,75, 68,25 y 68,00 % respectivamente. Así mismo podemos ver que fue el tratamiento T₁ (Capirona + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 de NPK) él tuvo la calidad de molienda más bajo con tal solo 61,75 %.

Tabla 27. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la calidad de molienda de los tratamientos.

Clave	Tratamientos	Calidad de molienda (%)	Sig.
T ₈ (a ₂ b ₂ c ₂)	Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 (NPK)	68,75	a
T ₇ (a ₂ b ₂ c ₁)	Mallares + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 (NPK)	68,25	a b
T ₄ (a ₁ b ₂ c ₂)	Capirona + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 (NPK)	68,00	a b
T ₆ (a ₂ b ₁ c ₂)	Mallares + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 (NPK)	67,50	b
T ₃ (a ₁ b ₂ c ₁)	Capirona + 0,25 x 0,25 m + 120-60-90 (NPK)	67,25	b
T ₂ (a ₁ b ₁ c ₂)	Capirona + 0,20 x 0,20 m + 150-80-100 (NPK)	65,50	b c
T ₅ (a ₂ b ₁ c ₁)	Mallares + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 (NPK)	64,25	c d
T ₁ (a ₁ b ₁ c ₁)	Capirona + 0,20 x 0,20 m + 120-60-90 (NPK)	61,75	d

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Después del rendimiento, la calidad del grano es el factor más importante considerado por los fitomejoradores. No obstante, la calidad en su esencia, debe ser definida principalmente por quien va consumir el producto (Tinarelli, 1989). El criterio de calidad es de vital importancia en el porcentaje de granos rotos, en su clasificación para su comercialización y la aceptación en el mercado.

Nuestros resultados obtenidos nos muestran que la interacción de los factores evaluados dentro del tratamiento T₈ (Mallares + 0,25 x 0,25 m + 150-80-100 de NPK) brindaron una mayor calidad en molienda de arroz (68,750 %) superando al tratamiento T₇ que a diferencia del tratamiento antes mencionado en esta se utilizó un formula de fertilización menor (120-60-90 de NPK), demostrando que la fertilización influye directamente en la calidad de molienda de arroz (este mismo fenómeno se ve en todos los tratamientos). Como ya

mencionamos anteriormente, la presencia de cantidades adecuadas de N determina la producción y la calidad de la misma (Rodríguez, 2006), por forma parte de la estructura molecular de las proteínas, dentro de los granos de arroz; mientras que una buena fertilización de P permite un buen desarrollo del grano por su influencia que tiene en la división celular, su participación en la síntesis de ácidos grasos brindándole mayor calidad al grano de arroz (Frye et al., 1999); y la buena disponibilidad de K aumenta el número y peso de granos, por su participación en el metabolismo de carbohidratos y activación de enzimas necesarias en la síntesis de proteínas (Williams y Goldman, 2001) también contribuye a que el porcentaje de granos partidos en la molienda se reduzca, lo que favorece el rendimiento industrial del arroz (Mejía y Menjivar, 2008).

Todos los tratamientos obtuvieron un valor superior al 65,00 %, que son aceptable para Fasanando (1999), pero que son menores a los 86 % obtenidos por Ruiz y Centeno (2007) y a los 70 % reportado por Escobar (2013), aclarando que ambos autores utilizaron otras líneas de arroz en sus trabajos de investigación.

Tabla 28. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto principal de los factores A y B para la calidad de molienda.

Factor A (Variedades)			Factor B (Distanciamiento)		
Nivel	Calidad de molienda (%)	Sig.	Nivel	Calidad de molienda (%)	Sig.
a ₂	67,19	a	b ₂	68,06	a
a ₁	65,63	b	b ₁	64,75	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

En el Tabla 28 podemos observar la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el efecto principal de los factores A (variedad de arroz) y B (densidad de siembra) en la calidad de molienda de arroz, donde se encontró para el factor A, que fue la var. Mallares (a₂) la que tuvo la mayor calidad de molienda con 67,19 %, superando estadísticamente a la var. Capiróna (a₁) que solo alcanzo 65,63 %, mientras que para el factor B, la densidad de siembra que tuvo la mayor calidad fue la que empleo el distanciamiento de 0,25 x 0,25 m (b₂) con 68,06 %.

En las Tablas 29, 30 y 31 podemos ver la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple de los factores A (variedad de arroz) B (distanciamiento) y C (dosis de fertilización), del parámetro calidad de molienda, donde para el factor A (Tabla 29) se puede observar que en el efecto simple A en b₁ (0,20 x 0,20 m) la var. Mallares (a₂) con 66,375 %

mostro ser superior estadísticamente a la var. Capirona (a_1), que solo obtuvo 63,0 %, y en el efecto simple A en c_1 (120-60-90 de NPK) y A en c_2 (150-80-100 de NPK) fue también la var. Mallares (a_2) la que mostro tener mejor porcentaje de calidad de molienda con 66,750 y 67,375 % respectivamente.

Tabla 29. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor A, en la calidad de molienda de arroz.

Efecto simple	Variedad de arroz (A)	Calidad de molienda (%)	
		Promedio	Sig.
A en b_1 (0,20 x 0,20 m)	a_2 (Mallares)	66,375	a
	a_1 (Capirona)	63,000	b
A en b_2 (0,25 x 0,25 m)	a_2 (Mallares)	67,750	a
	a_1 (Capirona)	66,375	a
A en c_1 (120-60-90 de NPK)	a_2 (Mallares)	66,750	a
	a_1 (Capirona)	65,250	b
A en c_2 (150-80-100 de NPK)	a_2 (Mallares)	67,375	a
	a_1 (Capirona)	66,250	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Para el factor B (Tabla 30), en el efectos simple B en a_1 (Capirona) y B en a_2 (Mallares) se encontró superioridad estadística del distanciamiento 0,25 x 0,25 m (b_2) con 68,500 y 67,750 % respectivamente, siendo mayor porcentaje a los obtenidos con el distanciamiento de 0,20 x 0,20 m (b_1) que obtuvo 63,000 y 66,375 % respectivamente y para los efectos simples B en c_1 (120-60-90 de NPK) y B en c_2 (150-80-100 de NPK) se encontró que el mayor porcentaje de calidad de molienda se dio con el distanciamientos de 0,25 x 0,25 m (b_2) con 68,375 y 67,875 % siendo superior estadísticamente al distanciamiento 0,20 x 0,20 m (b_1) que obtuvo 63,625 y 65,750 % respectivamente.

Tabla 30. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor B, en la calidad de molienda de arroz.

Efecto simple	Distanciamiento (B)	Calidad de molienda (%)	
		Promedio	Sig.
B en a ₁ (Capirona)	b ₂ (0,25 x 0,25 m)	68,50	a
	b ₁ (0,20 x 0,20 m)	63,00	b
B en a ₂ (Mallares)	b ₂ (0,25 x 0,25 m)	67,750	a
	b ₁ (0,20 x 0,20 m)	66,375	b
B en c ₁ (120-60-90 de NPK)	b ₂ (0,25 x 0,25 m)	68,375	a
	b ₁ (0,20 x 0,20 m)	63,625	b
B en c ₂ (150-80-100 de NPK)	b ₂ (0,25 x 0,25 m)	67,875	a
	b ₁ (0,20 x 0,20 m)	65,750	b

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Tabla 31. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el efecto simple del factor C, en la calidad de molienda de arroz.

Efecto simple	Dosis de fertilización (C)	Calidad de molienda (%)	
		Promedio	Sig.
C en a ₁ (Capirona)	c ₂ (150-80-100 de NPK)	66,250	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	65,250	b
C en a ₂ (Mallares)	c ₂ (150-80-100 de NPK)	67,375	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	66,750	a
C en b ₁ (0,20 x 0,20 m)	c ₂ (150-80-100 de NPK)	65,750	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	63,625	b
C en b ₂ (0,25 x 0,25 m)	c ₂ (150-80-100 de NPK)	67,875	a
	c ₁ (120-60-90 de NPK)	68,375	a

Tratamientos unidos con la misma letra no existe diferencia estadística significativa.

Para el factor C (Tabla 31) se puede ver que en el efecto simple C en a_1 (var. Capirona) la dosis de fertilización 150-80-100 de NPK (c_2) con 66,250 %, mostro ser el que obtuvo el mayor porcentaje, siendo superior estadísticamente a la dosis 120-60-90 de NPK (c_1) que solo obtuvo 65,250 %, y en el efecto simples C en b_1 (0,20 x 0,20 m) fue también la dosis 150-80-100 de NPK (c_2) con 65,750 % la que mostro el mayor porcentaje de calidad de molienda, siendo superior estadísticamente a la dosis 120-60-90 de NPK (c_1) que solo obtuvo 63,625 %.

V. CONCLUSIONES

1. El mayor distanciamiento de siembra, 0,25 x 0,25 m, y la dosis más elevada de fertilización, 150-80-100 de NPK, influenciaron en la obtención de las mejores características del crecimiento de la variedad Capirona mientras que a la variedad Malleres se favoreció para obtener el mejor rendimiento.
2. La variedad de arroz con mejor respuesta biométrica fue la Capirona obteniendo una altura máxima de 1,054 m, una longitud de panoja de 0,247 m, peso de 1000 granos de 26,750 g, floración en 72,060 días y una emergencia de panoja en 62,880 días; mientras que en el rendimiento la variedad Mallares mostro ser superior obteniendo 7,369 t/ha de arroz en grano.
3. El distanciamiento de 0,25 x 0,25 m mostro ser mejor en los efectos principales de las características que determinan el rendimiento, alcanzando un peso de 1000 granos de 26,750 g, una longitud de panoja de 0,255 m y un porcentaje de macollos de 82,989 %; logrando con esto un rendimiento de 7,557 t/ha.
4. La dosis de fertilización de 150-80-100 de NPK presento la mejor respuesta de los efectos principales de las características que determinan el rendimiento, alcanzando un peso de 1000 granos de 26,598 g, una longitud de panoja de 0,252 m y un porcentaje de macollamiento de 82,654 %, logrando un rendimiento final de 7,358 t/ha.
5. La interacción de la mejor variedad, Mallarares, sembrada a un distanciamiento de 0,25 x 0,25 m y fertilizada con la dosis de mejores respuestas, 150-80-100 de NPK, mostro un efecto superior en el rendimiento con 8,094 t/ha y en la calidad de molienda con 68,75 %.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Utilizar la var. Mallares sembrada a un distanciamiento de 0,25 x 0,25 m y con una dosis de fertilización de 150 - 80 -100 de NPK, fraccionada en tres partes, para obtener rendimientos de 8,094 t/ha y una calidad de molienda de 68,750 %.
2. Realizar otros trabajos donde se pueda probar fórmulas de abonamientos superiores a los 150-80-100 de NPK, en las variedades Mallares y Capirona para comprobar si existe un aumento en sus rendimientos.
3. Probar distanciamientos de siembra superiores a los 0,25 x 0,25 m y con diversas fórmulas de fertilización en las principales variedades de arroz individualmente, para determinar la combinación adecuada que permita obtener el mejor rendimiento.

VII. REFERENCIAS

- Acevedo, M.; Salazar, M.; Castrillo, Wh; Torres, O.; Reyes, E.; Navas, M.; Álvarez, R.; Moreno, O.; Torres, E. 2011. Efectos de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de granos de arroz del cultivar centauro en Venezuela. *Agronomía Tropical* 61(1): Pp. 15 – 26.
- Alcívar, S. y Mestanza, S. 2007. Manual del Cultivo de Arroz. Recomendaciones de fertilización. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP). Ecuador. 54 p.
- Andina, 2010. Presentan en Piura nuevo tipo de arroz resistente a plagas y cambios climáticos. Agencia Andina de Noticias [En línea]. Inia (www.andina.com.pe/agencia/noticia-presenta-piura-nuevo-tipo-de-tipo-arroz-resistente-a-plagas-y-cambios-climaticos-335519.aspx. documento. del 22 jun. 2017)
- Caicedo, Y. 2008. Evaluación de características agronómicas de cuatro líneas interespecíficas de arroz (*Oryza sativa* L.) comparadas con dos variedades comerciales y una nativa en el corregimiento N° 8 de Zacarías municipio de Buenaventura. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo de trópico húmedo. Universidad del Pacifico. Colombia. 94 p.
- Campos, E. 2008. Comportamiento agronómico de cuatro cultivares de arroz bajo riego en Tingo María. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 61 p.
- Cordero, A. 1993. Fertilización y nutrición mineral del arroz. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. Pp. 61 - 81.
- Dobermann, A y Fairhurst, T. 2005. Información agronómica. Manejo del nitrógeno en el arroz. Instituto de la Potasa y el Fosforo - Inpofos A.S. Ecuador. Boletín Técnico N° 58. 6 p.
- Dobermann, A y Fairhurst, T. 2005. Información agronómica. Manejo del fósforo en el arroz. Instituto de la Potasa y el Fosforo - Inpofos A.S. Ecuador. Boletín Técnico N° 58. 14 p.
- Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) 2003. Manual técnico para el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Comayagua, Honduras. Secretaria de Agricultura y Ganadería. 18 p.
- El potrero. 2014. Variedad Capirona. Arroz Capirona en Perú. [En línea]: el potrero, (http://semillaselpotrero.com/web/secciones /prod_capirona.php.pdf, documento del 22 Dic. 2014).
- El potrero. 2014. Variedad Mallares. Arroz Mallares en Perú. [En línea]: El potrero, (http://semillaselpotrero.com/web/secciones /prod_mallares.php.pdf, documento del 22 Dic. 2014).

- Escobar, I. 2013. Comportamiento agronómico y de calidad de grano de cuatro variedades tradicionales de arroz (*Oryza sativa* L.), a bajas dosis de nitrógeno en la zona de Boliche provincia del Guayas. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Ecuador. 75 p.
- Fasanando, G. 1999. Ensayo comparativo de siete variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en el sistema bajo riego en Tingo María. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 56 p.
- Frye, A.; Baquero, J.; Carvajal, J.; Villota, M. 1991. Suelos y fertilización en el cultivo del arroz en Colombia. Fedearroz - Universidad del Tolima. Colombia. Boletín técnico N° 2. 14 p.
- García, E. 2010. Rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad “Capirona” con diferentes números de plantas por golpe en tres edades de trasplante bajo riego en Tingo María. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 60 p.
- Guzmán, D. 2006. Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; cañas, guanacaste. Práctica para optar al grado de Bachillerato en Ing. en Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica: Sede Regional San Carlos, Costa Rica. Pp. 20 – 25.
- INIA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) 2005. Nuevo cultivar de arroz de grano corto. Agricultura técnica. [En línea]: Scielo, (http://scielo.cl/scielo.php?pid=S036528072005000100012&script=sci_arttext.pdf, documento 12 de Dic. del 2016).
- INTA. (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) 2009. Cultivo de arroz: Guía tecnológica para la producción de arroz (*Oryza sativa* L.). Managua, Nicaragua. Guía tecnológica N° 1. 22 p.
- Jara, E. 2001. Ensayo de rendimiento de cinco líneas y tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en sistema de trasplante bajo riego en nueva Cajamarca – Rioja. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 82 p.
- Jiménez, O.; Silva, R.; Cruz, J. 2009. Efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio Santa Rosalía, Estado Portuguesa, Venezuela. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología 27: 32 - 41.
- León, L.; Arregocés, O. 1985. Factores que afectan la respuesta a la fertilización nitrogenada de arroz. Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura (CIAT). Cali, Colombia. 250 p.

- Mejía, S. y Menjivar, J. 2008. Nutrición mineral del arroz. Producción eco-eficiente del arroz en América latina. Tomo I, capítulo 17. CIAT N° 370. Colombia. Pp. 331 – 359.
- MINAG. 2012. El Arroz: Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura (MINAG); Dirección General de Competitividad Agraria. 1era Edición. Pp. 27 – 29.
- Moquete, C. 2010. Guía técnica: El cultivo de arroz. Santo Domingo, República Dominicana. Editorial Centenario S.A. 29 p.
- Munera, V. G. y Meza, S. D. 2012. El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal. Universidad tecnológica de Pereira. Colombia. Boletín técnico s/n 59 p.
- Ospina, J. y Aldana, H. 2001. Enciclopedia agrícola. Producción agrícola del arroz. Tom 1. Terranova. Colombia. Pp. 23 -35.
- Perdomo, C. y Barboza, M. 2000. Catedra de fertilización. Nitrógeno. Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay. 80 p.
- Pérez, F. 1999. Fertilización NPK de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego mediante la técnica del elemento faltante. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 86 p.
- Pronatta. 2002. Guía técnica sobre el sistema de trasplante manual de arroz. Programa Nacional de Transferencia Tecnología Agropecuaria (PRONATTA). Boletín N° 16. Pp. 12 – 13.
- Quirós, R. y Ramírez, C. 2006. Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado. Universidad de Costa Rica. Agronomía mesoamericana 17(2): Pp. 179-188.
- Ramírez, C. 2001. Nutrición nitrogenada. In: Villalobos E. ed. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales. EUCR, Universidad de Costa Rica, San José. Pp. 203 - 224.
- Rodríguez, h.; Arteaga, L.; Cardona, R. 2002. Respuesta de las variedades de arroz Fonaiap 1 y Cimarrón a dos densidades de siembra y dos dosis de nitrógeno. Bioagro 14 (2): Pp. 105 – 112.
- Rodríguez, F. 2006. Fertilizantes: Nutrición vegetal. Limusa-México. 5ta Edición. 125 p.
- Rodríguez, J. 1999. Fertilización del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). XI Congreso Nacional Agronómico. III Congreso Nacional de Suelos. Costa Rica. Pp. 123 – 136.
- Ruiz, S. y Centeno, N. 2007. Evaluación del comportamiento agronómico de 11 líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa* L.) en el valle de Sébaco, durante la época de postrera del 2006. Tesis para optar el título de Ing. en sistema de protección agrícola y forestal. Managua, Nicaragua. 143 p.

- Soto, S. 1991. Estudio de observación de veinte variedades de USA y siete líneas promisorias nacionales en comparación con dos testigos comerciales de arroz. Managua, Nicaragua. 109 p.
- Tinarelli, A. 1989. El Arroz. Trad. Ramón Miguel Carreras Ortelis. 2da Ed. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 240 p.
- Torres, R. 2013. Evaluación agronómica de cinco variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) a dos distancias en siembra directa bajo el sistema de cultivo en seco en la comunidad de Nushino Ishpingo del cantón Arajuno, provincia de Pastaza. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba. Ecuador. 98 p.
- Trillas. 1993. Arroz. Manuales para la educación agropecuaria. Octava reimpresión. Editorial Trillas SA. México DF. México. Pp. 33 - 49.
- Vargas, P. 1993. Herbicidas y medio ambiente. Rev. Asiava – Sociedad colombiana de control de malezas y fisiología vegetal. Pp. 7 - 8.
- Vásquez, U. 2004. Evaluación del comportamiento de dos cultivares y cuatro líneas introducidas de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Tingo María. Tesis para optar título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 80 p.
- Villacrez, V. 2017. Entrevista personal. Cooperativa agraria Naranjillo Ltda. - Tingo María, Huánuco. 12 de Abril del 2017.
- Williams, J. y Goldman, S. 2001. La aplicación de potasio puede contribuir a detener las enfermedades del tallo en arroz. Universidad de California. EEUU. Boletín Técnico N° 1. 13 p.

ANEXOS

Tabla 32. ANVA para el efecto simple del % de macollos fértiles y la altura de planta.

F. de Variación	GL	Cuadrado medio			
		Macollo fértiles		Altura	Sig.
A en b ₁	1	49,241	*	0,086	*
A en b ₂	1	33,953	*	0,104	*
A en c ₁	1	7,982	NS	0,118	*
A en c ₂	1	100,376	*	0,074	*
B en a ₁	1	3,78	NS	0,001	NS
B en a ₂	1	0,568	NS	0	NS
B en c ₁	1	5,711	NS	0,002	NS
B en c ₂	1	25,886	*	0,005	NS
C en a ₁	1	2,925	NS	0,008	*
C en a ₂	1	79,275	*	0,025	*
C en b ₁	1	2,459	NS	0,005	NS
C en b ₂	1	81,825	*	0,033	*
Error experimental	21	3,025		0,014	

Tabla 33. Análisis de variancia para el efecto simple de la floración al 50 %.

F. de Variación	GL	SC	CM	Sig.
A en b ₁	1	55,125	55,125	*
A en b ₂	1	40,500	40,500	*
A en c ₁	1	50,000	50,000	*
A en c ₂	1	45,125	45,125	*
B en a ₁	1	4,500	4,500	*
B en a ₂	1	10,125	10,125	*
B en c ₁	1	12,500	12,500	*
B en c ₂	1	3,125	3,125	*
C en a ₁	1	18,000	18,000	*
C en a ₂	1	15,125	15,125	*
C en b ₁	1	10,125	10,125	*
C en b ₂	1	24,500	24,500	*
Error experimental	21	12,906	0,615	

Tabla 34. Análisis de variancia para el efecto simple de emergencia de la panoja.

F. de Variación	GL	SC	CM	Sig.
A en b ₁	1	128,000	128,000	*
A en b ₂	1	66,125	66,125	*
A en c ₁	1	105,125	105,125	*
A en c ₂	1	84,500	84,500	*
B en a ₁	1	0,125	0,125	NS
B en a ₂	1	12,500	12,500	*
B en c ₁	1	6,125	6,125	*
B en c ₂	1	2,000	2,000	NS
C en a ₁	1	91,125	91,125	*
C en a ₂	1	72,000	72,000	*
C en b ₁	1	72,000	72,000	*
C en b ₂	1	91,125	91,125	*
Error experimental	21	10,906	0,519	

Tabla 35. Análisis de variancia para el efecto simple de la longitud de la panoja.

F. de Variación	GL	SC	CM	Sig.
A en b ₁	1	5,445	5,445	*
A en b ₂	1	4,351	4,351	*
A en c ₁	1	4,205	4,205	*
A en c ₂	1	5,611	5,611	*
B en a ₁	1	0,061	0,061	NS
B en a ₂	1	0,245	0,245	NS
B en c ₁	1	0,320	0,320	NS
B en c ₂	1	0,031	0,031	NS
C en a ₁	1	1,051	1,051	*
C en a ₂	1	0,500	0,500	NS
C en b ₁	1	1,125	1,125	*
C en b ₂	1	0,451	0,451	NS
Error experimental	21	3,156	0,150	

Tabla 36. Análisis de variancia para el efecto simple del rendimiento en granos de arroz.

F. de Variación	GL	SC	CM	Sig.
A en b ₁	1	0,9255	0,9255	*
A en b ₂	1	2,4288	2,4288	*
A en c ₁	1	1,4887	1,4887	*
A en c ₂	1	1,691	1,691	*
B en a ₁	1	4,1015	4,1015	*
B en a ₂	1	6,8731	6,8731	*
B en c ₁	1	4,7361	4,7361	*
B en c ₂	1	6,104	6,104	*
C en a ₁	1	1,3332	1,3332	*
C en a ₂	1	1,525	1,525	*
C en b ₁	1	1,0974	1,0974	*
C en b ₂	1	1,8008	1,8008	*
Error experimental	21	0,81	0,03857	

Tabla 37. Análisis de variancia para el efecto simple de la calidad de molienda del arroz.

F. de Variación	GL	SC	CM	Sig.
A en b ₁	1	91,125	91,125	*
A en b ₂	1	4,500	4,500	NS
A en c ₁	1	18,000	18,000	*
A en c ₂	1	10,125	10,125	*
B en a ₁	1	242,000	242,000	*
B en a ₂	1	15,125	15,125	*
B en c ₁	1	180,500	180,500	*
B en c ₂	1	36,125	36,125	*
C en a ₁	1	8,000	8,000	*
C en a ₂	1	3,125	3,125	NS
C en b ₁	1	36,125	36,125	*
C en b ₂	1	2,000	2,000	NS
Error experimental	21	37,906	1,805	

Tabla 38. Promedios de los datos tomados para el porcentaje de macollos fértiles/m².

Tratamiento	Clave	Porcentaje de macollos fértiles/m ² (%)			
		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	82,532	81,250	82,727	81,298
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	78,095	78,323	78,000	79,670
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	78,136	80,818	76,786	78,680
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	88,473	80,887	81,365	82,250
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	81,733	81,361	78,890	79,811
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	85,714	84,872	85,075	84,287
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	82,857	81,818	83,673	80,074
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	84,700	85,455	80,392	84,906

Tabla 39. Promedios de los datos tomados para altura de planta.

Tratamiento	Clave	Altura de planta (m)			
		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	1,02	1,10	1,05	1,06
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	1,08	0,90	1,09	1,10
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	1,01	1,04	1,03	1,00
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	0,90	1,32	1,08	1,09
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	0,92	0,92	0,91	0,91
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	0,97	0,98	0,99	0,97
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	0,83	1,31	0,84	0,70
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	0,97	0,95	0,99	0,97

Tabla 40. Promedios de los datos tomados para el tiempo de la emergencia de panojas.

Tratamiento	Clave	Emergencia de panojas (días)			
		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	68,00	68,00	67,00	68,00
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	65,00	65,00	64,00	65,00
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	68,00	69,00	67,00	69,00
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	64,00	64,00	65,00	65,00
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	64,00	63,00	64,00	64,00
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	60,00	61,00	61,00	61,00
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	64,00	66,00	66,00	64,00
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	61,00	62,00	62,00	63,00

Tabla 41. Promedios de los datos tomados para los días de floración al 50 %.

Tratamiento	Clave	Días de floración al 50 %			
		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	74,00	75,00	75,00	75,00
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	74,00	74,00	73,00	73,00
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	76,00	76,00	75,00	76,00
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	74,00	76,00	73,00	73,00
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	73,00	72,00	70,00	73,00
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	71,00	71,00	70,00	72,00
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	73,00	74,00	74,00	73,00
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	72,00	72,00	71,00	72,00

Tabla 42. Promedios de los datos tomados para la longitud de panoja.

Tratamiento	Clave	Longitud de panoja (cm)			
		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	25,25	25,20	25,25	25,20
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	25,50	25,70	25,70	25,70
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	25,30	25,50	25,30	25,40
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	25,60	25,60	25,80	25,70
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	24,20	24,20	24,10	25,30
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	24,50	25,40	24,50	24,70
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	24,40	24,50	25,50	24,40
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	25,60	24,70	24,50	24,70

Tabla 43. Promedios de los datos tomados para el peso de 1000 semillas.

Tratamiento	Clave	Peso de 1000 semillas (g)			
		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	26,51	26,24	26,60	26,36
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	26,19	26,21	26,54	26,80
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	26,30	27,10	27,25	26,35
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	25,91	27,63	26,31	26,54
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	26,54	26,44	26,12	27,17
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	26,20	26,00	26,20	26,32
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	26,54	26,42	26,51	26,90
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	26,71	27,17	26,20	26,12

Tabla 44. Promedios de los datos tomados para el rendimiento en kg/ha.

Tratamiento	Clave	Rendimiento (kg/ha)			
		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	6,593	6,865	6,987	6,598
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	6,597	6,873	7,258	7,546
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	7,658	7,387	7,25	7,684
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	6,581	6,854	6,89	6,597
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	6,997	7,068	7,152	7,107
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	7,582	7,635	7,684	7,384
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	8,015	8,101	8,125	8,135
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	6,593	6,865	6,987	6,598

Tabla 45. Promedios de los datos tomados para la calidad de molienda.

Tratamiento	Clave	Calidad de molienda (%)			
		Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T ₁	a ₁ b ₁ c ₁	64,00	61,00	61,00	61,00
T ₂	a ₁ b ₁ c ₂	63,00	66,00	64,00	64,00
T ₃	a ₁ b ₂ c ₁	68,00	69,00	70,00	68,00
T ₄	a ₁ b ₂ c ₂	66,00	68,00	70,00	69,00
T ₅	a ₂ b ₁ c ₁	66,00	67,00	67,00	62,00
T ₆	a ₂ b ₁ c ₂	67,00	67,00	67,00	68,00
T ₇	a ₂ b ₂ c ₁	68,00	68,00	68,00	68,00
T ₈	a ₂ b ₂ c ₂	67,00	68,00	67,00	68,00



Figura 1. Muestreando el suelo para el análisis de suelos respectivamente.



Figura 2. Trasplantando las plántulas de arroz.



Figura 3. Parcela del tratamiento T₆.



Figura 4. Parcela del tratamiento T₃.



Figura 5. Selección de macollos fértiles por metro cuadrado.



Figura 6. Cosecha de los granos de la plantación del campo experimental.

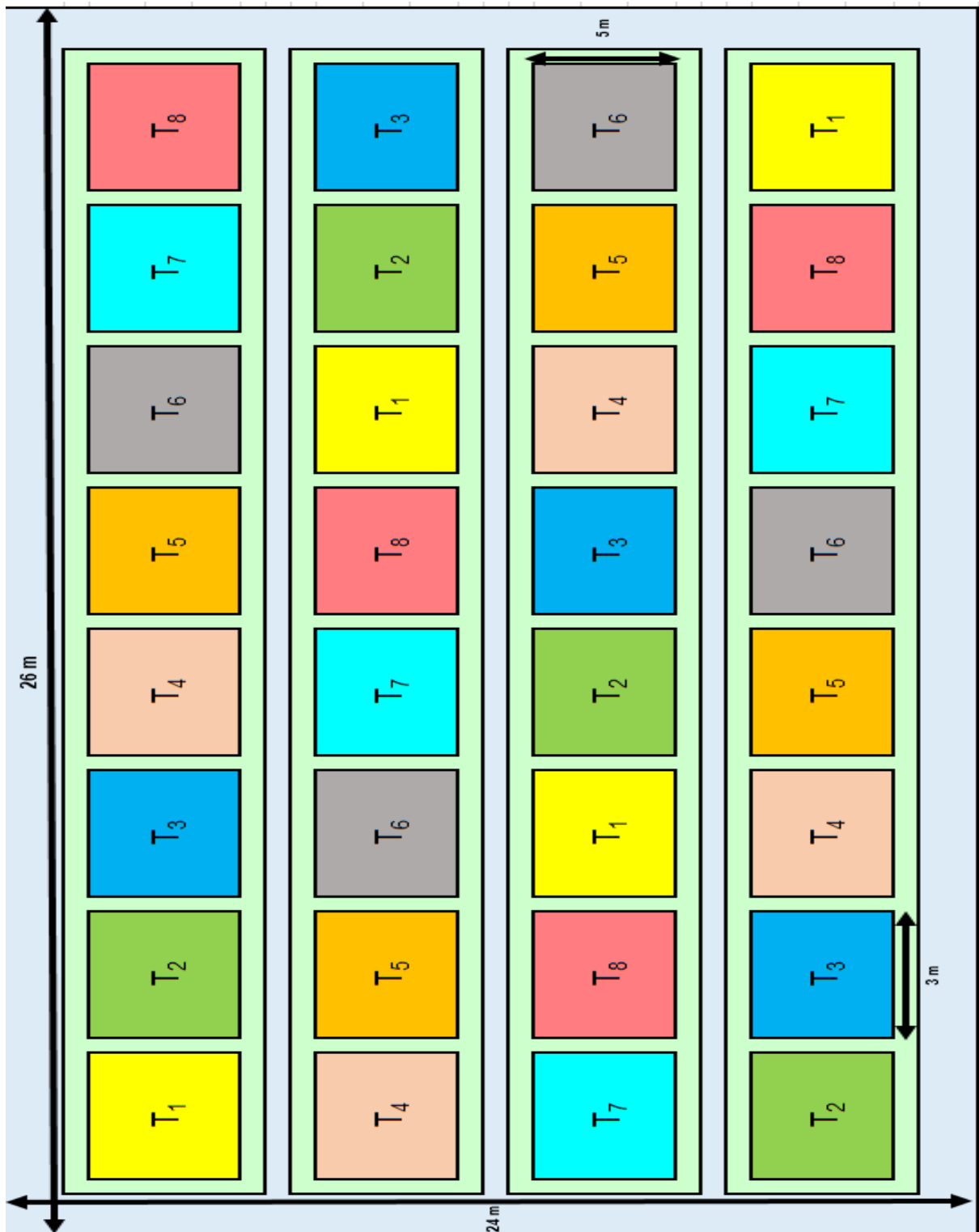


Figura 8. Croquis del campo experimental.

Leyenda:

T₁: Capirona + (0,20 x 0,20 m) + 120 - 60 - 90 (NPK) T₂: Capirona + (0,20 x 0,20 m) + 150 - 80 -100 (NPK)

T₃: Capirona + (0,25 x 0,25 m) + 120 - 60 - 90 (NPK) T₄: Capirona + (0,25 x 0,25 m) + 150 - 80 -100 (NPK)

T₅: Mallares + (0,20 x 0,20 m) + 120 - 60 - 90 (NPK) T₆: Mallares + (0,20 x 0,20 m) + 150 - 80 -100 (NPK)

T₇: Mallares + (0,25 x 0,25 m) + 120 - 60 - 90 (NPK) T₈: Mallares + (0,25 x 0,25 m) + 150 - 80 -100 (NPK)

ANÁLISIS DE SUELOS

<u>PROCEDENCIA:</u>		FUNDO DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA - UNAS						<u>SOLICITANTE:</u>						VIVIANA RUIZ TORRES						
N° COG. LAB	DATOS DE LA MUESTRA	ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg									
		arena	arcilla	limo							Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
SECTOR	CULTIVO	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%										
1	M02678	ARROZ	26.24	17.4	56.36	5.00	1.52	0.07	11.95	93.54	---	4.15	0.85	--	2.05	0.16	0.01	62.43	37.57	35.57

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO N° 0488187
 FECHA : 30/12/2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB ANALISIS DE SUELOS
 M.Sc. Mgsc. Miguel Huauya Rojas
 J E F E

Figura 9. Análisis de suelo de la parcela de arroz.