

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“EFECTO DE CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO, EN
TRES DENSIDADES DE SIEMBRA DIRECTA AL VOLEO
DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) Cv INIA 507
LA CONQUISTA, BAJO RIEGO EN LA PROVINCIA DE
TOCACHE SAN MARTÍN”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

JHEN JHEYSON FLORES PONTE

TINGO MARÍA – PERU

2017

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar al término de la carrera anhelada.

A mis queridos padres Leandro J. Flores Baca y Martina Ponte Valdez que con su apoyo moral, dedicación invaluable y sacrificio, hicieron posible la culminación de mi formación profesional.

A mis queridos hermanos Luke, Gianmarco y Edy Margarita, con el cariño y gratitud de siempre; y Marcos F.Z. Q.E.P.D que me ilumina desde el cielo.

A mis abuelas Adalberta Valdez y Margarita Baca; a mis tíos Moisés y Heiser por brindarme su apoyo moral.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva mi Alma Mater, en especial a la Facultad de Agronomía, que contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, patrocinador del presente trabajo por su valiosa orientación y oportuna colaboración.
- A los miembros del jurado de tesis, Ing. M.Sc. Fausto Silva Cárdenas, Ing. Jorge Cerón Chávez, Ing. M.Sc. Hugo Huamani Yupanqui por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. M.Sc. Fernando Gonzáles Huiman por sus consejos y sugerencias del presente trabajo de investigación.
- Al personal del Fundo La Victoria- Tocache por las facilidades brindadas.
- A mis amigos Erick Martínez Mendieta, Alex Hidalgo Gámez, Edwin Villacorta Reátegui, Renzo Fernández Acosta, Diego Yosimar Carranza Calisaya, Kim Santos Espinoza y Ray Merino Rodríguez, que de una u otra forma brindaron su apoyo para la culminación del presente trabajo de investigación.
- A la señorita Cristina Laos, que de una u otra forma me apoyó y a otras personas que aportaron para la culminación del presente trabajo de investigación, gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	13
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Origen del arroz	15
2.2. Importancia del arroz	15
2.3. Clasificación taxonómica	16
2.4. Requerimientos edafoclimáticos	16
2.5. Composición nutricional del arroz	18
2.6. Sistema de producción	19
2.7. Variedades de arroz	20
2.8. Fases de desarrollo del cultivo	22
2.9. Fenología del cultivo de arroz.....	22
2.10. Manejo del cultivo de arroz.....	24
2.11. Fertilización del cultivo de arroz.....	28
2.12. Rol fisiológico del nitrógeno en la planta de arroz.....	29
2.13. Propiedad del nitrógeno en el suelo.....	30
2.14. Fertilizantes a emplear en la investigación.....	31
2.15. Descripción de la variedad.....	32
2.16. Trabajos realizados en la fertilización en el cultivo de arroz.....	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1. Ubicación del campo experimental.....	36
3.2. Datos meteorológicos.....	36

3.3. Análisis físico – químico del suelo experimental.....	37
3.4. Diseño experimental.....	38
3.5. Componentes en estudio.....	39
3.6. Tratamientos en estudios.....	39
3.7. Modelo estadístico.....	40
3.8. Esquema del análisis de variancia.....	41
3.9. Características del campo experimental.....	41
3.10. Ejecución del experimento.....	42
3.10.1. Preparación del terreno.....	42
3.10.2. Germinación de la semilla.....	42
3.10.3. Voleo de la semilla.....	43
3.10.4. Riego.....	43
3.10.5. Fertilización.....	44
3.10.6. Control de malezas.....	47
3.10.7. Control fitosanitario.....	47
3.10.8. Cosecha.....	47
3.10.9. Trillado, secado y pesado.....	48
3.11. Características a evaluar y metodología.....	48
3.11.1. Altura de la planta	48
3.11.2. Volumen de la raíz.....	48
3.11.3. Número de macollos golpe ⁻¹	49
3.11.4. Número de panojas metro ⁻²	49
3.11.5. Número de espiguilla fértiles planta ¹	49
3.11.6. Tamaño de espiga	49

3.11.7. Peso seco de 1000 granos en gramos.....	50
3.11.8. Rendimiento de arroz en cascara.....	50
3.11.9. Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	51
4.1. Altura de la planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo de la semilla de arroz.....	51
4.2. Volumen de la raiz a los 25, 75 y 125 días después del voleo.....	57
4.3. Número de macollo golpe ⁻¹ a los 25, 75 y 125 días después del voleo.....	61
4.4. Número de panojas metro ⁻²	68
4.5. Número de espiguillas fértiles panoja ⁻¹	71
4.6. Longitud de panoja.....	75
4.7. Peso de 1000 granos en gramos.....	79
4.8. Rendimiento de arroz en cáscara.....	83
4.9. Análisis económico de los tratamientos en el voleo de arroz.....	88
V. CONCLUSIONES.....	90
VI. RECOMENDACIONES.....	91
VII. RESUMEN.....	92
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	94
IX. ANEXO.....	100

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Composición nutricional del arroz blanco por 100 g de muestra.....	18
2. Principales variedades de arroz cultivadas en la Selva Alta.....	21
3. Especies de malezas más importantes del cultivo de arroz en el Perú.....	27
4. Especies de plagas más importantes del cultivo de arroz en el Perú.....	27
5. Especies de malezas más importantes del cultivo de arroz en el Perú.....	28
6. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del trabajo de investigación (marzo - agosto 2014).....	37
7. Análisis físico – químico del suelo experimental.....	38
8. Descripción de los tratamientos.....	39
9. Esquema del análisis de variancia (ANVA).....	41
10. Dosis de fertilizantes por parcela y momentos de aplicación.....	46
11. Análisis de variancia para altura de planta a los 25, 75 y 125 días, de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.....	52
12. Análisis de variancia de efectos simples para la altura de planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo.....	53

13. Análisis de variancia para el volumen de planta a los 25, 75 y 125 días, de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.....	58
14. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$), para el efecto principal de densidad de siembra (A) en el volumen de la raíz a los 25 y 75 días.....	59
15. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de densidad de siembra (A) y niveles de fertilización nitrogenada (B) en el volumen de la raíz a los 125 días.....	59
16. Análisis de variancia para número de macollos a los 25, 75 y 125 días, de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.....	62
17. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de densidad de siembra (A) en número de macollo golpe ⁻¹ a los 25 días.....	63
18. Análisis de variancia de efectos simples para el número de macollo golpe ⁻¹ a los 75 y 125 días después del voleo.....	64
19. Análisis de variancia para el número de panojas metro ⁻² de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.....	69

20. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de niveles de fertilización nitrogenada (B) en el número de panojas metro ⁻²	70
21. Análisis de variancia para el número de espiguillas fértiles panoja ⁻¹ de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.....	72
22. Análisis de variancia de efectos simples para el número de espiguillas fértiles panoja ⁻¹ de arroz.....	73
23. Análisis de variancia para la longitud de panoja (cm), de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.....	76
24. Análisis de variancia de efectos simples para la longitud de panoja después del voleo de arroz.....	77
25. Análisis de variancia para el peso de 1000 granos en gramos de tres densidades de siembras en diferentes niveles de fertilización nitrogenada.....	80
26. Análisis de variancia de efectos simples para el peso de 1000 granos en gramos del voleo de arroz.....	81
27. Análisis de variancia del rendimiento de arroz en cáscara kg ha ⁻¹ , de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.....	84

28. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de densidad de siembra (A) y niveles de fertilización nitrogenada (B) para el rendimiento de arroz en cáscara en kg ha^{-1}	85
29. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de los tratamientos en el rendimiento de arroz en cascara	87
30. Análisis económico del cultivo de arroz sometido a experimento.....	89
31. Análisis económico del cultivo de arroz (Trasplante), según Hacienda el Potrero (2009).....	89
32. Datos originales de las características en estudio.....	104

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en la altura de arroz a los 25 días después del voleo.....	54
2. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en la altura de arroz a los 75 días después del voleo.....	54
3. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en la altura de arroz a los 125 días después del voleo.....	55
4. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en el número de macollos/golpe a los 75 días después del voleo.....	65
5. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en número de macollos golpe ⁻¹ a los 125 días después del voleo.....	65
6. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en el número de espiguillas fértiles panoja ⁻¹ de arroz.....	73



7. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en la longitud de panoja.....	77
8. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en el peso de 1000 granos.....	82
9. Parcela de investigación, con incidencia de malezas.....	101
10. Aplicación del herbicida post emergente Nomine (<i>Bispyribac sodium</i>) para el control de malezas.....	101
11. Parcela de investigación libre de malezas después de la aplicación del herbicida.....	102
12. Primera evaluación altura y volumen de la planta a los 25 días después del voleo.....	102
13. Primera aplicación de fertilizante (urea, super fosfato triple y cloruro de potasio).....	103
14. Parcela de investigación a los 75 días después del voleo.....	103
15. Evaluación altura y volumen de arroz a los 75 días después del voleo.....	104
16. Parcela de investigación en fase de espigado y/o maduración a los 105 días después de la siembra.....	104

17. Visita del Ing. M.Sc. Hugo Humani Yupanqui para supervisar la tesis.....	105
18. Visita del Ing. Carlos Miguel Miranda Armas (asesor de tesis) en la supervisión de la tesis.....	105
19. Croquis del campo experimental.....	108
20. Croquis de la parcela experimental.....	109

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es un cultivo de gran importancia alimenticia en nuestro país; se encuentra bastante difundido en nuestro medio, siendo mayor la explotación en las regiones de la costa y selva, ya sea bajo los sistemas de riego y secano favorecido.

En la región de la selva se presentan serios inconvenientes para obtener rendimientos económicos, aun cuando sus condiciones medio ambientales son favorables para su producción.

En líneas generales dentro de los problemas que se pueden encontrar en la producción de arroz en la zona de la selva, se tiene el poco uso de fertilizantes o inadecuado empleo de ellos, así como sus dosis óptimas para la aplicación en una siembra novedosa que se está realizando últimamente en la selva “siembra directa al voleo” que depende de sus características como: del suelo, clima y medio ambiente.

En la actualidad en la zona del Alto Huallaga se viene ejecutando el sistema de siembra directa al voleo ya que ayuda al agricultor a ahorrar tiempo y dinero, en algunas labores agronómicas en las cuales el agricultor obvia algunos gastos como preparación de terreno para almacigo. Muchos productores optan por esta técnica por que reducen los costos de inversión por falta de mano de obra especializada para la producción del cultivo.

Por esta razón se plantea el presente trabajo de investigación tratando de colaborar a la solución de esto, cuyos objetivos son los siguientes:

Objetivo general:

1. Evaluar el mejor nivel de nitrógeno y la mejor densidad de siembra directa al voleo en el rendimiento y análisis económico del arroz Cv. INIA 507 La Conquista, bajo riego.

Objetivos específicos

1. Determinar el mejor nivel de nitrógeno en la siembra directa al voleo para obtener el mayor rendimiento de arroz Cv. INIA 507 La Conquista, bajo riego.
2. Determinar la mejor densidad de siembra directa al voleo en el rendimiento en el cultivo de arroz Cv. INIA 507 La Conquista, bajo riego.
3. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del arroz

Hay varias versiones sobre el origen de la primera cosecha de arroz, sin embargo, entre los historiadores, la más popular designa a China como el primer país que desarrolló el cultivo de este cereal, si bien reconoció que fué en la India donde se descubrió por primera vez en su forma silvestre.

Se inició en China, en los valles fértiles del río Huang Ho y del Yang-Tse Kiang, antes del siglo XV A.C. Ahora se sabe que el arroz se cultiva en Hunan desde los años 8200-7800 A.C, gracias a los resultados del análisis con carbono 14 que realizaron en un grano de arroz en cuencos descubiertos en las excavaciones situadas en Pengtou Xiang. Incluso antes de que hubieran encontrado evidencias de arroz antes de 6000 A.C en la provincia de Zhejiang, cerca de Hangzho (GONZÁLES, 2010).

2.2 Importancia del arroz

CIAT (1981), reporta que el arroz es el cereal que más se consume en el mundo después del trigo. A más de la población mundial les proporciona más del 50 % de las calorías de su alimentación. Ocupa un lugar tan importante en Asia que llega incluso a tener repercusiones en el idioma y las creencias locales. En varias lenguas oficiales y dialectos locales, la palabra comer significa comer arroz. Finalmente en la semántica oriental, las palabras arroz y comida son a veces equivalentes.

2.3 Clasificación taxonómica

Según VALLADARES (2010), la clasificación sistemática del arroz, es como sigue:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Sub – Clase	: Commelinidae
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Sub Familia	: Ehrhartoidea
Tribu	: Oryzeae
Género	: <i>Oryza</i>
Especie	: <i>sativa</i>
Nombre científico	: <i>Oryza sativa</i> L.

2.4 Requerimientos edafoclimáticos

a. Clima

VERGARA (1983), indica que el arroz es un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en regiones húmedas de los sub trópicos y en climas templados. El cultivo se extiende desde los 49 – 50° de latitud norte a los 35 °C de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500 m de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo.

b. Temperatura

VERGARA (1983), manifiesta que el arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 a 35 °C, por encima de los 40 °C no se produce la germinación; el crecimiento de tallo, hojas y raíces requieren un mínimo de 7 °C, considerando la temperatura óptima en los 23 °C, con temperaturas superiores a esta, las plantas crecen más rápidamente pero los tejidos se hacen demasiados blandos, siendo más susceptible a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días.

c. Suelo

VERGARA (1983), manifiesta que el cultivo de arroz tiene un lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por lo tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes.

d. Radiación solar

ANGLADETTE (1969), el alto rendimiento del arroz está correlacionado positivamente con la radiación solar, especialmente durante los 30 últimos días del crecimiento de la planta de los trópicos y probablemente de 5 a 60 días los arrozales sembrados en climas templados y de mayor producción de maduración.

En las zonas de la selva hay una mejor intensidad de radiación solar por la frecuencia de lluvia y nubosidad. El sombreamiento durante el estado vegetativo afecta ligeramente en el rendimiento y sus componentes.

2.5 Composición nutricional del arroz

BOLETIN DE ARROZ (2007), informa que en muchas regiones del mundo, el arroz es el componente más importante del régimen alimentario humano, de manera que esa ración diaria de arroz sea segura y de calidad aceptable para el consumidor. En el Cuadro 1, su composición nutricional del arroz blanco.

Cuadro 1. Composición nutricional del arroz blanco por 100 g de muestra.

Composición	Cantidad
Agua (%)	12,00
Proteínas (g)	6,20
Grasa (g)	0,80
Carbohidratos (g)	76,90
Fibra (g)	0,30
Cenizas (g)	0,60
Calcio (mg)	6,00
Fósforo (mg)	150
Hierro (mg)	0,40
Sodio (mg)	2,00
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0,09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0,003
Niacina (Acida nicotínico) (mg)	1,40
Calorías	351

Fuente: INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) 2005.

2.6 Sistemas de producción

MIRANDA (2009), menciona que en nuestra selva y especialmente en la provincia de Leoncio Prado y otras zonas arroceras que cuentan con las condiciones apropiadas para el cultivo de arroz, este se lleva a cabo a tres sistemas: bajo riego, riego tradicional y seco favorecido.

a. Arroz bajo riego

Es denominado sistema técnico y por lo tanto utiliza alta tecnología, requiere de terrenos planos, bien nivelados, fértiles, con pH óptimo, con una fuente segura de agua, sea de un río o agua de quebradas, previa confección de represas o envases. Este sistema utiliza maquinaria agrícola, variedades de arroz mejoradas y semillas certificadas, el terreno es preparado en pozas o melgas con una infraestructura de riego (principal y secundario), así como los caminos respectivos. La producción por hectárea fluctúa de 3000 – 5000 kg¹ como promedio nacional.

GONZÁLES (2010), considera que en este sistema la pérdida de nutrientes es mayor por la desnitrificación que sufren los nitratos en condiciones de inundación y se presume que se pierde hasta un 80% de nitrógeno en la forma de amoníaco y un 70 % cuando el terreno está en barro.

b. Arroz de seco Tradicional

Este sistema emplea la tecnología tradicional, las siembras se realizan en suelos de bosques, en zonas remotas de frontera agrícola y en extensiones promedio de una hectárea, se emplean variedades tradicionales, carencia de

tecnología e insumos utilizados. La producción por hectárea fluctúa entre 1500 – 1800 kg ha⁻¹.

Según GONZÁLES (2010), este sistema está favorecido por la constante aireación de los estratos del suelo, por la constante dinámica de la materia orgánica y los microorganismos que permite una pérdida menor a la que ocurre en el sistema bajo riego, la pérdida de nitrógeno es de un 30 % en forma de amoníaco.

c. Arroz de secano favorecido

Este sistema emplea tecnología semi técnica entre el cultivo de secano y el irrigado, emplea variedades altas de largo periodo vegetativo, siembra directa (tacarpo al voleo) y trasplante que son de extensiones pequeñas. Su principal limitación es la falta de control de agua. Actualmente se utilizan las variedades semi enanos de ciclo corto y mayor potencial productivo, también se puede mecanizar el terreno, emplear insumos semillas mejoradas, manejar el agua de lluvia, la producción por hectárea fluctúa de 1800 – 3000 kg ha⁻¹ como promedio nacional.

2.7 Variedades de arroz

Actualmente se mencionan 28 especies del género *Oryza* y dentro de esta gran cantidad de especies, solo *Oryza sativa* y *Oryza glaberrima* son reconocidas como especies cultivadas en el mundo TINARELLI (1989).

INIA (2005), presento el resultado de sus trabajos que se muestran en el Cuadro 2, sobre las principales variedades que se siembra en Selva Alta del Perú.

Cuadro 2. Principales variedades de arroz cultivadas en Selva Alta.

Características	Capirona	Huallaga	Alto Mayo	La Conquista
Origen	INIA-PIA Perú	CIAT- Colombia	CIAT- Colombia	INIA- PIA Perú
Progenitor	1766-4-B20-1B/5685/1	CT 8008- AM-8-2-1	P4519-F3-AM-5-2-1M	PNA 2394-F2-4-EP6-6-AM-VC1
Año de liberación	1995	1995	1998	2005
Adaptación	Bajo Mayo Huallaga Central	Huallaga Central	Bajo Mayo, Alto Mayo	Bajo Mayo, Huallaga Central
Altura (cm)	110 -115	130	85 - 95	110
Precocidad	Semi precoz	Semi precoz	Precoz	Precoz
Periodo veget. (días)	155 – 160	155 – 161	145- 150	130 - 134
Resp. la fertilización	Alta	Alta	Media	Alta
Rendi. (t/ha)	10	8,00 – 8,50	7,50	9.6
Resist. al tumbado	Tolerante	Resistencia	Mod. Resistencia	Susceptible
Resist. al desgrane	Intermedio	Intermedio	Intermedia	Intermedio
Resist. al quemado	Susceptible	Resistente	Resistente	Resistente
Resist. Mca minadora	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible
Resistencia a hoja	Susceptible	Susceptible	Resistente
Rdto de pila (%)	71	72	72,13	74
Grano entero (%)	60	61,60	62,93	64
Grano quebrado	11	10,80	9,20	10
Peso 1000 granos (g)	28	30	27	28
Grano cáscara: (mm)				
Largo	9,60	8	...	8.1
Ancho	2,40	3	...	2.89
Grano pilado: (mm)				
Largo	8	7	7.5	7.83
Ancho	2,30	2,5	2,5	2.11
Calidad culinaria	Regular	Regular	Regular	Regular

Fuente: Elaboración propia, obtenida de los boletines de arroz en el Perú (INIA, CIAT)

2.8 Fases de desarrollo del cultivo

ANGLADETTE (1969), indica que el crecimiento del cultivo de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende, un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano. Este crecimiento muestra un patrón continuo en el tiempo, que puede variar ligeramente dependiendo de características genéticas de la planta o influencia del ambiente. El ciclo de vida del arroz generalmente comprende en un rango de 100 a 210 días, con la moda entre 110 a 150 días, variedades con ciclos de 150 a 210 días son usualmente sensibles al fotoperiodo. El crecimiento de la planta de arroz comprende tres fases:

Fase vegetativa: de la germinación de la semilla, a la iniciación de la panoja.

Fase reproductiva: de la iniciación del panojado, a la floración.

Fase maduración: de la floración a la maduración total.

2.9 Fenología del cultivo de arroz

TINARELLI (1989), manifiesta que las etapas de desarrollo de la planta son fácilmente identificables, marcan cambios fisiológicos y morfológicos de gran importancia en la vida de la planta, siendo estas las siguientes:

a. Etapa 0. Germinación o emergencia

Comprende desde la siembra a la aparición de la hoja llamada coleóptilo, puede demorar entre 5 y 10 días.

b. Etapa 1. Plántula

Comprende de la emergencia hasta antes de aparecer el primer macollo, emergen cuatro hojas y la primera hoja muere al doceavo.

c. Etapa 2. Macollamiento

De la aparición del primer hijo hasta cuando la planta alcance el máximo número de. Esta etapa es la más larga y tardosa de 45 a 50 días para variedades tempranas (105 días).

d. Etapa 3. Elongación del tallo

Desde el momento que el cuarto entrenudo del tallo principal por debajo de la inflorescencia, esta elongación coincide con el desarrollo de la inflorescencia.

e. Etapa 4. Iniciación del panojado

La diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento inicia el primordio de la panoja y marca el final de la fase vegetativa y el comienzo de la fase reproductiva.

f. Etapa 5. Desarrollo de la panoja

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

g. Etapa 6. Floración

La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la etapa de la floración y es seguido por la antesis de las flores en el tercio superior de la panícula, esto es notado por la salida de las anteras de aparición blanquecina.

h. Etapa 7. Etapa lechosa

Después de la fertilización de las flores, los carbohidratos almacenados son traslocados rápidamente de los tallos y otras partes de la planta, muchas más son fotosintetizadas y se mueven rápidamente para llenar el grano con un líquido lechoso.

i. Etapa 8. Etapa pastosa

La consistencia del grano cambia primero a pastosa y luego se endurece en cerca de quince días, el color cambia a verdoso amarillento. La panícula dobla su punta en arco de 180°; la hoja se marchita y solo dos permanecen en cada macollo.

j. Etapa 9. Etapa de maduración

A los 30 días después de la floración, los granos alcanzan el estado de madurez en trópico cálido, en áreas más frescas el proceso se retarda con ganancia en el llenado y peso de los granos. La planta entera esta fisiológicamente madura cuando el 90 % de los granos han madurado y muestran un color amarillo pajizo.

2.10 Manejo del cultivo de arroz

2.10.1 Preparación del terreno

El suelo además de ser el soporte físico de la planta de arroz, es el sustrato que provee los nutrientes durante su respectivo crecimiento y desarrollo del cultivo. Aunque también, es en el suelo donde se desarrollan otros factores adversos al cultivo, como las malezas, insectos, hongos, bacterias y otros. Teniendo esto en claro, entonces el objetivo principal de la preparación de tierras

son entre otros; destruir las malezas presentes, incorporar la materia orgánica en el suelo (como residuos de la cosecha anterior y de las malezas) y contribuir a mejorar la estructura (mullir o reducir el tamaño de los terrones) en la capa arable, a fin de que la semilla sea colocada en un medio apropiado para la respectiva germinación en el suelo (LAINEZ, 2003).

La preparación del terreno en húmedo es más laboriosa que la que se realiza en seco, su costo y uso justifica ya que con ellas es posible el control de malezas, que disminuyen el valor del producto. Un inconveniente en su utilización es que en zonas cálidas, donde el agua es un factor limitante es difícil disponer de los volúmenes de agua necesarios para inundar y fanguear (Díaz, 1989, citado por GUZMÁN, 2006).

2.10.2 Nivelación de terreno

Las técnicas de nivelación de los lotes destinados para la siembra bajo riego implican inicialmente altos costos, pero se amortizan rápidamente con las ventajas que se obtienen si el trabajo se ejecuta con cuidado (Fernández 1980 citado por GUZMAN, 2006)

2.10.3 Fangueo

En condiciones húmedas es difícil afinar el terreno con el uso de las rastras, se hace necesario utilizar implementos de sencilla construcción como son el rolo y la ruedas fangueadoras, además de un rolo pequeño que traslapa tras el tractor. Luego de que se concluye la labor queda en el bancal un charco o fango (Fernández 1980 citado por GUZMAN, 2006).

2.10.4 Siembra

a. Siembra directa

Puede realizarse en terreno seco o en terreno húmedo (con semilla pre germinada) presenta la ventaja de tener un menor costo de mano de obra al no realizar el trasplante pero a su vez tiene inconveniente de ser más susceptible al efecto de competencia por parte de las malezas (MISTI, 2008).

b. Trasplante

Se realiza una siembra previa en pequeñas áreas llamadas almácigos donde se desarrollan las plántulas hasta alcanzar un tamaño adecuado que permita trasplantarlo al campo definitivo, la dosis de semilla varía entre 120 a 150 g m⁻². El suelo destinado debe presentar una buena fertilidad sin problemas de sales o drenaje, un tamaño adecuado de las pozas de almacigo es de 6 x 30 m, para facilitar las labores culturales (MISTI, 2008).

2.10.5 Manejo de agua

La profundidad óptima del agua es difícil de definir. En gran parte depende del grado que se tenga el agua y del estado de nivelación del campo (Fernández 1980 citado por GUZMAN, 2006).

2.10.6 Algunas malezas, plagas y enfermedades presentes en el cultivo de arroz en el Perú

En cuanto a las malezas se reportó la presencia de las siguientes malezas: coquito (*Cyperus difformis*), moco de pavo (*Echinochloa crusgalli*), rabo de zorro (*Leptochloa uninervia*), oreja de ratón (*Heteranthera reniformis*) y verdolaga de agua (*Ammannia latifolia*).

Para su control se utilizó un herbicida post emergente Nomine (Bispyribac sodium) a razón de 30 ml mochila⁻¹, la aplicación se realizó a los 20 días después del voleo fase de germinación, aplicándose 1 mochilada a motor en todo el área de la parcela agrícola y luego seguidamente las labores de deshierbo 20 días de cada mes hasta antes de la floración.

Según BAYER CROPSCIENCE (2012), Nomine es un moderno herbicida sistémico post emergente temprano (malezas de tres a cuatro hojas) para el control de malezas anuales en el cultivo de arroz, en almacigo, siembra directa y trasplante (desmanche).

Cuadro 3. Especies de malezas más importantes del cultivo de arroz en el Perú

Nombre común	Nombre Científico	Familia
Coquito	<i>Cyperus difformis</i>	Cyperaceae
Moco de pavo	<i>Echinochloa crusgalli</i>	Graminae
Rabo de zorro	<i>Leptochloa uninervia</i>	Graminae
Mazorquilla	<i>Ishaermum rugosum</i>	Graminae
Oreja de ratón	<i>Heteranthera reniformis</i>	Pontederiaceae
Verdolaga de agua	<i>Ammannia latifolia</i>	Lytraceae
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae

Fuente: VÉLEZ (1982)

En cuanto a plagas se reportó las siguientes:

a. **Sogata** (*Sogatodes orizicola* Muir.) cigarrita de la familia Delphacidae, de gran importancia dentro del cultivo, puesto que es capaz de afectar drásticamente los rendimientos, como consecuencia del daño mecánico o vector de la enfermedad virosica de la hoja blanca.

b. **Mosca minadora** (*Hydrellia wirthi* Korytowski) plaga importante de la familia Ephydriidae, generalmente los daños más notorios se da en los primeros 20 a 30 días después de la germinación de la semilla, realiza minas en la parte superior, media o inferior de las hojas emergidas.

Para su control se utilizó el insecticida Lesenta (Deltametrina), a razón 10 gramos/mochila, la aplicación se realizó a los 15 días después del voleo fase de crecimiento y a los 75 días fase de floración, aplicándose tres mochilas en toda el área de la parcela.

Según BAYER CROPS SCIENCE (2012), menciona que Lesenta es un insecticida nuevo altamente efectivo que proporciona un prolongado tiempo de protección al cultivo especialmente para el control de Sogata e *Hydrellia* en arroz.

Según PEÑA (1975), la utilización de densidades apropiadas de semillas, secas periódicas, buen manejo de agua y abonamiento adecuado son factores que contribuyen a disminuir el problema de Sogata e *Hydrellia*. Como también el uso excesivo de dosis de abonos no elimina la hoja blanca solo enmascara el daño, el uso adecuado de nitrógeno (150 kg N ha^{-1}), es la medida

cultural apropiada para el control de la mosca minadora permitiendo un mejor desarrollo de las plántulas.

Cuadro 4. Especies de plagas más importantes del cultivo de arroz en el Perú

Nombre común	Nombre Científico	Familia
Sogata	<i>Sogatodes orizicola</i> Muir	Cicadellidae
Mosca minadora	<i>Hydrella wirthi</i> Korytowski	Ephydridae
Gusano del follaje	<i>Spodoptera frugiperda</i> S.	Noctuidae
Queresa harinosa	<i>Orthezia graminis</i> Tinaley	Ortheziidae

Fuente: PEÑA (1975)

En cuanto a enfermedades se reportó las siguientes:

a. **Quemado del arroz** (*Pyricularia oryzae*) esta enfermedad se manifiesta en estado de plántula y en estado de panoja; en el estado de plántula se manifiesta en las hojas como pequeñas puntos marrones de 0.5 – 1 mm de diámetro, que al evolucionar la infección se torna en manchas redondeadas necróticas de 1 – 2 mm con un centro gris verdoso rodeado de un halo marrón rojizo bastante fino.

En el estado de panoja se muestra generalmente en la base de la panoja o nudo ciliar, puede presentarse también en partes del pedúnculo central, lesiones como pequeñas manchas difusas y aisladas de color marrón claro aproximadamente 1 - 2 mm de largo, acentuándose la coloración a marrón rojiza, aumentando de tamaño.

Esta descripción general de síntomas foliares presentan algunas variaciones ligeras en el tamaño, forma y color que dependen de las condiciones ecológicas o de la reacción característica de la variedad (SÁNCHEZ, 1969 y CASTAÑO, 1973).

Numerosos experimentos y observaciones han mostrado que altas dosis de nitrógeno incrementan la incidencia y severidad del quemado, particularmente cuando existen condiciones climáticas que favorecen (alta humedad, baja temperatura) su desarrollo.

El efecto del nitrógeno es mayor cuando los fertilizantes de rápida acción como el sulfato de amonio es aplicado en una sola dosis, en zonas endémicas se recomiendan efectuar la aplicación en forma fraccionada. (SAKAMOTO, 1970 y OU, 1972).

Según INIA (2005), la variedad La Conquista es una variedad resistente a la Pyricularia.

b. Mancha Carmelita (*Bypolaris oryzae*).- es un hongo que puede incidir en cualquier época del crecimiento de la planta, afecta principalmente a las hojas y semillas, pero también puede incidir en el coleóptilo, vainas foliares, ramificaciones de la panoja y tallo. En condiciones favorables puede causar pérdidas directamente en el rendimiento o afectar notoriamente la calidad del grano.

Según OU (1972) la mancha carmelita se presenta cuando existe deficiencia de nitrógeno en los estados posteriores del arroz o cuando existe exceso de fosforo.

Para su control se utilizó dos tipos de fungicidas Antracol (Ditiocarbamato), a razón de 100 g mochila⁻¹ y Nativo (Trifloxistrobin + Tebuconazole), a razón de 2 g mochila⁻¹; la aplicación se realizó a los 15 días después del voleo fase de crecimiento y a los 75 días fase de floración, aplicándose 3 mochilas todo el área de la parcela

Según BAYER CROPSCIENCE (2012), el Antracol fungicida preventivo que contiene zinc (mejora la calidad de las cosechas), y Nativo es fungicida preventivo curativo con actividad mesostémica y sistémica sobre el cultivo. Control contundente de oídium y manchas foliares.

Según PEÑA (1975), el empleo de variedades resistentes es posiblemente la medida de control más recomendable, sin embargo algunas otras formas pueden ayudar a disminuir la incidencia, entre ellos tenemos: rotación de cultivo con especies, fertilización apropiada del campo y manejo adecuado del agua de riego.

Cuadro 5. Especies de enfermedades más importantes del cultivo de arroz en el Perú

Nombre común	Nombre Científico	Familia
Mancha carmelita	<i>Bypolaris oryzae</i>	Leosporaceae
Pudrición de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	Agonomycetaceae
Pudrición del tallo	<i>Leptosphaeria salvinii</i>	Sphaeriaceae
Tizón bacteriano	<i>Xanthomonas oryzae</i>	Xanthomonadaceae
VHB	<i>Virus de la hoja blanca</i>	Tyralidae

Fuente: OLAYA (1982)

2.11 Fertilización del cultivo de arroz

El desarrollo y rendimiento alcanzado por una planta están determinados por la influencia conjunta de factores genéticos, ecológicos y fisiológicos. Dentro de los factores fisiológicos que influyen directa o indirecta en el desarrollo en el crecimiento está particularmente la absorción de nutrientes.

Los antecedentes que se obtienen en cultivo de arroz mediante la utilización de variedades mejoradas, implica una elevada extracción de nutrientes.

El promedio de nutrientes removidos para obtener una producción de 3.1 t/ha de grano y paja en Málaga, son de 74.5 kg N, 11.2 kg P₂O₅ y 78.5 kg K₂O (MINGUIILLO, 1981).

Según MEJIA (1984), la extracción de nutrientes por el cultivo de arroz para obtener 1 t de grano y paja en selva son de 22 kg N, 6 kg P₂O₅ y 17 kg K₂O.

Por lo tanto hay que mencionar a la importancia que tiene rescatar los nutrientes que extrae la planta, para mantener la fertilidad natural de los suelos y compensar el déficit ante las necesidades de la planta y las cantidades de elementos nutritivos proporcionados por las reservas del suelo. El suministro de nutrientes para las plantas puede efectuarse mediante el empleo de fertilizantes inorgánicos, orgánicos, estiércol, residuos vegetales, abonos verdes, enmiendas, etc. (MINGUIILLO, 1981).

Los fertilizantes constituyen uno de los insumos productivos más eficaces en lo que se refiere al cultivo de arroz, mediante el uso adecuado puede alcanzarse rendimientos unitarios elevados (MINGUIILLO, 1981).

2.12 Rol fisiológico del nitrógeno en la planta de arroz

El Nitrógeno; es el principal constituyente de la síntesis de proteínas, que puede producirse a nivel radicular, siendo esta más activa en las hojas. Forma parte del protoplasma celular, la que influye en el crecimiento e incremento de los macollos y del área foliar.

THOMPSON (1965), forma parte de la clorofila por lo que tiene gran importancia en la fotosíntesis de manera que el suministro de una cantidad óptima de nitrógeno redundará de una mejor fotosíntesis por unidad de área foliar aumentando la formación de carbohidratos.

La absorción y metabolismos del nitrógeno están ligados a la respiración, al comienzo del crecimiento de las hojas jóvenes, luego hay una migración de las hojas hacia los granos (JACOB y UEXKULL ,1961).

El nitrógeno es considerado como el factor de crecimiento más importante en la alimentación de la planta, constituyendo del 2 al 4 % del peso seco (SANCHEZ, 1971).

Deficiencia de este elemento al momento del macollaje, produce una reducción de número de panojas, cuando el elemento es absorbido en exceso, produce un desarrollo exuberante de la planta y el coeficiente de eficiencia de la luz disminuye, produciéndose una reducción en la formación de la materia seca, esto conduce a una mayor susceptibilidad por parte de la planta al ataque de la *Pyricularia oryzae* o barrenadores del tallo, disminuyendo su resistencia a la inundación o resistencia al viento (ANGLADETTE,1969).

2.13 Comportamiento del nitrógeno en el suelo

BEAR (1966), el arroz responde a las aplicaciones de nitrógeno casi universalmente, excepto en terrenos recién desmontados o en situaciones en que otros factores limitan severamente el crecimiento, en la mayor parte de los suelos, la provisión total del nitrógeno es pequeña, no llegando a 1000kg ha^{-1} estando almacenado íntegramente en la materia orgánica o humus, Por lo que en ciertos casos es preciso reforzar el contenido de nitrógeno en el suelo con fertilizantes comerciales para conseguir rendimientos satisfactorios.

SANCHEZ (1971), manifiesta que la mineralización bajo el anegamiento del nitrógeno orgánico del suelo se detiene en el estado de amonificación, siendo el amonio la forma del nitrógeno más absorbible por parte del arroz, la acumulación de iones de amonio pueden agotarse debido a la absorción de las plantas cuando en el suelo se presentan altas concentraciones de hierro; estos pueden desplazar considerablemente cantidades de amonio NH_4^+ de sitios de intercambio a la solución del suelo estando de esta manera más disponibles, en

cuanto al nitrógeno para la planta también puede estar más susceptible a pérdidas. Las fuentes más activas de nitrógeno son las amoniacales, tales como la urea y el sulfato de amonio.

DE DATTA (1975), de allí que las aplicaciones de nitrógeno al voleo en la superficie del suelo efectuados en los trópicos produzcan pérdidas de volatilización del elemento, las que pueden adquirir una importancia práctica en suelos con pH altos, especialmente cuando se usan dosis altas de nitrógeno.

Cuando se suministra los iones amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-) en solución nutritiva, algunas plantas toman el anión o el catión dependiendo de pH, si la solución nutritiva es básica tomara amonio eliminando H^+ al intercambiarlo, por lo que bajará el pH al formarse ácido nítrico (HNO_3) con el nitrato restante; inversamente, si el pH es ácido absorberán nitrato eliminando OH^- al intercambiarlo, por lo que subirá el pH al formarse hidróxido de amonio (NH_4OH); las plántulas y las plantas más jóvenes tienden a absorber NH_4^+ en forma diferente, en tanto las maduras absorben nitrato.

2.14 Fertilizantes a emplear en la investigación

1. Urea (Nitrógeno ureico)

La urea es la fuente de N más comúnmente usada con 46 %. Este producto toma más importancia en condiciones inundadas, ya que el nitrógeno amoniacal es retenido por las arcillas en la zona de reducción, liberándose lentamente para que sea disponible por la planta de arroz, y por el contrario, una fuente nítrica se pierde por desnitrificación al transformándose en N_2 ,

perdiéndose en forma de gas. Es importante considerar que en condiciones de humedad limitada como el secano favorecido, la urea podría perderse en forma importante en forma amoniacal.

La transformación de la urea se debe a la acción de la DIASTASA (ureasa segregada por bacterias), que luego se hidroliza en suelo, transformándose en estado Nitrógeno amoniacal que a su vez se Nitrifica. Si la urea no se hidroliza desciende al suelo como nitrato sin ser retenido por el complejo arcillo húmico (CAH).

Además:

- La planta necesita de una diastasa microbiana.
- En tierras calcáreas la urea buen abonamiento nitrogenado, la respuesta es rápida para la planta.
- En tierras acidas y lluviosas (la transformación de urea amoniacal) es de respuesta lenta por la escases de la ureasa.

2. Superfosfato Triple de cálcico (SPTca)

Productos obtenidos mediante la combinación de ácidos fosfórico de los fosfatos naturales el superfosfato triple de cálcico con 46 % de P_2O_5 es un fosfato cálcico, muy utilizado en mezcla con otras materias prima como sulfato de amonio y cloruro o sulfato de potasio.

3. Cloruro de potasio (K_2Cl)

Cloruro de potasio contiene un 60 % de K_2O es la fuente más utilizada, con la concentración más alta y de más bajo costo.

2.15 Descripción de la variedad

HACIENDA EL POTRERO (2009), describe al arroz variedad La Conquista como:

Origen: PNA 2394 – F2 – 4 – EP6 – 6 – AM – VC1

Cruce: PNA 2394 X HUALLAGA X UQUIHUA

Periodo vegetativo: 134 días.

Altura de la planta: 100 cm

Rdto potencial: 9.6 t ha⁻¹

Macollaje: Alto

Densidad de panoja: Abierta

Tumbado: Susceptible

Pyricularia: Resistente

Longitud de la panoja: Media 27 cm

Tamaño del grano sin cascara: Largo: 7.83 mm

Ancho: 2.11 mm

Peso de 1000 granos: 28 g.

Translucencia del grano: 90 %

Rdto total de pila: 74 %

Grano entero: 64 %

Grano quebrado: 10 %

Temperatura de gelatización: Intermedia

Periodo de dormancia: 45 días.

Adaptación: Para zonas de Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central

Calidad culinaria: Regular

2.16 Trabajos realizados en la fertilización del cultivo de arroz

ALTAMIRANO (1993), en un trabajo de investigación realizado en Tingo María, determino los efectos de la interacción de niveles de nitrógeno, potasio y el beneficio económico en arroz (variedad CICA – 8), realizado en época de mayor precipitación, probando 4 niveles de nitrógeno (0,60,120 y 180 kg N ha⁻¹); 4 niveles de potasio (0, 50, 100 y 150 kg K₂O ha⁻¹) y un testigo (5 t ha⁻¹de gallinaza); evaluando la emergencia, altura de la planta, acame, numero de espiguillas por panícula m⁻², peso seco de las hojas y tallos, contenido de N y K en hojas y tallos y rendimientos por parcela, el rendimiento de arroz en cascara fue 5883.25 Kg ha⁻¹ con 180 Kg de N ha⁻¹ y 150 Kg de K₂O ha⁻¹, el análisis económico indica que revierte mayores utilidades el T₁₆, mostrando posibilidades de obtener proporcionalmente un beneficio más alto por cada unidad monetaria invertida en el tratamiento, el T₁₄ mostro mayores niveles de utilidad.

LAOS (1991), en Tingo María a nivel experimental se ha determinado que el cultivo de arroz se adapta perfectamente a las condiciones de clima y suelo con rendimientos unitarios comparables al de las propias áreas productoras de arroz, siendo la mejor época los meses de octubre a diciembre, por ser un cultivo que se desarrolla en épocas de mayor precipitación. La fertilización se realizó en suelos mecanizados; se ha demostrado experimentalmente que aplicaciones fraccionadas después de la siembra y la otra media fracción al encañado o formación de panoja se obtienen los mejores rendimientos por unidad de área. La dosis de nitrógeno recomendada para la zona es de 90 – 120 kg ha⁻¹, las variedades de tallos cortos responden favorablemente a estas

recomendaciones, sucediendo lo contrario con variedades tradicionales (Carolina y Fortuna) que con la mitad de esta dosis se obtienen los máximos rendimientos. El rendimiento máximo para las variedades de riego puede llegar hasta 5.5 t ha^{-1} no se encontró respuestas a aplicaciones de fosforo y potasio.

HUERTO (1975), el uso de cuatro variedad de arroz en seco para la aplicación de fertilizantes en Tingo María demostraron que los niveles de fertilización que prestaron mejor rendimiento fueron las dosis 150- 160- 50 de NPK para la variedad IR-578-8; 120- 160- 50, 5- 9- 9, 10- 160- 50 y 100- 80- 100 de NPK para la variedad IR-480, Fortuna y Carolina respectivamente.

MEJIA (1984), la aplicación de tres niveles de materia orgánica y dosis de NPK en la producción de arroz variedad INTI, en Tingo María, se tiene que la mejor respuesta presento la combinación 4 t ha^{-1} de materia orgánica más dosis de 120 – 80 – 80 de NPK con 6792 kg/ha de arroz en cascara, en el análisis económico se demuestra que la combinación más económica es de 2 t ha^{-1} de estiércol y dosis de 60 – 40 – 40 de NPK con 6542 kg/ha .

ROJAS (1982), investigaciones realizados en Rioja para demostrar el efecto de interacción de NP, en la producción de arroz de la variedad CICA – 9, bajo el sistema de riego, se demostró el mejor rendimiento el nivel 140 – 90 de NP, respectivamente, los resultados no demostraron en el peso de 1000 semillas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

El siguiente experimento se realizó en el fundo “Victoria” de la propiedad del señor Leandro Jacinto Flores Baca ubicado en el caserío Alto Limón, provincia de Tocache, departamento de San Martín, según la clasificación de HOLDRIGE (1987), corresponde a un clima de Bosque Muy Húmedo Tropical (bmh - T) con una temperatura media de 30.7 °C y cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

ESTE : 9087034 m

NORTE : 326965 m

ALTITUD : 560 m.s.n.m.

3.2. Datos meteorológicos

En el Cuadro 6, se presenta los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Meteorológico Tocache, correspondiente a los meses de marzo y julio del 2014. Las características climáticas donde se llevó a cabo el experimento es un clima de bosque muy húmedo tropical (bmh - T), con promedio de temperatura máx. 30.7 y de temperatura min. 19.7 °C, 52.0 mm de precipitación, 79.00 % de humedad relativa y 148.15 de horas de sol durante el desarrollo del cultivo de arroz, las cuales son condiciones óptimas para este cultivo (VERGARA, 1983).

Cuadro 6. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del trabajo de investigación (marzo - agosto 2014)

Año	Mes	Temperatura Máx. (°C)	Temperatura Min. (°C)	Precipitación pluvial (mm)	Humedad Relativa (%)	Horas Sol
2014	Marzo	29.8	19.7	63.4	81.00	109.30
	Abril	30.2	19.9	61.8	79.00	154.60
	Mayo	31.1	20.7	62.3	79.00	156.30
	Junio	30.9	19.9	49.4	78.00	157.20
	Julio	30.9	19.2	38.6	78.00	156.80
	Agosto	31.4	18.8	36.3	79.00	155.00
Prom		30.7	19.7	52.0	79.00	148.15

Fuente: Estación Meteorológica Tocache.

3.3. Análisis físico – químico del suelo experimental

Según el Cuadro 7, el suelo experimental se caracteriza por ser un suelo de clase textural franco arcilloso, ácido (pH=4,90), con un contenido medio de materia orgánica (3,03 %), N- total medio (0.13%), bajo contenido de fósforo (3,61 ppm), bajo en K₂O (111.31 kg ha⁻¹), CICE bajo (18.29 meq 100g⁻¹) IBAÑEZ y AGUIRRE (1983).

Cuadro 7. Análisis físico – químico del suelo experimental

Parámetros	Contenido	Método
Análisis Físico		
Arena %	35.68	Hidrómetro
Limo %	29.28	Hidrómetro
Arcilla %	35.04	Hidrómetro
Clase textural	Franco arcilloso	Triangulo textural
Análisis Químico		
pH	4.90	Potenciómetro (1:1)
Materia orgánica (%)	3.03	Walkley y Black
N - Total (%)	0.13	% M.O x 0.045
P (ppm)	3.61	Olsen modificado
k ₂ O (Kg ha ⁻¹)	111.31	Ácido sulfúrico 6N
CaCO ₃ (%)	0.00	Gasovolumétrico
Ca + Mg (meq 100g ⁻¹)	11.17	Versenato
Al (meq 100g ⁻¹)	6.78	Retitulación
Al + H (meq 100g ⁻¹)	7.12	Yuan
CIC _e	18.29	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de Suelos de la UNAS de Tingo María

3.4. Diseño experimental

El diseño usado para el análisis estadístico fue el D.B.C.A con arreglo factorial de 3A X 4B con 4 repeticiones. El terreno experimental estuvo constituido por un área total de 981.85 m², distribuido en bloques de 222.65 m², y parcela de 15.25 m², los cuales estuvieron ubicados a lo largo de cada bloque y que operaron por medio de gravedad.

Las características evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia (ANVA), la comparación de medias se determinó por la Prueba de DUNCAN al 5 % de probabilidad.

3.5. Componentes en estudio

Factor A: Densidad de siembra

$$a_1 = 80 \text{ kg de semilla ha}^{-1}$$

$$a_2 = 60 \text{ kg de semilla ha}^{-1}$$

$$a_3 = 40 \text{ kg de semilla ha}^{-1}$$

Factor B: Niveles de fertilización nitrogenada

$$b_1 = 50.4 \text{ kg nitrógeno ha}^{-1}$$

$$b_2 = 80 \text{ kg nitrógeno ha}^{-1}$$

$$b_3 = 110 \text{ kg nitrógeno ha}^{-1}$$

$$b_4 = 140 \text{ kg nitrógeno ha}^{-1}$$

3.6. Tratamientos en estudio

Cuadro 8. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Clave	Descripción
T ₁	a ₁ b ₁	80 kg de semilla ha ⁻¹ + 50.4 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₂	a ₁ b ₂	80 kg de semilla ha ⁻¹ + 80 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₃	a ₁ b ₃	80 kg de semilla ha ⁻¹ + 110 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₄	a ₁ b ₄	80 kg de semilla ha ⁻¹ + 140 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₅	a ₂ b ₁	60 kg de semilla ha ⁻¹ + 50.4 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₆	a ₂ b ₂	60 kg de semilla ha ⁻¹ + 80 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₇	a ₂ b ₃	60 kg de semilla ha ⁻¹ + 110 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₈	a ₂ b ₄	60 kg de semilla ha ⁻¹ + 140 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₉	a ₃ b ₁	40 kg de semilla ha ⁻¹ + 50.4 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₁₀	a ₃ b ₂	40 kg de semilla ha ⁻¹ + 80 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₁₁	a ₃ b ₃	40 kg de semilla ha ⁻¹ + 110 kg nitrógeno ha ⁻¹
T ₁₂	a ₃ b ₄	40 kg de semilla ha ⁻¹ + 140 kg nitrógeno ha ⁻¹

3.7. Modelo estadístico

Según CALZADA (1966)

$$Y_{IJK} = \mu + \alpha_I + \beta_J + \alpha\beta_{IJ} + \lambda_K + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la respuesta obtenida en la k-ésima repetición, a la que se aplicó el j-ésimo nivel de fertilización nitrogenada, con la i-ésima densidad de siembra.

μ = Efecto de la media general.

α_I = Efecto de la i-ésima densidad de siembra.

β_j = Efecto del j-ésimo nivel de fertilización nitrogenada.

$\alpha\beta_{IJ}$ = Efecto de la interacción del j-ésimo nivel de fertilización nitrogenada con la i-ésima densidad de siembra.

λ_K = Efecto de la k – ésimo bloque o repetición

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

Para:

i = 1, 2, 3 Densidades de siembra.

j = 1, 2, 3, 4 Niveles de fertilización nitrogenada.

K = 1, 2, 3, 4 Bloques

3.8. Esquema de análisis de variancia

Cuadro 9. Esquema del análisis de variancia (ANVA).

Fuentes de variabilidad	GL	GL
Bloques	$(b-1)$	3
Tratamientos	$(a * b) - 1$	11
A	$(a - 1)$	2
B	$(b - 1)$	3
AxB	$(a - 1) * (b - 1)$	6
Error experimental	$((b-1) * (a * b)) - 1$	33
Total	$(a * b * r) - 1$	47

3.9. Características del campo experimental

Dimensiones del campo experimental

- Largo : 35.5 m
- Ancho : 27 m
- Área total : 958.5 m²

Bloques

- Número de bloques : 4
- Largo de bloque : 35.5 m
- Ancho del bloque : 6.1 m
- Área del bloque : 216.55 m²
- Ancho de la calle : 0.5 m

Parcelas

- Número total de parcelas/bloque : 12
- Número total de parcelas : 48
- Largo de cada parcela : 6.1 m
- Ancho de cada parcela : 2.5 m
- Área de cada parcela : 15.25 m²

Canal

- Ancho del canal : 0.5 m

3.10. Ejecución del experimento

3.10.1 Preparación del terreno

Antes de la preparación del terreno definitivo se realizó el muestreo de suelo en toda la parcela obteniendo la muestra, que luego de ser preparada se separó 1 kg de suelo, el mismo que fue enviado al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para sus análisis.

La preparación del terreno se inició con un desmalezado con machete, seguido por una pasada de arado de disco con un tractor marca Shangai de 54 caballos de fuerza (54 HP), y posteriormente con el uso de un motocultor se rastreó y se llenó de agua las pozas, para luego realizar el batido, nivelación, demarcación de los bloques y levantamiento de bordes con herramientas (palana, soga). Esta labor se realizó los días 10 al 15 de marzo del 2014, quedando en espera el voleo de la semilla (siembra).

3.10.2 Germinación de la semilla

La semilla utilizada en el presente experimento fue la variedad “La Conquista” adquirida de la hacienda el Potrero de la ciudad de Tarapoto como semilla certificada. El pre germinado de la semilla se realizó el 13 de marzo del 2014, remojando 24 horas en agua, para luego al día siguiente abrigarlo con la finalidad de aumentar la temperatura del medio ambiente y favorecer la germinación de la semilla.

Se utilizó 12 tratamientos por bloque de los cuales para los tratamientos: T₁, T₂, T₃ y T₄ se utilizaron 122 g de semilla tratamiento⁻¹, para T₅, T₆, T₇ y T₈ se utilizó 91.5 g semilla tratamiento⁻¹ y para T₉, T₁₀, T₁₁ y T₁₂ se

utilizaron 61.1 g semilla tratamiento⁻¹; utilizándose 4.3936 kilogramos de semilla para todo el experimento.

3.10.3 Voleo de la semilla

Para esta labor fue necesario abrir las bocas de los bordos para dejar drenar el agua y una vez dada la seca, volear las semillas.

Una vez germinada la semilla y preparado el terreno se procedió al voleo de la semilla en sus correspondientes tratamientos. El voleo se realizó desde los bordos de las pozas, con la mano derecha se coge el recipiente y con la otra mano se coge un puñado de la semilla germinada, voleando suavemente hacia las pozas.

3.10.4 Riego

Una vez voleada la semilla sobre una pequeña lámina de agua (3 – 5 cm), se dejó descansar la semilla en la poza, luego se le dio seca la poza a partir del segundo al quinto día y así nuevamente se retornó el riego, esto dependerá del clima, (época seca al cuarto día) y (época lluviosa al quinto día), para lograr el crecimiento de la semilla durante los primeros 15 días.

Luego se le dio riegos normales por espacio de 5 días, y así dar pase al primer abonamiento nitrogenado (20 días de edad) cerrando las bocas de las pozas por espacio de cinco días (para evitar la pérdida del nitrógeno por escorrentía).

Después del primer abonamiento se mantuvo las pozas con una lámina de agua y esta se fue aumentando de acuerdo al crecimiento de las

plantas, considerando como regla general que la lámina de agua debe ser un 10 % de altura de la planta hasta los 40 días antes de la cosecha, época en que se retira el agua.

3.10.5 Fertilización

Para determinar la dosis de fertilización se debe tener en consideración los siguientes puntos:

- El nivel de nutrientes que posee el suelo agrícola (fertilidad actual).
- La cantidad de nutrientes extraídos por la plantas hasta complementar su ciclo fenológico comercial.
- Eficiencia de las fuentes del fertilizante o la fracción que el cultivo pueda aprovechar durante la campaña agrícola.
- Eficiencia de la aplicación del agua del riego.

Y para determinar la cantidad de abonos a aplicar se debe tener en consideración lo siguiente:

- Se puede determinar la cantidad del elemento como fertilizante que debe aplicarse al cultivo para una campaña agrícola.
- Generalmente las cantidades de elementos mayores (N, P₂O₅, K₂O) se expresan en kg ha⁻¹.

Para determinar la fórmula de fertilización se tuvo en cuenta el máximo rendimiento de 6000 kg ha⁻¹ de arroz en chala para este tipo de siembra, que se puede obtener y lo que el suelo aporta (según el análisis de suelo).

Según HACIENDA POTRERO (2009), el rendimiento de esta variedad es de 9600 kg ha⁻¹, esto se debe a que el sistema de siembra que emplean es el de siembra indirecta (trasplante).

Se empleó la fórmula de fertilización: para nitrógeno 50.4, 80, 110 y 140 kg N ha⁻¹, para fósforo 60 kg P₂O₅ y para potasio 180 kg KCl, obtenidas de acuerdo a la necesidad del cultivo y el análisis del suelo.

Matemáticamente la dosis recomendada fue determinada por la siguiente relación (IBÁÑEZ y AGUIRRE, 1993).

$$Q = (\text{Ext} - SF1) 1/F2$$

Donde:

Q = Dosis de nutrientes en kg ha⁻¹.

Ext = Extracción de nutrientes del suelo por el cultivo.

S = Aporte de nutrientes por el suelo en kg ha⁻¹.

F1 = Porcentaje de uso de nutrientes del suelo por la planta.

F2 = Porcentaje de uso de nutrientes del fertilizante inorgánico.

La extracción de nutrientes para 6,0 t de arroz es:

N = 50.4 kg

P₂O₅ = 54.22 kg

K₂O = 111.31 kg

Porcentaje de utilización para los diferentes nutrientes:

<u>Fuentes</u>	<u>N</u>	<u>P₂O₅</u>	<u>K₂O</u>
F1 Suelo (Del disponible presente) % :	40	10-40	40
F3 Fertilización mineral (Disponible presente):	30-70	20-30	50-80

Las fuentes utilizadas fueron: Urea, como fuente de nitrógeno (46 % N), Superfosfato triple de calcio, como fuente de fósforo (46 % P₂O₅) y el Cloruro de potasio (60 % K₂O).

Se aplicaron las siguientes dosis por parcela en los momentos que se indican el Cuadro N° 10.

Cuadro 10. Dosis de fertilizantes por parcela y momentos de aplicación.

Tratamientos	Fracciones	Fertilizantes (g parcela)			Momentos
		Urea	SPT	KCl	
T ₁ , T ₅ , T ₉	1 ^o	10.24	19.89	87.29	15 ddg FC
	2 ^o	10.24	19.89	87.29	75 ddg FPA
T ₂ , T ₆ , T ₁₀	1 ^o	49.07	19.89	87.29	15 ddg FC
	2 ^o	49.07	19.89	87.29	75 ddg FPA
T ₃ , T ₇ , T ₁₁	1 ^o	98.79	19.89	87.29	15 ddg FC
	2 ^o	98.79	19.89	87.29	75 ddg FPA
T ₄ , T ₈ , T ₁₂	1 ^o	148.52	19.89	87.29	15 ddg FC
	2 ^o	148.52	19.89	87.29	75 ddg FPA

ddg. FC. : Días después de la germinación fase de crecimiento.

ddg. FPA. : Días después de la germinación fase de punto de algodón.

Se realizó la fertilización en dos fases del cultivo fraccionando los fertilizantes, el primer abonamiento a los 15 días después de la germinación fase de crecimiento (ddg FC); la urea y el cloruro de potasio se fraccionó en dos partes, mientras que el súper fosfato triple de calcio se realizó una sola aplicación.

Para los tratamientos: T₁, T₅, T₉ se utilizó la cantidad de 61.44 g urea/tratamiento., para T₂, T₆, T₁₀ la cantidad 98.14 g urea tratamiento⁻¹, para T₃, T₇, T₁₁ la cantidad de 197.88 g urea tratamiento⁻¹ y para T₄, T₈, T₁₂ la cantidad de 297.04 g urea tratamiento⁻¹. El superfosfato triple de calcio 19.89 g tratamiento⁻¹ y el cloruro de potasio 174.58 g tratamiento⁻¹ aplicándose un total de 7.17456 kg

de urea; 0.954712 kg super fosfato triple de calcio y 4.18992 kg de cloruro de potasio.

Y el segundo abonamiento se realizó a los 75 días después de la germinación en la fase de punto de algodón.

3.10.6 Control de malezas

Se realizaron dos tipos de controles durante el periodo vegetativo del cultivo. El primer el control químico fue aplicado a los 20 días después del voleo de la semilla de arroz con un herbicida post emergente Nomine (Bispyribac sodium) aplicándose 30 ml mochila⁻¹, utilizándose mochila marca Cyfarelli de 20 litros aplicándose desde los bordos de la parcela con una pulverización suave y detenidamente y el segundo es el control manual de las pozas seleccionándole el arroz con malezas similares como el arrocillo, coquillo, rabo de zorro y moco de pavo que habitaban en la parcela; para este control se les erradicaba de raíz hacia los bordos sin levantar mucho suelo. En el Cuadro 3 se mencionaron las malezas más importantes que competían con el cultivo de arroz.

3.10.7 Control fitosanitario

Se realizó dos aplicaciones con los fungicidas Nativo (Trifloxistrobin + Tebuconazole), Antracol (Ditiocarbamato) y 1 insecticida Lesenta (Deltametrina), aplicándose a los 15 y 75 días después del voleo, a razón de: (Nativo 25g + Antracol 100g + Lesenta 10g) mochila⁻¹.

3.10.8 Cosecha

Como primer punto se drenaron las pozas a los 25 días antes ya que se tomó en cuenta el clima (tropical) para la cosecha que se efectuó el 30

de julio hasta el 01 de agosto del 2014 en toda la parcela. Cuando toda la parcela haiga emparejado el 100 % de las espigas y cuando el 90 % de los granos se encuentran maduros (generalmente una coloración amarillenta).

Esta labor se efectuó en forma manual cortando los tallos con la hoz a 10 cm del suelo; colocándose la gavilla encima de costales en los bordos de cada tratamiento.

3.10.9 Trillado, secado y pesado

El trillado se realizó enseguida después del corte de las gavillas, empleando mantas acompañado de un tronco delgado para su azote, los granos fueron llevados a sus respectivas bolsas identificándoles con sus claves, posteriormente se llevó a la secadora por un lapso de 24 horas a temperatura ambiente, se venteo para separar las impurezas.

Los granos de arroz cosechados por cada tratamiento, se llevó al laboratorio de semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para su pesado en una balanza de precisión y a su vez determinar su humedad y temperatura con el instrumento Grainmaster (detector de humedad y temperatura), llegando así a detectar la humedad al 14 % y su rendimiento fue llevado a kg ha^{-1} .

3.11. Características a evaluar y metodología

3.11.1 Altura de la planta

Se midió la altura de la planta en centímetros, desde la superficie del suelo hasta la punta más alta de la hoja, tomándose 10 plantas al azar, realizándose las mediciones a los 25, 75 y 125 días.

3.11.2 Volumen de la raíz

Para esta característica se eligieron al azar las plantas y luego con la ayuda de una pequeña estaca se pudo extraer la planta sin dañar las raíces principales, secundarias y terciarias de la misma.

Una vez obtenida la planta con sus raíces se utilizó una probeta de vidrio con agua, dentro de ella fue sumergida suavemente la planta hasta la parte de las raíces, diferenciándose así los volúmenes del antes y el después.

Se tomaron 10 plantas al azar, realizándose las mediciones a los 25, 75 y 125 días.

3.11.3 Número de macollos golpe⁻¹

Se realizó por simple conteo los macollos/golpe existentes dentro de la unidad muestral; luego los datos fueron llevados al gabinete para así obtener el promedio.

3.11.4 Número de panojas metro⁻²

Poco antes de realizar la cosecha. Se realizó el conteo general de plantas existentes metro⁻², luego se procedió al conteo de panojas metro⁻².

3.11.5 Número de espiguillas fértiles panoja⁻¹

Se determinó en base de 5 plantas al azar dentro del m² por simple conteo 3 días antes de la cosecha; el método a emplear fue observar bien las 5 plantas con panojas cada una de ellas y así contar las espiguillas fértiles para así luego realizar el conteo sin que haya desprendimiento de parte de ella.

3.11.6 Longitud de la panoja

La medición se realizó mediante el uso de una regla centimetrada, midiéndose desde el nudo ciliar hasta el extremo del lado superior de la espiga, para esta evaluación se escogerá 5 plantas al azar dentro del metro cuadrado de la unidad experimental.

3.11.7 Peso de 1000 granos en gramos

Se realizó el conteo de 1000 granos de cada tratamiento y bloque correspondiente con una humedad del 14%. Se pesó en una balanza de precisión registrándose el promedio de 48 pesadas de 1000 granos cada uno.

3.11.8 Rendimiento de arroz en cáscara

CIEPE (1998), presenta la siguiente fórmula para estimar el rendimiento de arroz en cascara al 14% de humedad:

$$\text{Rdto (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{N}^{\circ} \text{ panojas m}^{-2} * \text{N}^{\circ} \text{ espiguillas pan}^{-1} * \% \text{ espiguillas llenas} * 0.0001.$$

Por ejemplo con su panoja m^{-2} , 100 espiguillas panoja⁻¹, 60 % de granos maduros (espiguillas maduras) y 15 gramos como peso de 1000 granos, el rendimiento esperado debería ser de 4500 kg ha⁻¹.

3.11.9 Análisis económico de los tratamientos en estudio

Se determinó por la diferencia del valor total de cosecha y el costo total de la producción en nuevos soles; obteniéndose los costos por cada tratamiento, con la finalidad de observar comparativamente el tratamiento con mayor rentabilidad.

La tasa de ganancia de la inversión efectuada por dosis de abonamiento se dedujo con el índice de rentabilidad calculada en base a la relación de renta neta y el costo de producción.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de la planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo de la semilla de arroz.

De los resultados y análisis del ANVA (Cuadro 11), se deduce lo siguiente:

- Para bloques, existe alta significancia estadística, por tener efectos diferentes en cuanto a la altura de la planta a los 25, 75 dds; pero no existe diferencia estadística a los 125 dds.
- Referente a los tratamientos, si existe alta significancia estadística, es decir al menos un tratamiento o combinación fue diferente a los demás en cuanto a la altura de la planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo de arroz.
- Referente a densidad de siembra (A) y a los niveles de nitrógeno, existe alta significancia estadística, lo que quiere decir que al menos una densidad de siembra y uno de los niveles de nitrógeno difiere del resto en la altura de la planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo de arroz.
- En cuanto a la interacción (A x B), existe alta significancia estadística, lo que quiere decir que al menos uno de los tratamientos es diferente del resto, para lo cual es necesario realizar el análisis de variancia de efectos simples y el coeficiente de variabilidad (%) fue: 1.85 %, 0.23 % y 0.98 %, detectándose una excelente homogeneidad, significando que los coeficientes de variabilidad de los parámetros evaluados los resultados son muy confiables para la altura de planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo de arroz.

Cuadro 11. Análisis de variancia para altura de planta a los 25, 75 y 125 días.

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrados medios					
		Altura de la planta a los					
		25 días	75 días	125 días			
Bloques	3	0.350 AS	0.333 AS	0.333 NS			
Tratamientos	11	13.850 AS	37.593 AS	20.159 AS			
Densidad de siembra (A)	2	2.640 AS	45.601 AS	29.834 AS			
Niveles de N (B)	3	35.260 AS	32.367 AS	20.978 AS			
Interacción (A x B)	6	6.780 AS	37.538 AS	16.524 AS			
Error experimental	33	0.090	0.027	0.931			
Total	47						

CV: 1.85 % 0.23 % 0.98 %

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

NS: No existe significancia estadística al 5% de probabilidad.

a. Efecto interaccional de densidades de siembra por niveles de fertilización nitrogenada a los 25, 75 y 125 días después de la siembra.

Del Cuadro 12 respecto al análisis de variancia de efectos simples para la altura de planta a los 25, 75 y 125 días, se deduce que:

- Existe interacción diferencial altamente significativa entre las densidades de siembra (A) y los niveles de nitrógeno, lo que quiere decir que hay interacción en la densidad de siembra (A) cuando se combina con los niveles de fertilización nitrogenada (B): b_1 (50.4 kg de N ha⁻¹), b_2 (80 kg de N ha⁻¹), b_3 (110 kg de N ha⁻¹) y b_4 (140 kg de N ha⁻¹) y viceversa existe interacción cuando los niveles de nitrógeno (B) cuando se combina con las densidades de siembra (A): a_1 (80 kg semilla ha⁻¹), a_2 (60 kg semilla ha⁻¹) y a_3 (40 kg semilla ha⁻¹), para la altura de planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo de arroz.

- No existe interacción significativa entre las densidades de siembra (A), cuando se combina con los niveles de nitrógeno (B) b₁ (50.4 kg de N ha⁻¹), lo que quiere decir que esta combinación tuvieron efectos similares a los 125 días después del voleo de arroz.

Cuadro 12. Análisis de variancia de efectos simples para la altura de planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios					
		Altura de planta a los					
Densidades de siembra (A)		25 dds	Sign.	75 dds	Sign.	125 dds	Sign.
A en b ₁	3	3.762	AS	34.654	AS	2.291	NS
A en b ₂	3	3.547	AS	6.626	AS	3.260	AS
A en b ₃	3	7.432	AS	2.205	AS	8.927	AS
A en b ₄	3	0.771	AS	62.002	AS	38.355	AS
Niveles de N (B)							
B en a ₁	2	23.429	AS	108.116	AS	18.342	AS
B en a ₂	2	36.141	AS	53.305	AS	8.916	AS
B en a ₃	2	13.943	AS	54.169	AS	53.782	AS
Error experimental	33	0.093		0.027		0.931	

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

NS: No existe significancia estadística al 5 % de probabilidad.

dds: Dias después de la siembra.

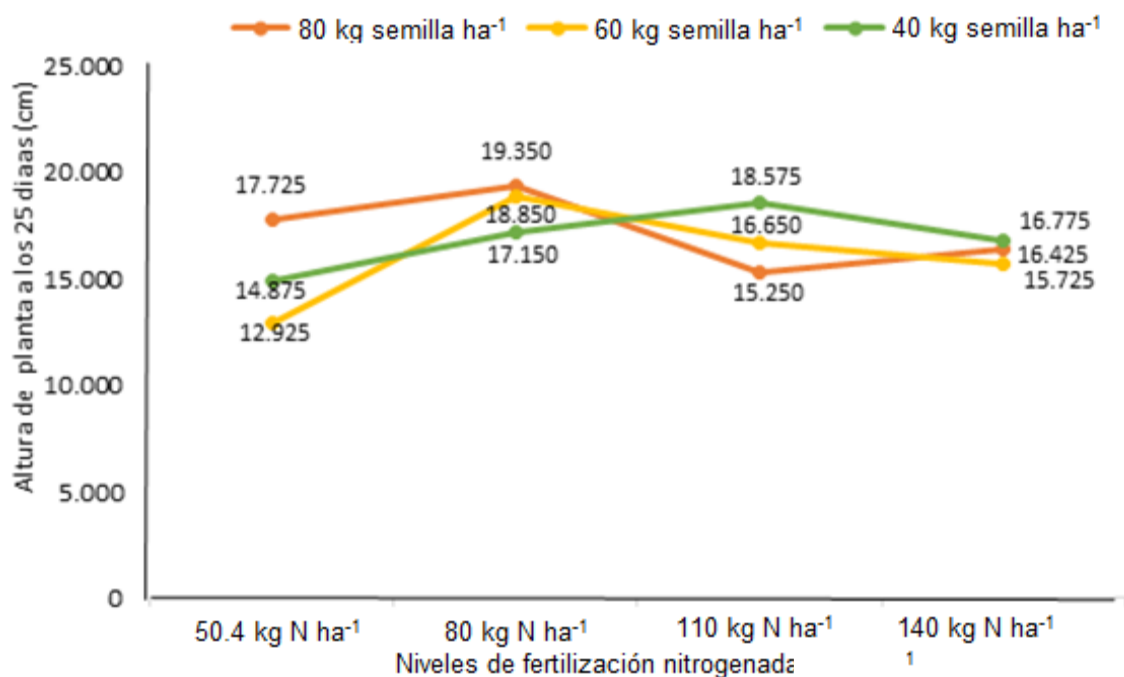


Figura 1. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en la altura de arroz a los 25 días después de la siembra.

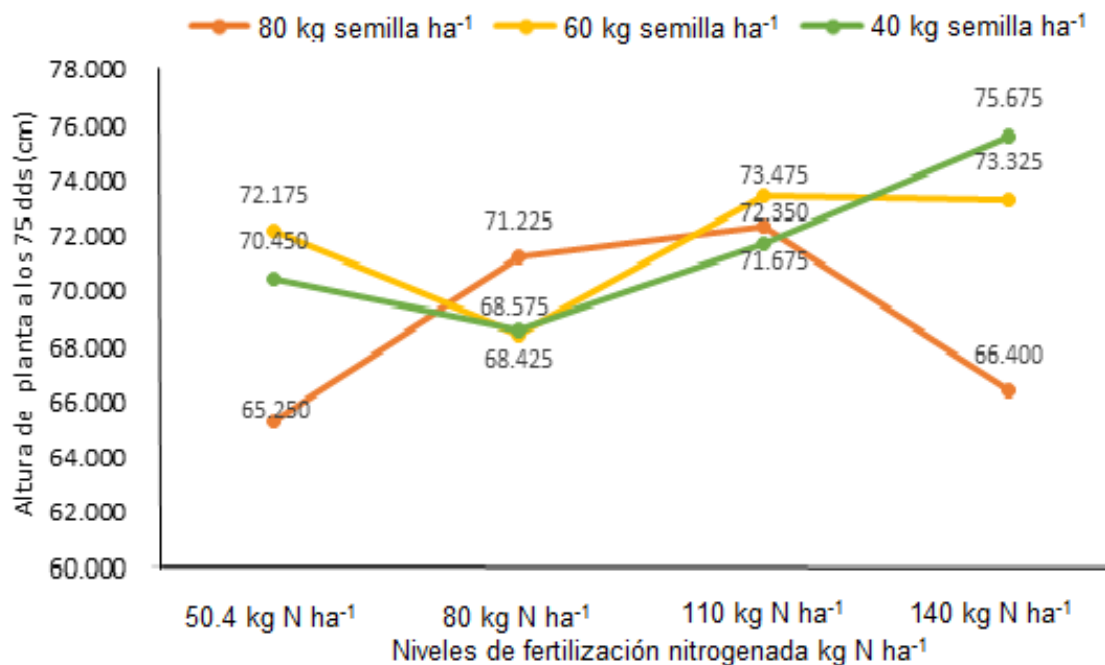


Figura 2. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en la altura de arroz a los 75 días después de la siembra.

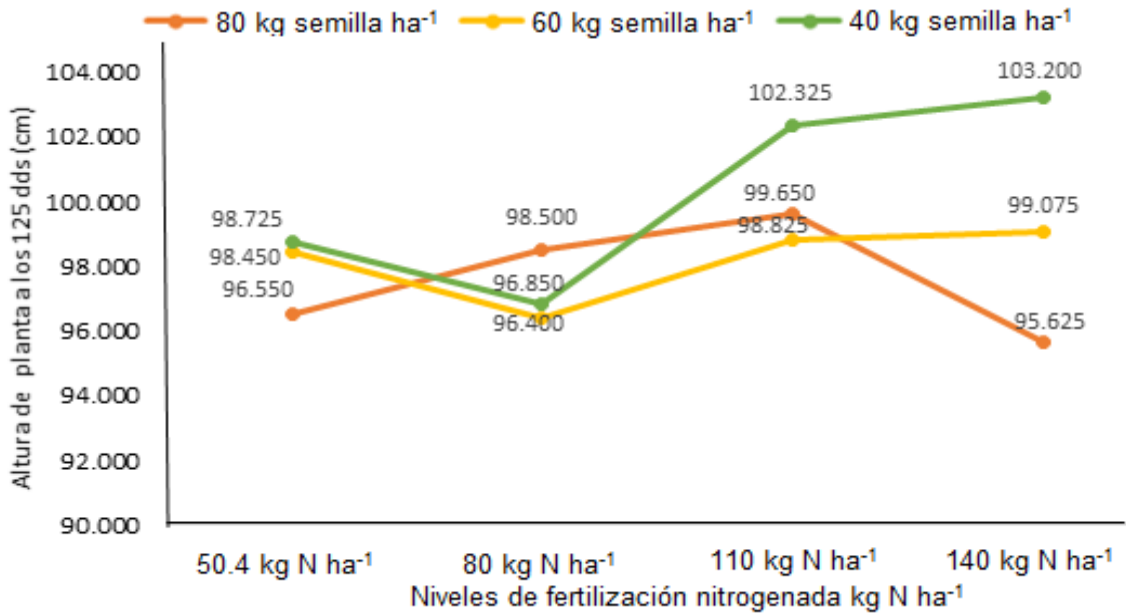


Figura 3. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en la altura de arroz a los 125 días después de la siembra

Según LAPOINT (1972) reporta que utilizando altas dosis de nitrógeno, se puede observar que la estatura de la variedad Minabir 2 aumenta considerablemente; en cambio en la variedad IR 8 el aumento es reducido (antes de la floración). Así mismo empleando los dos tipos de planta en relación a su duración de crecimiento en días al 50 % de la floración no se observa cambios notorios.

Lo referido a la discusión de LAPOINT, demuestra que ambas variedades necesitan del nitrógeno, (Minabir 2 e IR8), además son variedades de maduración rápida, lo que hace que la variedad Minabir 2 su estatura sea más alta que la variedad IR 8.

La altura de planta reportada por HACIENDA EL POTRERO (2009) e INIA (2005) en la variedad La Conquista; es 100 – 110 cm que se asemeja a los resultados encontrados en el presente trabajo y que varía entre 95 – 103 cm, según la figura 3, estos resultados posiblemente se debe a que la altura de la planta del cultivo de arroz, está definida en el código genético en la misma planta y que se expresa en forma homogénea en condiciones de selva.

Según MINGUILLO (1981), en su libro titulado “fertilización del cultivo de arroz”, menciona que la altura de la planta en el cultivo de arroz depende de varios factores tales como el tipo de planta, radiación solar, manejo de agua, temperatura, prácticas culturales, propiedades del suelo y sobre todo el buen uso de las dosis de fertilizantes nitrogenados.

Con respecto a lo mencionado por distintos autores, se observó que la altura de la planta en las diferentes etapas de medición a los 25, 75 y 125 días la combinación que mayor altura fue 40 kg de semilla + 140 kg de nitrógeno/há con 16.775 cm, 75.675 cm y 103.2 cm respectivamente, lo que hace a esta variedad, que su poder genético varié de acuerdo a las labores culturales; en el caso de una la siembra trasplante y la siembra al voleo existe una gran diferencia en la altura de la plantas, ya que en la primera siembra el macollo se aclimata a habitas favorables, mientras que la segunda siembra la semilla comparte un fin de habitas adversos con el medio ambiente.

4.2 Volumen de la raíz a los 25, 75 y 125 días después del voleo.

De los resultados y análisis del ANVA (Cuadro 13), se deduce lo siguiente:

- Para bloques, solo para el volumen de la raíz a los 25 días se encontró diferencia estadística significativa, pero no existe diferencia estadística significativa en los volúmenes de raíz a los 75 y 125 días después del voleo de arroz.
- Referente a los tratamientos, existe significación estadística a los 25 días y alta significancia estadística a los 75 y 125 días, lo cual quiere decir que al menos un tratamiento difiere del resto en volúmenes de raíz en siembra al voleo de arroz.
- Referente a la densidad de siembra (A), existe alta significancia estadística a los 25, 75 y 125 días, lo que quiere decir que al menos una densidad de siembra difiere del resto en el volumen de la raíz. En cuanto a los niveles de fertilización nitrogenada (B), existe alta significación estadística a los 125 días, sin embargo a los 25 y 75 días no existe significación estadística, lo cual quiere decir que todos los niveles de fertilización nitrogenada presentan efectos similares.
- Referente a la interacción (A x B), no existe significación estadística, para el volumen de raíz a los 25, 75 y 125 días después de la siembra voleo.
- El coeficiente de variabilidad (%) para el volumen de raíz a los 25, 75 y 125 días después del voleo en arroz fue: 19.69 % ,11.49 % y 5.96 % respectivamente. Detectándose que el coeficiente de variabilidad a los 25 días tiene buena homogeneidad hasta una excelente homogeneidad, es decir el siguiente parámetro evaluado sus resultados son muy confiables.

Cuadro 13. Análisis de variancia para el volumen de planta a los 25, 75 y 125 días después de la siembra, de tres densidades de siembra en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrados medios		
		Volumen de la raíz a los		
		25 dds	75 dds	125 dds
Bloques	3	11.806 S	7.638 NS	13.690 NS
Tratamientos	11	6.811 S	40.719 AS	44.730 AS
Densidad de siembra (A)	2	20.271 AS	156.771 AS	201.060 AS
Niveles de fertilización N (B)	3	0.611 NS	11.806 NS	10.740 AS
Interacción (A x B)	6	5.423 NS	16.493 NS	9.520 NS
Error experimental	33	2.775	8.396	5.900
Total	47			

CV: 19.69 % 11.49 % 5.96 %

S : Existe significancia estadística al 5 % de probabilidad.

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

NS: No existe significancia estadística al 5% de probabilidad.

En el Cuadro 14, se muestra la prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), de el volumen de la raíz a los 25 y 75 días para efectos principales, para la densidad de siembra, se observa que a “40 kg de semilla ha⁻¹” obtuvo mayor número volumen de la raíz días con 9.750 y 28.75 cc respectivamente, superando numéricamente las densidades de siembra “80 kg de semilla ha⁻¹” y “60 kg de semilla ha⁻¹”.

Cuadro 14. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de densidad de siembra (A) en el volumen de la raíz a los 25 y 75 días.

Fuente de variación	Medias		Fuente de variación	Medias	
	Volumen de raíz a los 25 días (cc)			Volumen de raíz a los 75 días (cc)	
Densidad de siembra			Densidad de siembra		
a ₃	9.750	a	a ₃	28.750	a
a ₁	7.937	b	a ₂	24.062	b
a ₂	7.697	b	a ₁	22.812	b

a₁= 80 kg de semilla ha⁻¹. a₂= 60 kg de semilla ha⁻¹. a₃=40 kg de semilla há⁻¹

En el Cuadro 15, se muestra la prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para la densidad de siembra a los 125 días y se observa que con “40 kg de semilla ha⁻¹” obtuvo mayor volumen de raíces con 44.625 cc y para los niveles de fertilización nitrogenada se observa que el mejor nivel de fertilización fue de 140 kg N ha⁻¹, en el volumen de la raíz a los 125 días después del voleo.

Cuadro 15. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal densidad de siembra (A) y niveles de fertilización nitrogenada (B) en el volumen de raíz a los 125 días.

Fuentes de variación	Medias	
	Volumen de raíz a los 125 días (cc)	
Densidad de siembra		
a ₃	44.625	a
a ₂	39.687	b
a ₁	37.750	b
Niveles de fertilización nitrogenada		
b ₄	41.667	a
b ₃	41.250	a
b ₂	40.250	a
b ₁	39.583	b

a₁= 80 kg de semilla ha⁻¹. a₂= 60 kg de semilla ha⁻¹. a₃=40 kg de semilla ha⁻¹
 b₁= 50.4 kg N ha⁻¹. b₂= 80 kg N ha⁻¹. b₃=110 kg N ha⁻¹. b₄= 140 kg N ha⁻¹.

Según GONZÁLES (1981), menciona que existen variedades que absorben fácilmente los fertilizantes, aumentando fácilmente el volumen radicular y así obtener un buen con el macollo; el momento de la floración corresponde al máximo desarrollo. A partir de este momento, se paraliza la producción de nuevas raíces y las emitidas inicialmente se encuentran prácticamente inactivas a partir de la maduración.

RIMACHE (2008), en su libro titulado “cultivo de arroz”, expresa que la longitud de las raíces crece cuando se incrementa el nivel de nitrógeno en el cultivo; las raíces de las variedades de alta respuesta al nitrógeno son más largas que las raíces de variedades de baja respuesta al nitrógeno son cortas

El siguiente trabajo de investigación los Cuadros 14 y 15; en lo que concierne al factor A: densidad de siembra, presentan respuestas similares, observándose que en las tres estadios de mediciones del cultivo obtuvimos que la densidad 40 kg de semilla ha⁻¹ desarrollado adecuadamente en el volumen de raíces por lo tanto en general, la variedad “La Conquista” INIA 507 es una variedad precoz, lo que le caracteriza que esta variedad sus raíces absorben con facilidad al nitrógeno para obtener un buen macollamiento y floración.

4.3 Número de macollo golpe⁻¹ a los 25, 57 y 125 días después del voleo.

De los resultados y análisis del ANVA Cuadro 16, se deduce lo siguiente:

- Para bloques, no existe significancia estadística, por tener efectos similares en cuanto al número de macollos golpe⁻¹ a los 25 días; pero si hay altamente significancia estadística en cuanto al número de macollos a los 75 y 125 días después del voleo de arroz.
- Referente a los Tratamientos y densidad de siembra (A), existe significancia estadística a los 25 días y alta significancia estadística a los 75 y 125 días, es decir al menos un tratamiento y una densidad de siembra (A) diferente del resto en el número de macollos a los 25, 75 y 125 dds de arroz
- Referente a los niveles de fertilización nitrogenada (B), no existe significancia estadística, por tener efectos similares de fertilización nitrogenada en el número de macollos a los 25 días; y si existe alta significancia estadística a los 75 y 125 dds, es decir al menos un nivel de fertilización nitrogenada fue diferente a los demás en número de macollos en el voleo de arroz.
- Referente a la interacción (A x B), no existe significancia estadística a los 25 días, lo que quiere decir que todos los tratamientos presentan efectos similares en el número de macollos. Ocurriendo lo contrario a los 75 y 125 días si existe alta significancia estadística en el número de macollos en el voleo de arroz.
- El coeficiente de variabilidad (%) para el número de macollos a los 25, 75 y 125 dds fue 19.30 %, 3.73 % y 5.96 %.obteniendose que el coeficiente de variabilidad se obtuvo buena homogeneidad hasta una excelente

homogeneidad, por lo tanto los resultados obtenidos en este parámetro son muy confiables.

Cuadro 16. Análisis de variancia para el número de macollos a los 25, 75 y 125 días, de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Fuentes de variación	G.L	Cuadrados medios					
		Número de macollos golpe ⁻¹					
		25 dds		75 dds		125 dds	
Bloques	3	0.040	NS	2.687	AS	2.187	AS
Tratamientos	11	0.520	S	11.597	AS	12.680	AS
Densidad de siembra (A)	2	0.260	S	38.687	AS	38.688	AS
Niveles de fertilización N (B)	3	0.090	NS	10.799	AS	14.944	AS
Interacción (A x B)	6	0.170	NS	2.965	AS	2.965	AS
Error experimental	33	0.233		0.429		0.556	
Total	47						
CV:		19.30 %		3.73 %		5.96 %	

S : Existe significancia estadística al 5 % de probabilidad.

AS : Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

NS : No existe significancia estadística al 5% de probabilidad.

La falta de significancia de los factores en estudio en cuanto al número de macollos golpe⁻¹ puede deberse entre otras cosas a la permanente inmersión en agua, que fueron sometidas las plántulas siguiendo el método convencional generando de esta manera una interacción negativa entre el funcionamiento del suelo y la respiración de la planta de arroz de manera que no le permite expresar las propiedades del patrón de macollamiento que caracteriza al arroz y que de alguna manera tuvieron que competir por luz y nutrientes (NORMAN, 2001).

En el Cuadro 17, se muestra la prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), del número de macollos a los 25 días para efectos principales, Para la densidad de siembra, se observa que a los “40 kg de semilla ha⁻¹” obtuvo mayor número de macollos con 2.812.

Cuadro 17. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de densidad de siembra (A) en número de macollos golpe⁻¹ a los 25 días.

Fuentes de variación	Medias
	Número de macollos golpe ⁻¹ a los 25 días
Niveles de fertilización nitrogenada	
a ₃	2.812 a
a ₂	2.500 b
a ₁	2.250 b

a₁= 80 kg de semilla ha⁻¹. a₂= 60 kg de semilla ha⁻¹. b₃=110 kg de semilla ha⁻¹.

a. Efecto interaccional de densidades de siembra por niveles de fertilización nitrogenada a los 75 y 125 días después de las siembra

En el Cuadro 18 respecto al análisis de variancia de efectos simples para el número de macollo a los 75 días, se deduce que:

-Existe interacción diferencial altamente significativa entre las densidades de siembra (A) y los niveles de fertilización nitrogenada (B), cuando se combina con los niveles de fertilización nitrogenada (B): b₁ (50.40 kg de N ha⁻¹), b₂ (80 kg de N ha⁻¹), b₃ (110 kg de N ha⁻¹) y b₄ (140 kg de N ha⁻¹) y viceversa cuando los niveles de fertilización nitrogenada (B) cuando se com-bina las

densidades de siembra (A): a_2 (60 kg de semilla de arroz ha^{-1}) y a_3 (40 kg de semilla de arroz ha^{-1}), para el número de macollo a los 75 y 125 días después del voleo de arroz.

-No existe interacción significativa entre los niveles de fertilización nitrogenada (B) cuando se combina con las densidades de siembra (A): a_1 (60 kg de semilla de arroz ha^{-1}), lo que quiere decir que esta combinación a los 125 días tuvieron efectos similares.

Cuadro 18. Análisis de variancia de efectos simples para el número de macollo $golpe^{-1}$ a los 75 y 125 días después de la siembra.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios			
		Número de macollos $golpe^{-1}$ a los 75 y 125 días después de la siembra			
		75 días	Sign.	125 días	Sign.
Densidades de siembra (A)					
A en b_1	3	2.722	AS	2.889	AS
A en b_2	3	1.722	AS	2.889	AS
A en b_3	3	13.556	AS	10.722	AS
A en b_4	3	13.772	AS	15.056	AS
Niveles de N (B)					
B en a_1	2	0.375	AS	1.594	NS
B en a_2	2	5.125	AS	4.344	AS
B en a_3	2	19.594	AS	25.125	AS
Error experimental	33	0.429		0.556	

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

NS: No existe significancia estadística al 5% de probabilidad.

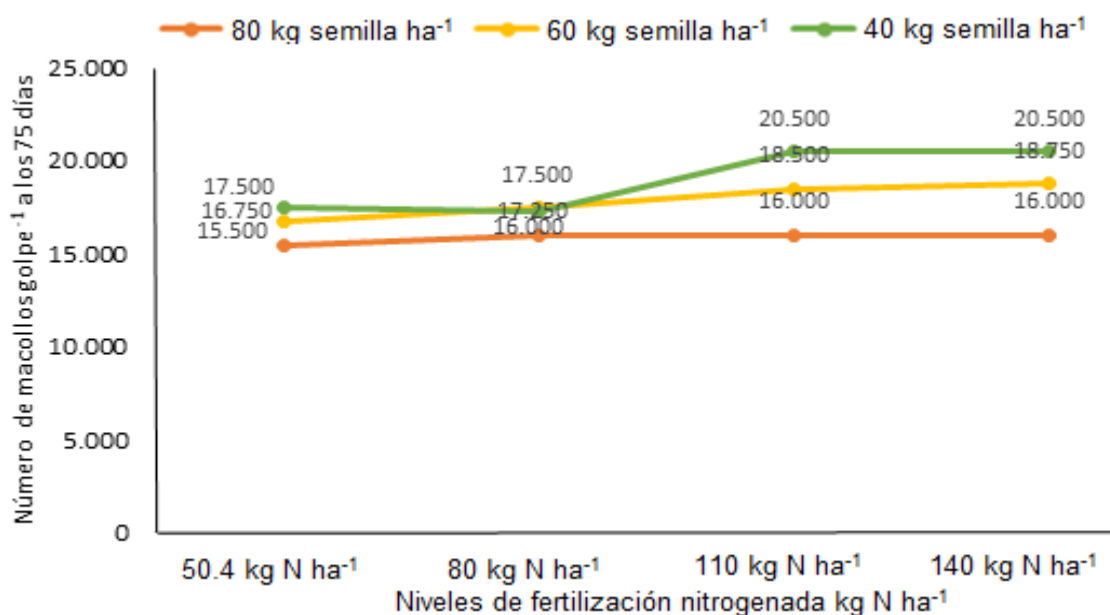


Figura 4. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en el número de macollos golpe⁻¹ a los 75 días después del voleo.

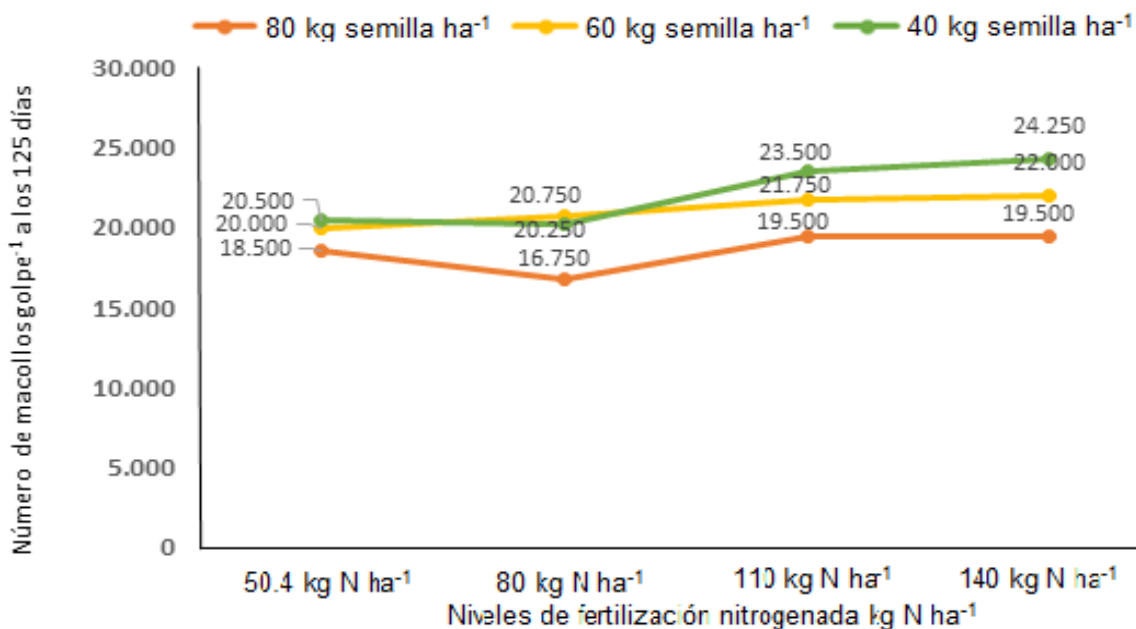


Figura 5. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en número de macollos golpe⁻¹ a los 125 días después del voleo.

Según MAHAPATRA. *et. al*, (1970), los macollos primarios efectivos se producen en la cuarta semana después de la siembra independientemente de los cultivares, pudiendo alcanzar en una semana aproximadamente el 75 a 85 % de la altura del tallo principal, los macollos secundarios y terciarios, desarrollados dentro de la cuarta semana, deben alcanzar una altura de 70 a 75 % y 60 a 70 %, respectivamente, del tallo principal para que se convierta en fértiles.

GARCIA, (2010). Mediante la comparación de medias de Duncan ($\alpha=005$), colocan al tratamiento T₄ (siembra a los 12 días con 1 planta) con mayor promedio aritmético a los 45 días después de la germinación con 17 macollos golpe⁻¹. Y a los 90 días después de la germinación el T₇ (siembra a los 7 días con 2 plantas) ocupó mayor promedio aritmético con 14.30 macollos golpe⁻¹, lo que demuestra que hay plantas con diferentes densidades de siembra, diferentes días de siembra que se recuperan posteriormente debido a su poder de aclimatación y poder genético de la misma planta.

Según MAHAPATRA. *et. al* (1970); en la séptima semana se produce el periodo de máximo macollamiento independientemente de la duración del crecimiento del cultivar.

En general cultivares tardíos producen mayor número de macollos que variedades precoces, aunque se observa considerable entre grupos de

similar periodo vegetativo. El rango de macollamiento sin embargo es mayor en cultivares precoces que en tardíos. El porcentaje de mortalidad es mínimo en cultivares precoces y máximo en tardíos.

Según GONZÁLES (1981), el número de macollos promedio por planta es un carácter que varía con los cultivares, encontrándose entre 10 a más de 30, aunque puede ser significativamente modificado por la fertilización y la densidad del cultivo.

Por lo tanto existen cultivares, que de acuerdo a su material genético y/o ciclo fenológico, necesariamente necesitan de dos factores (densidad de siembra y nivel de nitrógeno) para obtener un buen macollamiento y así obtener mayores rendimientos.

La combinación que más eficacia obtuvo según la Figura 5 y 6 en este parámetro es el de 40 kg de semilla ha^{-1} + 140 kg de nitrógeno ha^{-1} con 20.5 y 24.25 macollos $planta^{-1}$.

4.4 Número de panojas metro⁻²

De los resultados y análisis del ANVA Cuadro 19, se deduce lo siguiente:

- Para bloques, no existe significancia estadística, por tener efectos similares en cuanto al número de panojas metro⁻².
- Referente a los Tratamientos, si existe alta significancia estadística, es decir al menos un tratamiento o combinación fue diferente a los demás en cuanto al número de panojas/metro cuadrado.
- Referente a densidad de siembra (A), no existe significancia estadística, por tener efectos similares en la densidad de siembra en el número de panojas metro⁻².
- Referente a los niveles de fertilización nitrogenada (B), si existe alta significancia estadística, por tener efectos diferentes de fertilización nitrogenada en el número de panojas metro⁻².
- Referente a la interacción (A x B), no existe significancia estadística, lo que quiere decir que todos los tratamientos presentan efectos similares en el número de panojas metro⁻².
- El coeficiente de variabilidad (%) para el número de panojas metro⁻² fue 1.94 %; obteniéndose una excelente homogeneidad. Es decir que el coeficiente de variabilidad del parámetro evaluado sus resultados son muy confiables.

Cuadro 19. Análisis de variancia para el número de panojas metro⁻², de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Fuente de variación	G.L	Cuadrados medios	
		Número de panoja m ⁻²	Sign.
Bloques	3	494.944	NS
Tratamientos	11	55118.561	AS
Densidad de siembra (A)	2	42.333	NS
Niveles de fertilización N (B)	3	202038.167	AS
Interacción (A x B)	6	17.500	NS
Error experimental	33	172.899	
Total	47		

CV: 1.94 %

S : Existe significancia estadística al 5 % de probabilidad.

NS: No existe significancia estadística al 5 % de probabilidad.

En el Cuadro 20, se muestra la prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), del número de panojas metro⁻² para efectos principales, Para los niveles de fertilización nitrogenada, se observa que con “140 kg N ha⁻¹” se obtuvo mayor número de panoja metro⁻² con 799.250 panojas superando numéricamente a los niveles de “110 kg N ha⁻¹”, “80 Kg N ha⁻¹” y “50.4 Kg N ha⁻¹”.

Cuadro 20. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de niveles de fertilización nitrogenada (B) en el número de panojas metro⁻².

Fuentes de variación	Medias
	Número de panojas m ⁻²
Niveles de fertilización nitrogenada	
b ₄	799.250 a
b ₃	718.917 a
b ₂	703.500 a
b ₁	495.000 b

b₁= 50.4 kg N ha⁻¹. b₂= 80 kg N ha⁻¹. b₃=110 kg N ha⁻¹. b₄=140 kg N ha⁻¹.

Según HERNÁNDEZ, (1982), el número de panojas metro⁻² es consecuencia de la densidad y el comportamiento macollador de la variedad. Niveles superiores al óptimo de densidad de siembra, determina correlaciones negativas con los componentes de rendimiento, que tiende a ser constante bajo ciertas condiciones.

Según GARCÍA, (2010), para el número de panojas golpe⁻¹, menciona que el testigo ocupó el último lugar, lo que nos indica que sembrando a los 22 ddg. y con tres plantas por golpe generan un número menor de panojas (7.30 panojas), comparado con el tratamiento a₂b₁ (siembra a los 12 ddg. Y con una planta golpe⁻¹) que tiene un promedio de 13.30 panojas, indicándose así en el metro cuadrado un promedio de número de panoja de 332.5 panojas m⁻².

4.5 Número de espiguillas fértiles panoja⁻¹

De los resultados y análisis del ANVA Cuadro 21, se deduce lo siguiente:

- Para bloques, existe alta significancia estadística, por tener efectos diferentes en cuanto al número de espiguillas fértiles panoja⁻¹ en siembra al voleo de arroz.

- Referente a los Tratamientos, si existe alta significancia estadística, es decir al menos un tratamiento o combinación fue diferente a los demás, para a densidad de siembra (A), existe alta significancia estadística, lo que quiere decir que al menos una densidad de siembra difiere del resto, referente a los niveles de fertilización nitrogenada (B), existe alta significancia estadística, lo que quiere decir que al menos uno de los niveles de fertilización nitrogenada difiere del resto y referente a la interacción (A x B), existe alta significancia estadística, lo que quiere decir que al menos uno de los tratamientos difiere del resto, para lo cual es necesario realizar el análisis de variancia de efectos simples para el número de espiguillas fértiles/ panoja del voleo de arroz.

- El coeficiente de variabilidad (%) para el número de espiguillas fértiles panoja⁻¹ fue 6.32 %, obteniéndose así que el coeficiente de variabilidad tuvo como resultado una excelente homogeneidad. Es decir que el parámetro evaluado sus resultados son muy confiables.

Cuadro 21. Análisis de variancia para el número de espiguillas fértiles panoja⁻¹, de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		Número de espiguillas fértiles panoja ⁻¹	
Bloques	3	11189.200	AS
Tratamientos	11	16455.328	AS
Densidad de siembra (A)	2	40237.650	AS
Niveles de fertilización N (B)	3	6266.467	AS
Interacción (A x B)	6	13622.317	AS
Error experimental	33	858.977	
Total	47		

CV: 6.32 %

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

a. Efecto interaccional de densidades de siembra por niveles de fertilización nitrogenada

En el Cuadro 22 respecto al análisis de variancia de efectos simples para el número de espiguillas fértiles panoja⁻¹, se deduce que:

- Existe interacción diferencial altamente significativa entre las densidades de siembra (A) y los niveles de fertilización nitrogenada (B), cuando se combina con los niveles de fertilización nitrogenada (B): b₂ (80 kg de N ha⁻¹), b₃ (110 kg de N ha⁻¹) y b₄ (140 kg de N ha⁻¹) y viceversa cuando los niveles de fertilización nitrogenada (B) cuando se combina las densidades de siembra (A): a₁ (80 kg de semilla de arroz ha⁻¹), a₂ (60 kg de semilla de arroz ha⁻¹) y a₃ (40 kg semilla ha⁻¹), para el número de espiguillas fértiles panoja⁻¹.

- Pero no existe interacción significativa entre las densidades de siembra (A) cuando se combina con el nivel de fertilización (B): b_1 ($50.4 \text{ kg N ha}^{-1}$), lo que quiere decir que esta combinación a los 125 días tuvieron efectos similares.

Cuadro 22. Análisis de variancia de efectos simples para el número de espiguillas fértiles panoja⁻¹ de arroz.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		Número de espiguillas fértiles panoja ⁻¹	
Densidades de siembra (A)			
A en b_1	3	1796.722	NS
A en b_2	3	3255.056	AS
A en b_3	3	3173.722	AS
A en b_4	3	47977.556	AS
Niveles de fertilización N (B)			
B en a_1	2	12959.625	AS
B en a_2	2	13079.000	AS
B en a_3	2	109475.344	AS
Error experimental	33	858.977	

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

NS: No existe significancia estadística al 5 % de probabilidad

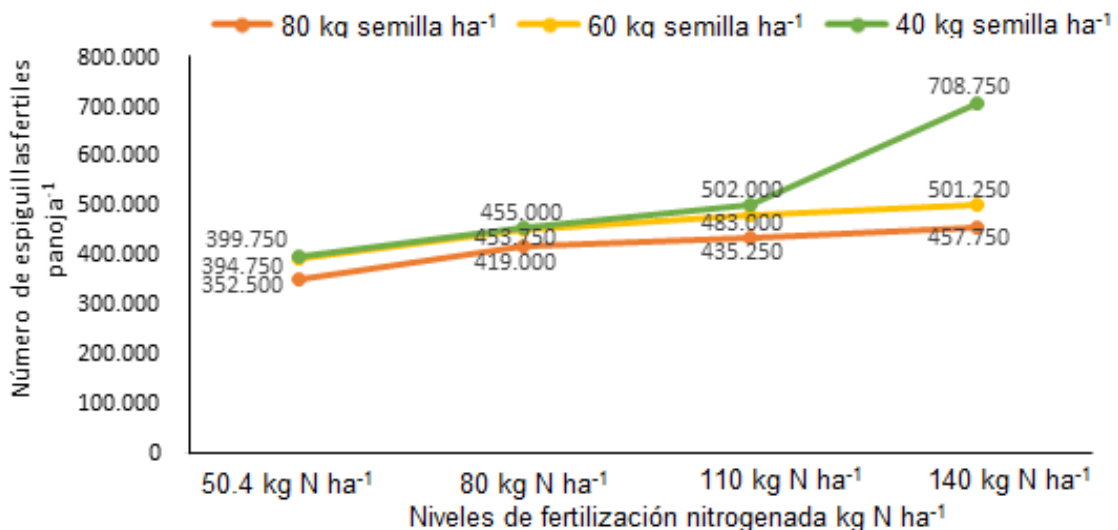


Figura 6. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en el número de espiguillas fértiles panoja⁻¹ de arroz.

Según NORMAN (2001) y VERGARA (1983), para generar panojas más largas que contienen mayor número de espigas, para su llenado se necesitan elementos nutritivos para desarrollarse en el sentido que cuando la planta de arroz es cultivada bajo condiciones de inundación, en suelos saturados y anaeróbicos estos tienden a crear un sistema cerrado de nutrientes particularmente del nitrógeno, pues necesitan ser bombeados dentro de este sistema para obtener más incrementos, creando un ambiente de crecimiento positivo para la planta.

De acuerdo a MATSUBAYASHI (1967), la diferenciación del nudo de la panojas se inicia aproximadamente 32 días antes de la floración. La diferenciación de las espiguillas sucede entre los 15 a 23 días antes de la floración y en este periodo se forma el máximo número de espiguillas.

Sin embargo, ACOSTA y BETEMI (2006), encontraron un promedio 130.80 espiguillas fértiles por panoja en el sistema de labranza convencional, que comparado con el presente trabajo de 708.75 espiguillas fértiles por panoja es una prueba de que la combinación de dos factores como la densidad de siembra (40 kg de semilla) depende mucho del nivel de nitrógeno (140 kg de nitrógeno ha⁻¹), para llevar a cabo la eficiencia del trabajo, además de las características intrínsecas de la variedad.

4.6 Longitud de panoja

De los resultados y análisis del ANVA (Cuadro 23), se deduce lo siguiente:

- Para bloques, existe altamente significancia estadística, por tener efectos diferentes en cuanto a la longitud de panoja (cm).

- Referente a los Tratamientos, si existe alta significancia estadística, es decir al menos un tratamiento o combinación fue diferente a los demás, referente a densidad de siembra (A), existe alta significancia estadística, lo que quiere decir que al menos una densidad de siembra difiere del resto, para a los niveles de fertilización nitrogenada (B), existe alta significancia estadística, lo que quiere decir que al menos uno de los niveles de fertilización nitrogenada difiere del resto y referente a la interacción (A x B), existe altamente significancia estadística, lo que quiere decir que al menos uno de los tratamientos difiere del resto, para lo cual es necesario realizar el análisis de variancia de efectos simples para la longitud de panoja (cm).

- El coeficiente de variabilidad (%) para el tamaño de espiga (cm) fue 0.51 %, obteniéndose así que el coeficiente de variabilidad del análisis de variancia se tuvo como resultado una excelente homogeneidad en el parámetro evaluado. Es decir los resultados obtenidos son muy confiables.

Cuadro 23. Análisis de variancia para la longitud de panoja (cm), de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		Longitud de panoja (cm)	
Bloques	3	8.4222	AS
Tratamientos	11	16.278	AS
Densidad de siembra (A)	2	0.411	AS
Niveles de fertilización N (B)	3	54.866	AS
Interacción (A x B)	6	2.272	AS
Error experimental	33	0.013	
Total	47		

CV: 0.51 %

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

a. Efecto interaccional de densidades de siembra por niveles de fertilización nitrogenada.

En el Cuadro 24 respecto al análisis de variancia de efectos simples para el tamaño de espiga (cm), se deduce que:

- Existe interacción diferencial altamente significativa entre las densidades de siembra (A) y los niveles de fertilización nitrogenada (B), cuando se combina con los niveles de fertilización nitrogenada (B): b_1 (50.4 kg de N ha⁻¹), b_2 (80 kg de N ha⁻¹), b_3 (110 kg de N ha⁻¹) y b_4 (140 kg de N ha⁻¹) y viceversa cuando los niveles de fertilización nitrogenada (B) cuando se combina las densidades de siembra (A): a_1 (80 kg semilla de arroz ha⁻¹), a_2 (60 kg de semilla de arroz ha⁻¹) y a_3 (40 kg de semilla de arroz ha⁻¹), para la longitud de panoja (cm).

Cuadro 24. Análisis de variancia de efectos simples para la longitud de panoja.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		Longitud de panoja (cm)	
Densidades de siembra (A)			
A en b ₁	3	7.646	AS
A en b ₂	3	1.625	AS
A en b ₃	3	1.013	AS
A en b ₄	3	1.292	AS
Niveles de fertilización N (B)			
B en a ₁	2	25.750	AS
B en a ₂	2	47.531	AS
B en a ₃	2	6.708	AS
Error experimental	33	0.013	

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

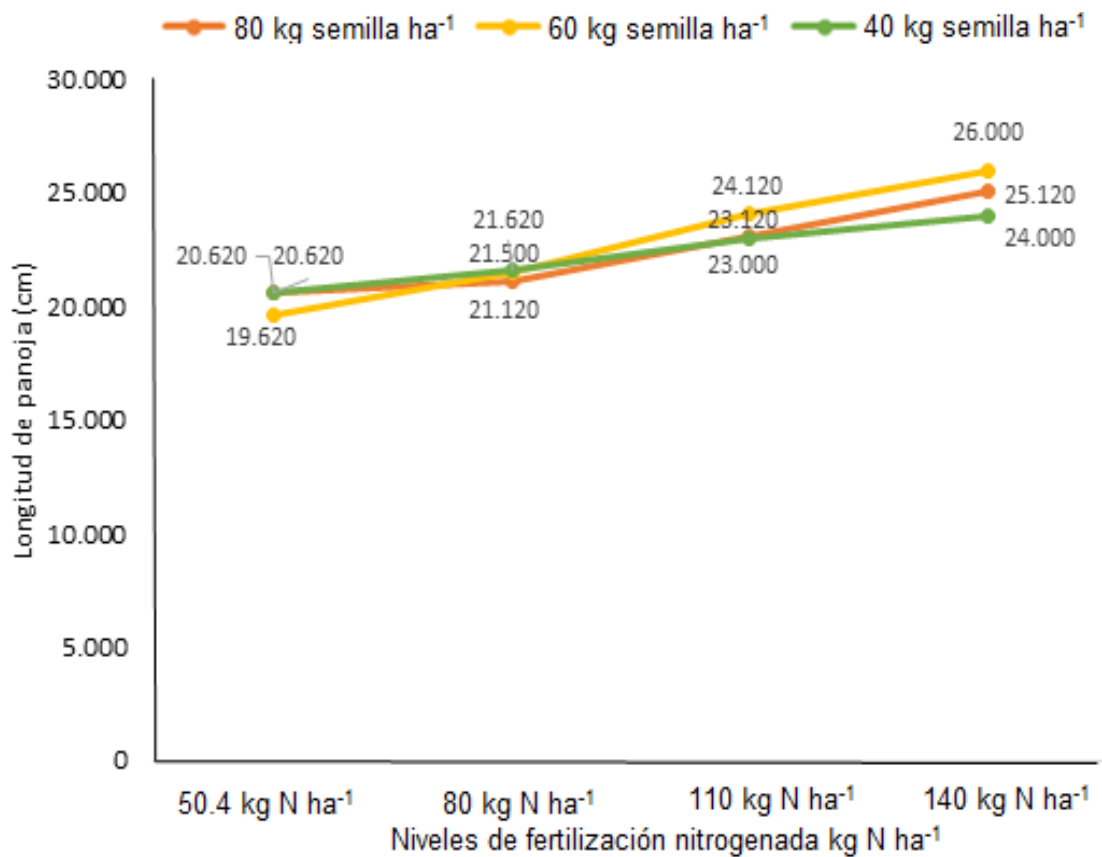


Figura 7. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en la longitud de panoja.

Según HERNÁNDEZ (1982), inicialmente el desarrollo de la panoja o espiga es lento hasta cuando alcanza los 3 – 5 cm de longitud; posteriormente el crecimiento es rápido hasta alcanzar aproximadamente 20 cm en casi una semana, apreciándose simultáneamente el desarrollo de ella una dilatación de la vaina de la hoja bandera, que corresponde al estado de “huso.”

La longitud de panoja reportado por HACIENDA EL POTRERO (2009) en la variedad La Conquista; es de 27 cm, que se asemeja a los resultados encontrados en el presente trabajo a 26 cm, según los datos del Cuadro 22.

Estos resultados posiblemente se deben a la sensibilidad de la variedad a cualquier cambio ambiental, ocurren cambios fisiológicos en la planta como la meiosis.

Una vez emergida la panoja, el mismo día o al día siguiente ocurre la antesis (floración), que generalmente se origina del ápice a la base de la panoja.

4.7 Peso de 1000 granos en gramos metro⁻²

De los resultados y análisis del ANVA Cuadro 25, se deduce lo siguiente:

- Para bloques, existe altamente significancia estadística, por tener efectos diferentes en cuanto al peso de 1000 granos en g m⁻² del voleo de arroz.

- Referente a los Tratamientos, si existe altamente significancia estadística, es decir al menos un tratamiento o combinación fue diferente a los demás, para la densidad de siembra (A), existe altamente significancia estadística, lo que quiere decir que al menos una densidad de siembra difiere del resto, referente a los niveles de fertilización nitrogenada (B), existe altamente significancia estadística, lo que quiere decir que al menos uno de los niveles de fertilización nitrogenada difiere del resto y referente a la interacción (A x B), existe altamente significancia estadística, lo que quiere decir que al menos uno de los tratamientos difiere del resto, para lo cual es necesario realizar el análisis de variancia de efectos simples para el peso de 1000 granos en g m⁻² del voleo de arroz.

- El coeficiente de variabilidad (%) para el peso de 1000 granos en gramos g m⁻² fue 0.67 %. Obteniéndose como resultado una excelente homogeneidad en el parámetro evaluado. Es decir los resultados obtenidos son muy confiables.

Cuadro 25. Análisis de variancia para el peso de 1000 granos en gramos, de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		Peso de 1000 granos en gramos	
Bloques	3	1.458	AS
Tratamientos	11	44.344	AS
Densidad de siembra (A)	2	1.458	AS
Niveles de fertilización N (B)	3	161.285	AS
Interacción (A x B)	6	0.169	AS
Error experimental	33	0.024	
Total	47		

CV: 0.67 %

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

a. Efecto interaccional de densidades de siembra por niveles de fertilización nitrogenada.

En el Cuadro 26 respecto al análisis de variancia de efectos simples para el peso seco de 1000 granos en g m^{-2} , se deduce que:

- Existe interacción diferencial altamente significativa entre las densidades de siembra (A) y los niveles de fertilización nitrogenada (B), cuando se combina con los niveles de fertilización nitrogenada (B): b_1 (50.4 kg de N ha^{-1}), b_2 (80 kg de N ha^{-1}), b_3 (110 kg de N ha^{-1}) y b_4 (140 kg de N ha^{-1}) y viceversa cuando los niveles de fertilización nitrogenada (B) cuando se combina las densidades de siembra (A): a_1 (80 kg de semilla de arroz ha^{-1}), a_2 (60 kg de semilla de arroz ha^{-1}) y a_3 (40 kg de semilla de arroz ha^{-1}), para el peso de 1000 granos en g m^{-2} .

Cuadro 26. Análisis de variancia de efectos simples para el peso de 1000 granos en gramos del voleo de arroz.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		Peso seco de 1000 granos en gramos	
Densidades de siembra (A)			
A en b ₁	3	0.080	AS
A en b ₂	3	0.237	AS
A en b ₃	3	0.347	AS
A en b ₄	3	0.336	AS
Niveles de fertilización N (B)			
B en a ₁	2	77.561	AS
B en a ₂	2	80.104	AS
B en a ₃	2	89.384	AS
Error experimental	33	0.024	

AS: Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

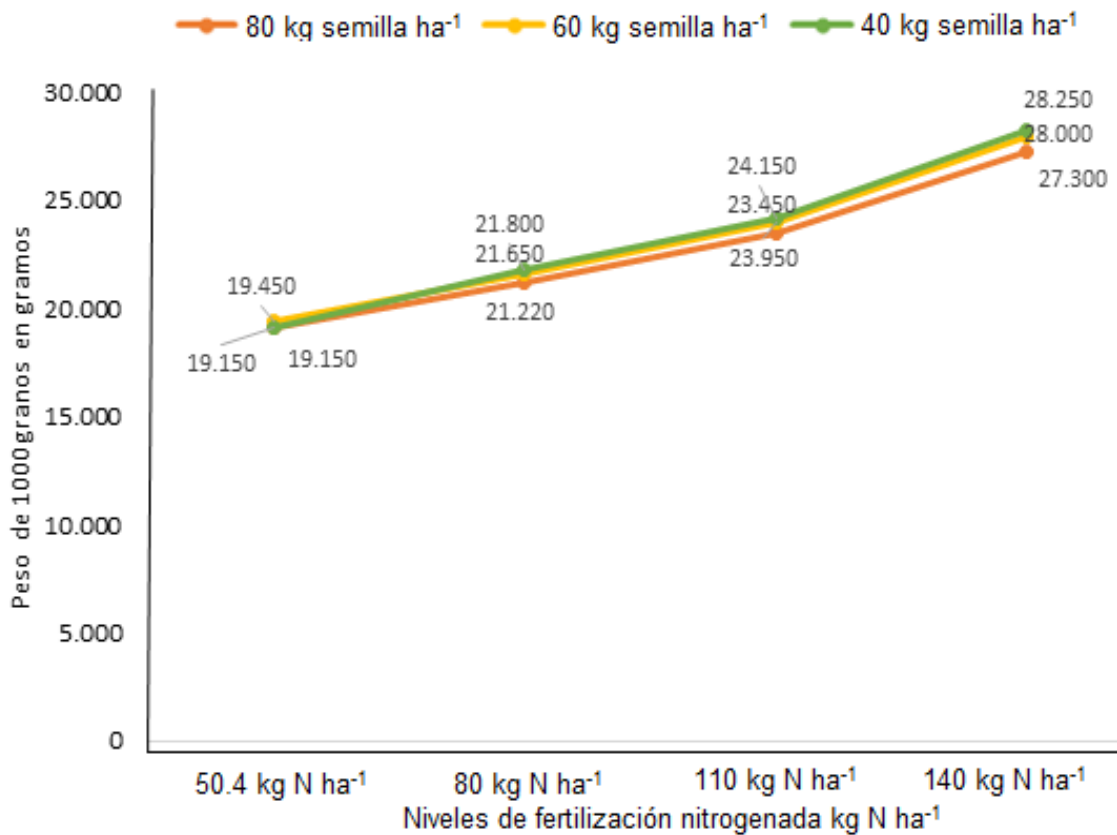


Figura 8. Efectos simples de las tres densidades de siembra con distintos niveles de fertilización nitrogenada en el peso de 1000 granos.

MINGUILLO (1981), menciona que en dos variedades de arroz IR-8, Minabir 2; el número de granos panoja⁻¹ y/o peso de 1000 granos de arroz está influenciado de acuerdo a las dosis de fertilización nitrogenada (240 y 320 kg de N ha⁻¹) respectivamente.

Según la prueba de Duncan de los tratamientos, al parecer este carácter es independiente de los factores que se estudiaron, pues el peso de los granos se define en la etapa del espigamiento conforme lo manifiesta (ANGLADETTE, 1969; FRANQUET y BORRAS, 2006).

El peso de 1000 semilla reportado por INIA (2005) y HACIENDA EL POTRERO (2009), en la variedad La Conquista, es de 28.00 g, que se asemeja a los resultados encontrados en el presente trabajo y que varía entre 19.15 a 28.25 gramos.

Según los datos del Cuadro 25, presentas estos resultados, posiblemente se debe a un buen macollamiento, a un buen espigado, buena floración y sobre todo a una buena densidad de siembra acompañada de un buen nivel de fertilización.

4.8 Rendimiento de arroz en cáscara

De los resultados y análisis del ANVA Cuadro 27, se deduce lo siguiente:

- Para bloques, existe altamente significancia estadística, por tener efectos diferentes, en cuanto a los tratamientos, si existe alta significancia estadística, es decir al menos un tratamiento o combinación fue diferente a los demás, para la densidad de siembra (A), existe alta significancia estadística, lo que quiere decir que al menos una densidad de siembra difiere del resto.
- referente a los niveles de fertilización nitrogenada (B), existe altamente significancia estadística, lo que quiere decir que al menos uno de los niveles de fertilización nitrogenada difiere del resto del rendimiento de arroz en cáscara kg ha^{-1} del voleo de arroz.
- Referente a la interacción (A x B), no existe significancia estadística, lo que quiere decir que los tratamientos son similares a los del resto, para lo cual es necesario realizar el análisis del efecto principal para el rendimiento de arroz en cáscara kg ha^{-1} del voleo de arroz.
- El coeficiente de variabilidad (%) para el rendimiento de arroz en cascara kg ha^{-1} fue 0.91 %. detectándose una excelente homogeneidad, es decir que el parámetro evaluado sus resultados son muy confiables.

Cuadro 27. Análisis de variancia del rendimiento de arroz en cáscara, de tres densidades de siembras en los diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		Rendimiento de arroz en cáscara (kg ha ⁻¹)	
Bloques	3	93 888.90	AS
Tratamientos	11	2 648 342.45	AS
Densidad de siembra (A)	2	83 958.30	AS
Niveles de fertilización N (B)	3	9 653 922.33	AS
Interacción (A x B)	6	347.22	NS
Error experimental	33	2 828.28	
Total	47		

CV: 0.91 %

AS : Existe alta significancia estadística al 5 % de probabilidad.

NS : No existe significancia estadística al 5 % de probabilidad.

En el Cuadro 28, se muestra la prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el rendimiento de arroz en cascara kg ha⁻¹ de los efectos principales, Para la densidad de siembra, se observa que a “60 kg de semilla ha⁻¹” obtuvo mayor rendimiento de arroz en cáscara kg ha⁻¹ con 5900 kg superando numéricamente a las densidades de siembra de “60 kg de semilla ha⁻¹” y “80 kg de semilla ha⁻¹”. Y para los niveles de fertilización nitrogenada el mayor nivel de fertilización nitrogenada es de 140 kg de nitrógeno ha⁻¹, seguido de los niveles de 110, 80 y 50.4 kg de nitrógeno ha⁻¹ para el rendimiento de arroz en cáscara.

Cuadro 28. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de densidad de siembra (A) y niveles de fertilización nitrogenada (B) para el rendimiento de arroz en cáscara kg ha^{-1} .

Fuentes de variación	Cuadrados Medios	
	Rendimiento	de arroz en cáscara (kg ha^{-1})
Densidad de siembra		
a ₂	5900.00	a
a ₁	5843.75	b
a ₃	5756.25	b
Niveles de fertilización nitrogenada		
b ₄	7008.333	a
b ₃	6000.000	b
b ₂	5391.670	b
b ₁	4983.333	b

a₁= 80 $\text{kg de semilla ha}^{-1}$. a₂= 60 $\text{kg de semilla ha}^{-1}$. a₃=40 $\text{kg de semilla ha}^{-1}$.
b₁= 50.4 kg N ha^{-1} . b₂= 80 kg N ha^{-1} . b₃=110 kg N ha^{-1} b₄= 140 kg N ha^{-1} .

Según SANCHEZ y LARREA (1971), la densidad de siembra, el distanciamiento y la capacidad de macollamiento de los cultivares, afectan la producción de arroz sembrado directamente y producen fuertes interacciones entre estas variables.

Según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal en el rendimiento de arroz en cascara (kg ha^{-1}), se tuvo como primer lugar a la combinación 60 $\text{kg de semilla ha}^{-1}$ + 140 kg de N ha^{-1} con 5900 $\text{kg de arroz en cascara}$ al 14 % de humedad, también destacaron en los demás

comportamientos positivos en la: altura de planta ocupando el cuarto lugar a los 125 días con 99.075 cm, volumen de raíz ocupando el primer lugar a los 125 días con 44.625 ml), así mismo ocupando el tercer lugar los parámetros como número de macollos golpe⁻¹ y espiguillas fértiles panoja⁻¹ a los 125 días con 22.00 cm y 501.25 unidades de espiguillas fértiles, longitud de panoja ocupó el primer lugar con 26.00 cm, peso seco de 1000 granos en gramos ocupando el segundo lugar con 28.00 g, estas características se han unido para dar el rendimiento de arroz en cáscara, conforme lo manifiesta NORMAN (2001), para obtener mejores rendimientos es necesario utilizar el tipo de planta con densidades adecuadas y a su vez aprovechar al máximo la absorción del nitrógeno como también los demás nutrientes fosforo y potasio.

En el Cuadro 29, se muestra la prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el rendimiento de arroz en cáscara kg ha⁻¹ de los efectos principales de los tratamientos y/o combinaciones, se observa que el T₄ “80 Kg de semilla/ha” + “140 kg de nitrógeno ha⁻¹” obtuvo mayor rendimiento de arroz en cáscara kg ha⁻¹ con 7100 kg superando a las combinaciones de los tratamientos T₈ “60 kg de semilla ha⁻¹” + “140 kg de nitrógeno ha⁻¹” y T₁₂ “40 kg de semilla ha⁻¹” + “140 kg de nitrógeno ha⁻¹” con 7000 kg y 6925 kg de arroz, que quedaron en el segundo y tercer lugar en el rendimiento de arroz en cáscara kg ha⁻¹.

Cuadro 29. Prueba de significación de Duncan ($\alpha=0.05$), para el efecto principal de los tratamientos en el rendimiento de arroz en cáscara.

Tratamientos	Clave	Rendimiento de arroz en cáscara kg ha ⁻¹ Significancia
T ₄ (80 kg semilla ha ⁻¹ + 140 kg N ha ⁻¹)	a ₁ b ₄	7100 a
T ₈ (60 kg semilla ha ⁻¹ + 140 kg N ha ⁻¹)	a ₂ b ₄	7000 a
T ₁₂ (40 kg semilla ha ⁻¹ + 140 kg N ha ⁻¹)	a ₃ b ₄	6925 a
T ₇ (60 kg semilla ha ⁻¹ + 110 kg N ha ⁻¹)	a ₂ b ₃	6100 a
T ₃ (40 kg semilla ha ⁻¹ + 110 kg N ha ⁻¹)	a ₁ b ₃	6000 a
T ₁₁ (80 kg semilla ha ⁻¹ + 110 kg N ha ⁻¹)	a ₃ b ₃	5900 ab
T ₆ (60 kg semilla ha ⁻¹ + 80 kg N ha ⁻¹)	a ₂ b ₂	5500 b
T ₂ (80 kg semilla ha ⁻¹ + 80 kg N ha ⁻¹)	a ₁ b ₂	5375 b
T ₁₀ (40 kg semilla ha ⁻¹ + 80 kg N ha ⁻¹)	a ₃ b ₂	5300 b
T ₅ (60 kg semilla ha ⁻¹ + 50.4 kg N ha ⁻¹)	a ₂ b ₁	5000 b
T ₁ (80 kg semilla ha ⁻¹ + 50.4 kg N ha ⁻¹)	a ₁ b ₁	4900 b
T ₉ (40 kg semilla ha ⁻¹ + 50.4 kg N ha ⁻¹)	a ₃ b ₁	4900 b

Para el rendimiento en el efecto principal de los factores en estudios se observó que el factor A y el factor B tuvieron gran independización de sus resultados ya que son factores evaluados por si solo y no combinados, algo diferente a lo que ocurre con el efecto principal de los tratamientos; el T₄ (80 kg de semillas ha⁻¹ + 140 kg de N ha⁻¹) tuvo el mayor rendimiento con 7100 kg de arroz en cáscara ha⁻¹, seguidamente el T₈ (60 kg de semillas ha⁻¹ + 140 kg de N ha⁻¹) con 7000 kg de arroz en cascara ha⁻¹ y ocupando el último lugar el T₉ (40 kg de semillas ha⁻¹ + 50.4 kg de N ha⁻¹) con 4900 kg de arroz en cáscara/ha⁻¹. Esto nos ayudara analizar el análisis económico de los tratamientos la siembra directa “voleo”.

4.9 Análisis económico de los tratamientos en estudio

Al realizar el experimento se registraron los costos que se incurrían en el campo, estos fueron extrapolados a hectárea. Los costos que incluyen en el experimento son en base a la mano de obra e insumos.

Los ingresos brutos son en base al precio del arroz grano que se comercializa, se ha considerado a un precio de S/.2.00 por kilo; los precios de cada fertilizante son: urea (50 kg saco⁻¹) a S/ 86.00, Superfosfato triple de calcio SPT (50 kg saco⁻¹) a S/ 100.00, Cloruro de potasio (50 kg saco⁻¹) a S/ 90.00 y sus respectivas cantidades de semilla certificada (40 kg saco⁻¹) a S/ 124.00, los jornales se están tomando en cuenta de acuerdo a los costos del año pasado S/ 35.00, precio por kilo de arroz: S/. 2.20

El Cuadro 30 se muestra el resumen los costos y el análisis económico aplicado para este experimento. Como se puede apreciar, los costos bases aplicación de nitrógeno (50.4 kg de urea) con distintas densidades de siembra es de S/. 2764 (T₁), S/. 2702 (T₅) y S/. 2640 (T₉); el resto de los tratamientos están en función de sus respectivos niveles de aplicación de nitrógeno (kg de urea), Como también se puede apreciar que el mayor ingreso beneficio/costo (B/C) se obtiene con el T₄ que corresponde a (80 kg de semilla ha⁻¹+ 140 kg de N ha⁻¹), logrando una rentabilidad de S/ 7 908, seguido de T₈ (60 kg de semilla ha⁻¹+ 140 kg de N ha⁻¹) y T₁₂ (40 kg de semilla ha⁻¹ + 140 kg de N ha⁻¹) con rentabilidad de S/ 7 906 y S/ 7 852.5 respectivamente. También se incluyeron los rendimientos logrados para calcular los ingresos y análisis económico para la siembra al trasplante, Cuadro 31.

Cuadro 30. Análisis económico del cultivo de arroz sometido a experimento (Voleo)

Tratamientos		Costos parciales por ha (S/.)												Ingresos			Beneficio/Costo (S/)	
Nº	Clave	Mano de obra					Insumos							Total (S/)	Rdto en cascara kg.ha ⁻¹	Pilado (70%) del Rdto en cáscara		Venta (S/)
		Preparación de terreno	Siembra (voleo)	Labores culturales jornales	Cosecha	Semillas	Fertilizantes			Insecticida (Lesenta)	Herbicida (Nominé)	Fungicidas						
							Urea	SPT	KCl			(Antracol)	(Nativo)					
T ₁	a ₁ b ₁	500	105	350	600	248	86	200	270	170	140	35	60	2764	4900	3430	7546	4782
T ₂	a ₁ b ₂	500	105	350	600	248	86	200	270	170	140	35	60	2764	5375	3762,5	8277.5	5513.5
T ₃	a ₁ b ₃	500	105	350	600	248	172	200	270	170	140	35	60	2850	6000	4200	9240	6390
T ₄	a ₁ b ₄	500	105	350	600	248	258	200	270	170	140	35	60	2936	7100	4970	10934	7998
T ₅	a ₂ b ₁	500	105	350	600	186	86	200	270	170	140	35	60	2702	5000	3500	7700	4998
T ₆	a ₂ b ₂	500	105	350	600	186	86	200	270	170	140	35	60	2702	5500	3850	8470	5768
T ₇	a ₂ b ₃	500	105	350	600	186	172	200	270	170	140	35	60	2788	6100	4270	9394	6606
T ₈	a ₂ b ₄	500	105	350	600	186	258	200	270	170	140	35	60	2874	7000	4900	10780	7906
T ₉	a ₃ b ₁	500	105	350	600	124	86	200	270	170	140	35	60	2640	4900	3430	7546	4906
T ₁₀	a ₃ b ₂	500	105	350	600	124	86	200	270	170	140	35	60	2640	5300	3710	8162	5522
T ₁₁	a ₃ b ₃	500	105	350	600	124	172	200	270	170	140	35	60	2726	5900	4130	9086	6360
T ₁₂	a ₃ b ₄	500	105	350	600	124	258	200	270	170	140	35	60	2812	6925	4847,5	10664.5	7852.5

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos

Cuadro 31. Análisis económico del cultivo de arroz siembra por trasplante.

		Costos parciales por ha (S/.)												Ingresos			Beneficio/Costo (S/)	
15% de gastos	Preparación de terreno	Mano de obra					Insumos							Total (S/)	Rdto en cascara kg.ha ⁻¹	Pilado (70%) del Rdto en cascara		Venta (S/)
		Almacigo	Saca	Trasplante	Cosecha	Semillas	Fertilizantes			Insecticida (general)	Herbicida (general)	Fungicidas						
							Urea	SPT	KCl			(Antracol)	(Nativo)					
377.6	500	105	350	700	600	248	258	200	270	240	210	35	60	4153.6	9600	6720	14784	10630.4

Fuente: HACIENDA EL POTRERO (2009)

V. CONCLUSIONES

1. En el rendimiento de arroz en cáscara kg ha^{-1} con 14 % de humedad; la interacción no se vio influenciado, pero si hubo diferencia en sus efectos principales como es el factor A densidad de siembra fue a_2 “60 kg de semilla ha^{-1} ” con 5 900 kg ha^{-1} de arroz en cascara y que a su vez esta está influenciada por el factor B niveles de fertilización nitrogenada b_4 “140 kg de N ha^{-1} ” con 7 008.33 Kg ha^{-1} de arroz en cascara, esta combinación $T_8 (a_2b_4)$ genera mayores ingresos con inversiones bajos, según se muestra en el análisis económico ocupando el segundo lugar con S/ 10 780, con rentabilidad satisfactoria.
2. En cuanto a la densidad de siembra que más ha destacado es a_3 “60 kg de semilla ha^{-1} ” con la que genera más rendimientos en el cultivo de arroz.
3. Se concluyó que el mejor nivel de fertilización nitrogenada se obtuvo con b_4 “140 kg de N ha^{-1} ”, que funcionan muy bien las diferentes densidades de siembra 60, 80 kg de semilla ha^{-1} .
4. En cuanto al análisis económico se obtuvo que el tratamiento de más productividad y rentabilidad fue el $T_4 (80 \text{ kg de semilla } \text{ha}^{-1} + 140 \text{ kg N } \text{ha}^{-1})$ con ingresos de S/. 10 934.

VI. RECOMENDACIONES

1. Validar los resultados del presente trabajo, en el campo de otros agricultores, ejecutando como base la densidad de siembra (60 kg de semilla ha⁻¹) con el nivel de nitrógeno (140 kg de N ha⁻¹) y así coleccionar más información.
2. Realizar más investigaciones con respecto a esta variedad, ya que es de caracteres variables, con respecto a este nuevo sistema de producción de arroz (voleo) en condiciones de Tocache – San Martín.
3. Utilizando la investigación ya realizada (densidad de siembra + nivel de fertilización nitrogenada), realizar estudios comparativos de este sistema intensivo no solo en la provincia de Tucumán, sino también en otras localidades.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo el 07 marzo hasta 15 de agosto del 2014 en la propiedad del Sr. Leandro Jacinto Flores Baca, ubicado en el caserío Alto Limón, provincia de Tocache, departamento de San Martín, con una altitud de 560 msnm, temperatura media de 30.7 °C, 52.0 mm de precipitación; cuyo objetivo general fue: 1) Evaluar el mejor nivel de nitrógeno y la mejor densidad de siembra directa - voleo en el rendimiento y análisis económico del arroz Cv. INIA 507 “La Conquista”, bajo riego favorecido. Y objetivos específicos 1) Determinar el mejor nivel de nitrógeno en siembra directa – voleo para obtener el mayor rendimiento de arroz Cv. INIA 507 “La Conquista”, bajo riego favorecido, 2) Determinar la mejor densidad de siembra directa - voleo en el rendimiento en el cultivo de arroz Cv. INIA 507 “La Conquista”, bajo riego favorecido y 3) Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio. Se instaló en un suelo que se caracteriza por ser franco arcilloso, moderadamente ácido, con un contenido medio de materia orgánica, Nitrógeno Total medio, bajo contenido de fósforo, bajo contenido de potasio y bajo en CIC_e. Los componentes en estudio fueron: densidad de siembra ha⁻¹ (80, 60 y 40 kg de semilla ha⁻¹) y Niveles de fertilización nitrogenada (50.4, 80, 110 y 140 kg nitrogenada ha⁻¹). La fórmula de fertilización empleada fue: 50.4, 80, 110 y 140 Kg N ha⁻¹ – 60 P₂O₅ – 180 KCl respectivamente. El diseño fue el D.B.C.A Con arreglo factorial de 3A X 4B con 4 repeticiones, utilizándose la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el análisis estadístico. Las observaciones registradas fueron: altura de la planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo de arroz, volumen de la raíz a los 25, 75 y 125 días después

del voleo de arroz, número de macollo/planta a los 25, 75 y 125 días después del voleo de arroz, número de panojas m^{-2} , número de espiguillas fértiles/panoja, longitud de panoja (cm), peso de 1000 granos en gramos $g m^{-2}$, rendimiento de arroz en cáscara $kg ha^{-1}$ y el análisis de los tratamientos en estudio. Los resultados obtenidos nos muestran que el rendimiento de arroz en cáscara $kg ha^{-1}$ con 14 % de humedad, no se vio influenciado por la interacción (AxB) pero si por los factores en estudio, siendo la mejor densidad de siembra y mejor nivel de fertilización nitrogenada “60 kg de semilla ha^{-1} ” y “140 kg de N ha^{-1} ” que tuvo un mayor promedio aritmético 5900 $kg ha^{-1}$. Para que esto suceda la combinación demostró en la altura de planta con 99.075 cm ocupando el cuarto lugar, volumen de raíz ocupando el primer lugar con 44.625 ml, el tercer lugar los parámetros como número de macollos y espiguillas fértiles a los 125 días después del voleo con 22.00 cm y 501.25 sucesivamente en la longitud de panoja (cm) ocupó el primer lugar 26.00 cm, peso seco de 1000 granos en gramos $g m^{-2}$ ocupando el segundo lugar con 28.00 g.

Finalmente en el análisis económico destaca el tratamiento que más productividad y rentabilidad obtuvo, siendo los tratamientos T₄ (S/ 10 034) que ocupó el primer lugar, T₈ (S/ 10 780) y T₁₂ (S/ 10 664.5) que ocuparon el segundo y tercer lugar, dichos tratamientos tienen diferentes densidades de siembra y los mismos niveles de fertilización nitrogenada “140 kg de nitrógeno ha^{-1} ”.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, P.J. y BETEMI, D.D. 2006. Efecto de dos sistemas de labranza y tres niveles de fosforo y potasio sobre la productividad de arroz, variedad Juma 57, en un suelo con altas concentraciones de hierro [En línea]<http://www.iteco.edu.do//Articulos%20para%20Revista/Documentos/efectoslabranzas.htm>
2. ALTAMIRANO, F. 1993. Efecto de la interacción N – K en el cultivo de arroz (Oryza sativa L) bajo el sistema seco en Tingo María.[En línea] <http://www.fao.org/ag/ag/agl/agll/rla128/unas/unas10/unas1006.htm>
3. ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Blume. Madrid - España. 870 p.
4. BAYER CROPSCIENCE, 2012. Vademécum, listas y precios de productos agrícolas [En línea] <http://www.bayercropscience.com.pe>.
5. BEAR, F. E 1966. Suelos y fertilizantes. Barcelona, España, 265 p.
6. BOLETIN DE ARROZ, Julio: pdf <http://www.minag.gob.pe/boletidearroz/2007>.
7. CALZADA, 1966. Diseño experimental. [En línea] <http://www.diseñoexperimental.com.pe>
8. CIAT. 1981. Recuento de las principales actividades en el cultivo de arroz Cali – Colombia. 112 p.
9. CIEPE, A. 1998. Programa de evaluación y estabilización de los parámetros de calidad de arroz por las agroindustrias arroceras en Venezuela, San Felipe. Venezuela 30 p.

10. DE DATTA, S.K. 1975. Fertilización y acondicionamiento del suelo para el arroz tropical en cultivo de arroz. Escuela de la Agricultura de la Universidad de Filipinas, Pp 139 – 174.
11. FRANQUET, B. y BORRAS, P.2006. Economía del arroz: variedades y mejora. Edición electrónica. [En línea] <http://www.eumed.net/libros/2006a/fbbp/2p.htm2007>.
12. GARCIA B, E.2010. Rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) Cv. Capirona con diferentes números de plantas por golpes en tres edades de trasplante, bajo riego en Tingo María, Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la selva. Tingo María ,Perú 68 p.
13. GONZÁLES, B.H. 1981. Origen y morfología de la planta de arroz. Fitomejorador del Proyecto Nacional de Investigaciones en Arroz. Estación Experimental Vista Florida, CIPA II – Chiclayo, Perú. Pp 187 – 216.
14. GONZALES, H. F. 2010. El cultivo de arroz. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú 43 p.
15. GUZMAN H. 2006. Cultivo de arroz en Costa Rica. 64 p.
16. HACIENDA EL POTRERO. 2009. Boletín de nuevas variedades de arroz, Tarapoto, San Martin, Perú 26 p.
17. HERNÁNDEZ, L.J. 1982. Coordinador y Fitomejorador del Proyecto Nacional de Investigaciones en Arroz. Estación Experimental Vista Florida. CIPA II – Chiclayo, Perú. Pp 79 – 126.

18. HOLDRIGE, R.L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José. Costa Rica. 216 p.
19. HUERTO, A. 1975. Fertilización NPK en 4 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) seco en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agrícola de la Selva Tingo María, Perú 70 p.
20. IBAÑEZ, R. y AGUIRRE, G. 1983. Fertilidad del suelo. Manual de prácticas Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 78 p.
21. INIA. 2005. Nuevo cultivar de arroz de grano corto. Agricultura Técnica (Chile)<http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S036528072005000100012script=Sciarttext>.
22. JACOB, A. y UEXKULL, H.B. 1961. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Perú. 315 p.
23. LAINEZ, J 2003. Suelos aptos para el cultivo de arroz. México. Pp 1 – 132.
24. LAOS, R. 1991. Investigación en el cultivo de arroz. Estación experimental Agropecuario Tulumayo, Tingo María, Perú. 38 p.
25. LAPOINT, G. 1972. Distanciamiento y fertilización nitrogenada en siembra indirecta en arroz variedad IR 8. Tesis Ing. Agr. Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 62 p.
26. MAHAPATRA, I.C. *et. al*, 1970. Studies on the growth and development of the rice plant. Missouri, USA IL RISO XIX (1): 55 – 79.

27. MATSUBAYASHI, M. *et. al.* 1967. Theory of plant growth. In theory and practice of growth rice. Fuji Publishing Co. Ltd. Mishigahara, Kita Ku, Tokyo. 77 - 117 p.
28. MEJIA, F. 1984. Aplicación de tres niveles de materia orgánica y dosis de NPK en la producción de arroz (*Oryza sativa* L) variedad INTI en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la selva. Tingo María, Perú 63 p.
29. MINGUILLO, C.F. 1981. Fertilización del cultivo de arroz. Especialista del Proyecto Nacional de Investigaciones en Arroz. Estación Experimental Vista Florida. CIPA II – Chiclayo, Perú. Pp 187 – 216.
30. MIRANDA, C. 2009. Tecnología de Manejo del Arroz. INIA. Estación Experimental Agraria Santa Ana. Revisión e impresión UEA-EEA Tingo María. Tesis Pp. 03-06.
31. MISTI, 2008. Fertilizantes empleados en el cultivo de arroz [En línea] <http://www.misti.com.pe>
32. NORMAN, U. 2001. Implicaciones agroecológicas del sistema innovador del cultivo intensivo de arroz en Madagascar. Cornell International Institute for Food Agriculture and Development Cornell University – Ithaca N.Y USA[En línea]<http://cip.org/informacion/Documentos/pub/innovcatec/sriitria.pdf>.
33. OLAYA, V. 1982. Enfermedades en el arroz del Perú. Estación Experimental Vista Florida. CIPA II Chiclayo, Perú. Pp 361– 441.

34. PEÑA, O. 1975. Tres especies de Sogata en Jáen y Bagua (Homóptera: Delphacidae). In Resúmenes de la XVIII Convención Nacional de Entomología. Tarapoto, Perú. Pp 62 – 65.
35. RIMACHE A. 2008. Cultivo de arroz. 2da edición. Lima – Perú. 45 p.
36. ROJAS, R. W. 1982. Efecto de la interacción N-P en la producción de arroz variedad CICA 9, bajo el sistema de riego – trasplante. Yorongos - Rioja Tesis Ing. Agr. Tingo María Universidad Nacional Agraria de la selva. Perú 49 p.
37. SÁNCHEZ, P.A 1969 y CASTAÑO, 1973. Algunas consideraciones sobre la enfermedad “brusone o hielo o Pyricularia en los llanos orientales de Colombia” IIRIS 18(3): 6.
38. SÁNCHEZ, P.A. 1971. Fertilización y manejo del nitrógeno en el cultivo de arroz tropical. 2do coloquio de suelos. Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. Palmira – Colombia. 43p.
39. SÁNCHEZ, P.A y LARREA, N. 1971. Potencial de siembra directa de arroz en la Costa Peruana. Programa Nacional de Arroz. (Informe técnico N° 54), Lambayeque, Perú. 20 p (Informe técnico N° 54).
40. SAKAMOTO, M. 1970 y Ou, 1972. Studies on rice blast resistance (in Japanese). Jubiles publication in commemoration of the 60 th. Kokai, Sendai, Japan. Pp. 1- 139.
41. TINARELLI, A. 1989. El arroz tradicional Ramón Miguel Carreras Ortells. 2da Ed. Ediciones Mundi Prensa. ISSP. España 240 p.

42. THOMPSON, L. N. 1965. El suelo y la fertilidad. Ed. Reverte. S.A. Tercera edición. México. Pp 226 - 407
43. VALLADARES. 2010. Clasificación sistemática de los cultivos. 125p.
44. VERGARA, V. R. 1983. Influencia de los factores climáticos en el cultivo de arroz en el Perú. Chiclayo. Informativo arrocero. 2(6) 8:16.
45. VÉLEZ G., J.R. 1982. Control de malezas en arroz de riego. Estación Experimental Vista Florida. CIPA II Chiclayo, Perú. Pp 287– 326.

IX. ANEXO



Figura 9. Parcela de investigación con incidencia de malezas



Figura 10. Aplicación del herbicida post emergente Nomine (*Bispyribac sodium*) para el control de malezas



Figura 11. Parcela de investigación libre de malezas después de la aplicación del herbicida

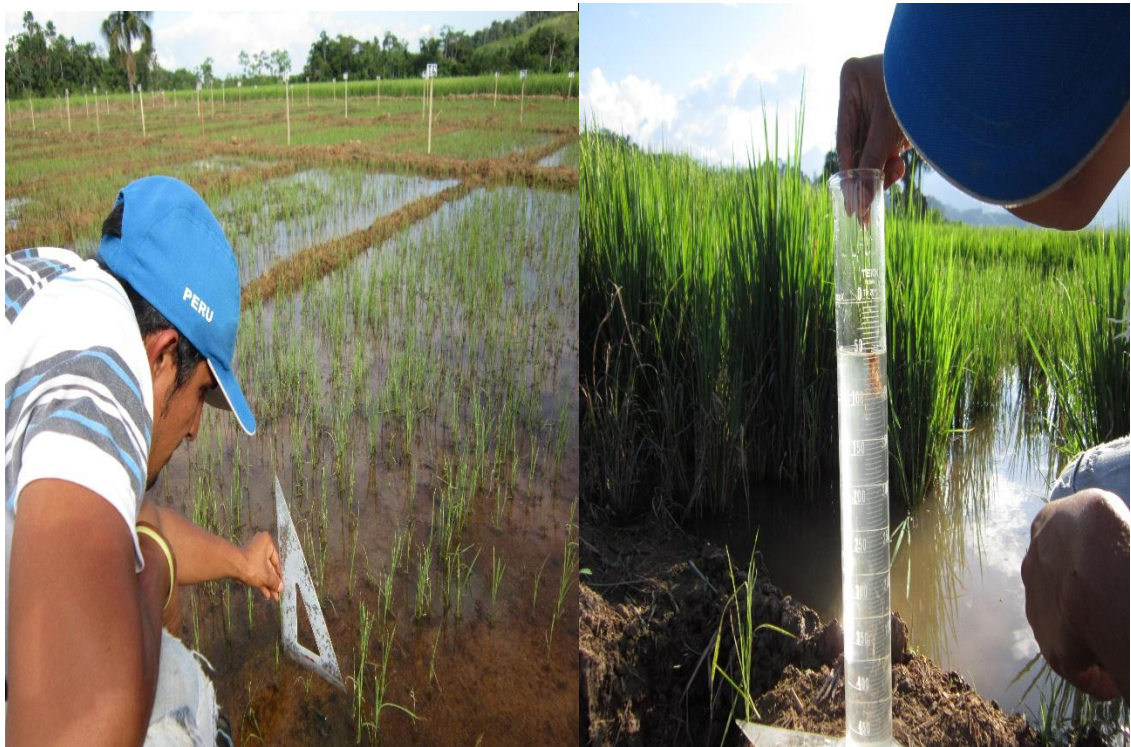


Figura 12. Primera evaluación altura y volumen de planta a los 25 días después del voleo.



Figura 13. Primera aplicación de fertilizante (urea, super fosfato triple y cloruro de potasio).



Figura 14. Parcela de investigación a los 75 días después del voleo.



Figura 15. Evaluación altura y volumen de arroz a los 75 días después del voleo.



Figura 16. Parcela de investigación en fase de espigado y/o maduración a los 105 días después de la siembra



Figura 17. Visita del Ing. M.Sc. Hugo Humani Yupanqui para supervisar la tesis.



Figura 18. Visita del Ing. Carlos Miguel. Miranda Armas para realizar la supervisión de la tesis.

Cuadro 32.-Datos originales de las características en estudio.

Trat.	Block	A	B	Altura de la planta a los 25 dds (cm)	Altura de la planta a los 75 dds (cm)	Altura de la planta a los 125 dds (cm)	Volumen de la raíz a los 25 dds (mm)	Volumen de la raíz a los 75 dds (mm)	Volumen de la raíz a los 125 dds (mm)	Nº de macollos fértiles a los 25 dds	Nº de macollos fértiles a los 75 dds	Nº de macollos fértiles a los 125 dds	Nº de panoja m ⁻²	Nº de espiguillas fértiles panoja	Longitud de panoja (cm)	Peso de 1000 granos g m ⁻²	Rdto en cáscara kg ha ⁻¹
T1	I	a ₁	b ₁	15,0	65,1	96	8	25	38	2	16	19	495	350	20.5	19.2	4900
T2	I	a ₁	b ₂	19,5	71,2	98,2	6	20	35	2	17	20	720	375	21	21.3	5400
T3	I	a ₁	b ₃	15,1	72,2	99,3	7	20	36	2	16	19	740	430	23	23.6	6000
T4	I	a ₁	b ₄	16,5	66	95,6	7	20	35	2	16	19	810	460	25	27.4	7100
T5	I	a ₂	b ₁	13,0	72	98,0	6	20	36	2	17	20	500	360	19.5	19.4	5000
T6	I	a ₂	b ₂	18,8	68,1	95,8	6	20	37	3	18	21	700	390	21.5	21.6	5500
T7	I	a ₂	b ₃	16,5	73,2	98,5	9	30	44	3	20	23	709	459	24	23.9	6100
T8	I	a ₂	b ₄	15,6	73,1	98,6	11	30	45	2	20	23	800	510	26	27.9	7000
T9	I	a ₃	b ₁	14,6	70,3	98,3	10	25	40	2	18	21	450	375	20.5	19.1	4900
T10	I	a ₃	b ₂	16,7	68,5	95,9	8	25	45	3	19	22	690	400	22.5	21.8	5300
T11	I	a ₃	b ₃	18,4	71,6	100,0	11	30	45	3	21	24	700	465	23	24.1	5900
T12	I	a ₃	b ₄	16,5	75,4	100,3	11	30	46	3	21	25	789	650	24.5	28.2	6900
T1	II	a ₁	b ₁	14,9	65,0	96,4	7	20	35	2	15	18	500	355	19.5	19.1	4800
T2	II	a ₁	b ₂	19,2	71,1	98,4	8	25	38	2	15	18	724	380	20	21.2	5200
T3	II	a ₁	b ₃	15,3	72,3	99,0	6	20	35	2	16	19	732	435	22	23.5	5900
T4	II	a ₁	b ₄	16,3	66,3	95,1	5	20	34	2	15	19	802	465	24	27.3	7000
T5	II	a ₂	b ₁	12,8	72,1	98,3	6	20	36	2	16	19	497	356	18.5	19.3	4900
T6	II	a ₂	b ₂	18,9	68,3	96,0	6	25	39	2	18	21	713	395	20.5	21.5	5400
T7	II	a ₂	b ₃	16,6	73,4	98,8	5	25	40	3	19	22	723	455	23	23.8	6000
T8	II	a ₂	b ₄	15,8	73,2	98,9	11	30	45	3	18	21	803	515	25	27.8	6900
T9	II	a ₃	b ₁	15,0	70,2	98,5	7	25	42	3	17	20	510	380	19.5	19.0	4800
T10	II	a ₃	b ₂	17,0	68,6	96,1	5	25	41	2	17	20	725	405	21.5	21.7	5200
T11	II	a ₃	b ₃	18,6	71,5	102,0	10	30	44	3	20	23	736	470	22	24.0	5800

T12	II	a ₃	b ₄	16,7	75,5	103,4	11	30	45	3	20	24	800	655	23.5	28.1	6800
T1	III	a ₁	b ₁	15,1	65,3	96,8	10	25	39	3	16	19	501	345	21.5	19.3	5000
T2	III	a ₁	b ₂	19,0	71,2	98,6	10	25	40	2	16	18	688	444	22	21.4	5500
T3	III	a ₁	b ₃	15,2	72,4	100,0	10	25	41	3	16	20	704	448	24	23.7	6100
T4	III	a ₁	b ₄	16,3	66,5	95,8	10	25	40	3	16	19	789	446	26	27.5	7200
T5	III	a ₂	b ₁	12,5	72,2	98,5	7	20	36	2	17	21	490	419	20.5	19.5	5100
T6	III	a ₂	b ₂	18,7	68,5	96,8	6	20	38	3	17	20	698	511	22.5	21.7	5600
T7	III	a ₂	b ₃	16,7	73,5	98,9	9	25	40	2	18	21	718	503	25	24.0	6200
T8	III	a ₂	b ₄	15,6	73,4	99,0	12	30	45	2	19	22	795	484	27	28.0	7100
T9	III	a ₃	b ₁	14,9	70,5	98,8	11	30	46	3	17	20	503	418	21.5	19.2	5000
T10	III	a ₃	b ₂	17,2	68,5	97,0	11	30	45	3	16	19	716	510	23.5	21.9	5400
T11	III	a ₃	b ₃	18,5	71,7	103,3	10	30	47	3	21	24	722	536	24	24.2	6000
T12	III	a ₃	b ₄	16,9	75,8	104,2	10	30	46	3	20	24	798	757	25.5	28.3	7100
T1	IV	a ₁	b ₁	15,3	65,6	97,0	9	25	40	2	15	18	499	360	21	19.0	4900
T2	IV	a ₁	b ₂	19,7	71,4	98,8	9	25	40	2	16	19	680	477	21.5	21.0	5400
T3	IV	a ₁	b ₃	15,4	72,5	100,3	8	25	41	2	16	20	708	428	23.5	23.0	6000
T4	IV	a ₁	b ₄	16,7	66,8	96,0	7	20	37	3	17	21	800	460	25.5	27.0	7100
T5	IV	a ₂	b ₁	13,4	72,4	99,0	9	25	41	3	17	20	495	435	20	19.6	5000
T6	IV	a ₂	b ₂	19,0	68,8	97,0	9	25	40	3	17	21	700	525	21.5	21.8	5500
T7	IV	a ₂	b ₃	16,8	73,8	99,1	6	20	37	3	17	21	725	518	24.5	24.1	6100
T8	IV	a ₂	b ₄	15,9	73,6	99,8	5	20	36	2	18	22	802	496	26	28.3	7000
T9	IV	a ₃	b ₁	15,0	70,8	99,3	10	30	46	2	18	21	500	426	21	19.3	4900
T10	IV	a ₃	b ₂	17,7	68,7	98,4	11	30	45	3	17	20	688	500	23	21.8	5300
T11	IV	a ₃	b ₃	18,8	71,9	104,0	10	30	45	3	20	23	710	537	23	24.3	5900
T12	IV	a ₃	b ₄	17,0	76,0	104,9	10	30	46	3	21	24	803	773	25	28.4	6900

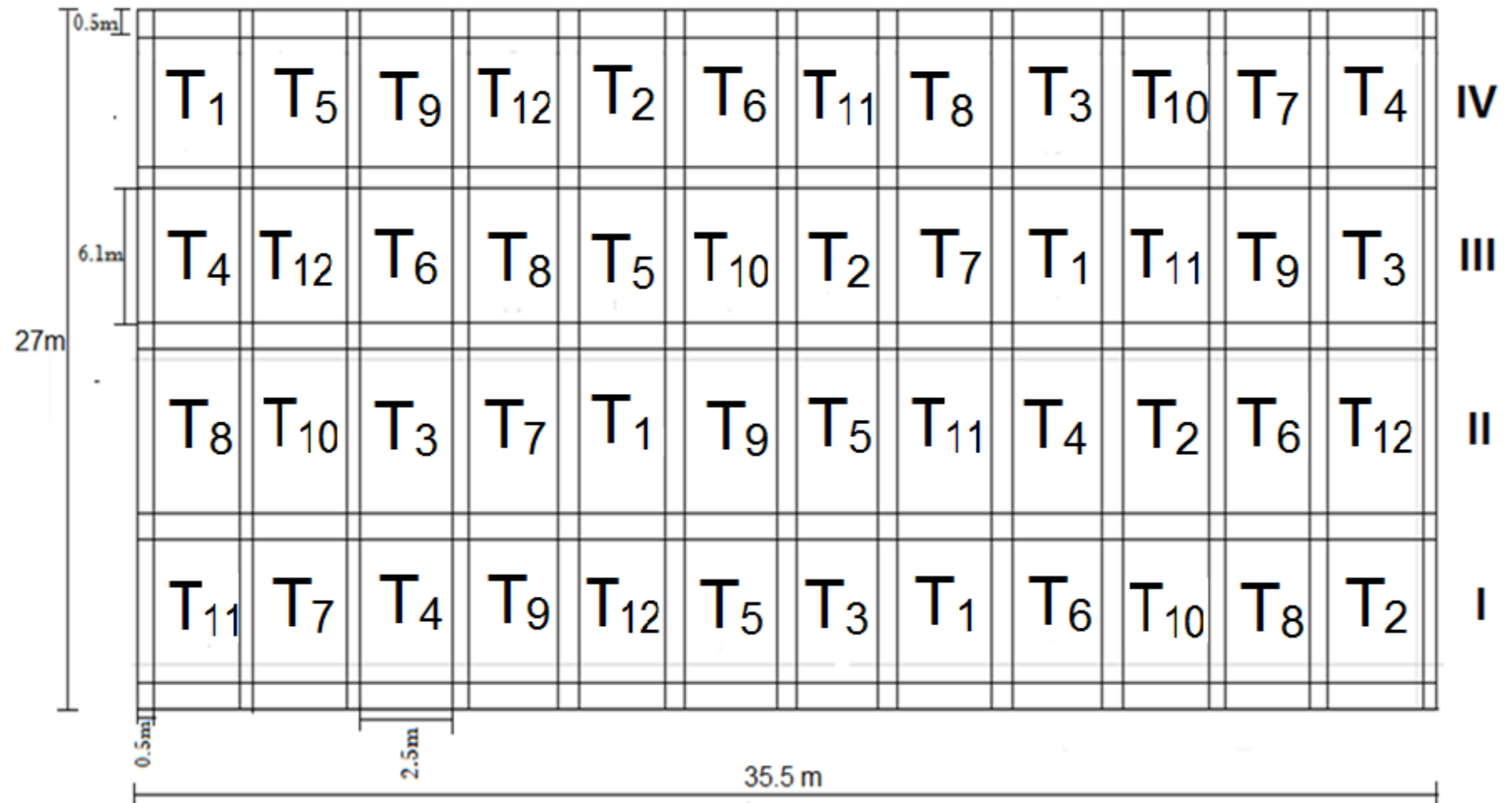


Figura 19. Croquis de la parcela experimental

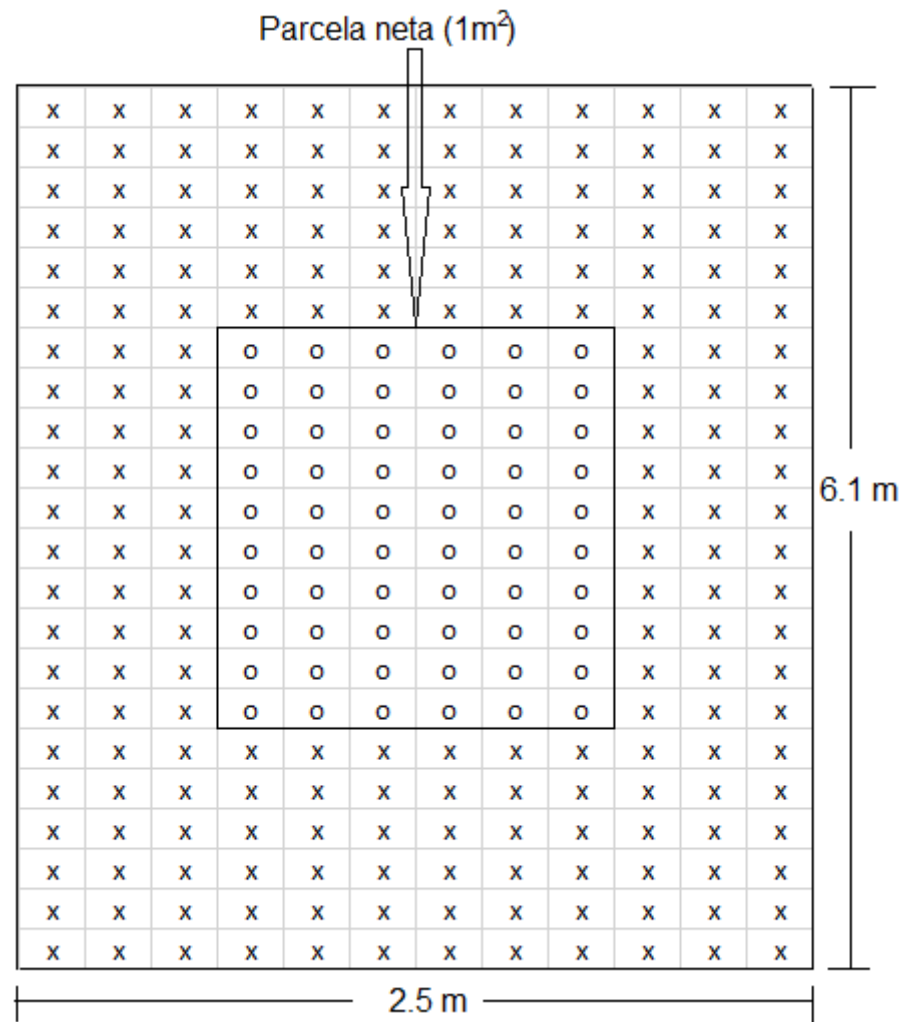


Figura 20. Croquis de la parcela experimental