

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



**TESIS**

**RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) CV. LA  
ESPERANZA – INIA 509, CON TRES DISTANCIAMIENTOS Y  
DIFERENTE NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE, BAJO RIEGO  
EN TOCACHE - SAN MARTÍN**

**Para obtener el título profesional de**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Elaborado por**

**MICK ANTHONY DAVID ORTIZ GARCÍA**

**Tingo María – Perú**

**2019**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 010-2019-FA-UNAS

**BACHILLER** : Mick Anthony David ORTIZ GARCIA  
**TÍTULO** : RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ  
(*Oriza sativa* L) CV. LA ESPERANZA-INIA 509  
CON TRES DISTANCIAMIENTOS Y  
DIFERENTES NÚMERO DE PLANTAS POR  
GOLPE, BAJO RIEGO EN TOCACHE-SAN  
MARTIN.

### JURADO CALIFICADOR

**PRESIDENTE** : Dr. GILBERTO MEDINA DIAZ  
**VOCAL** : Ing. M.Sc. FERNANDO S. GONZALES HUIMAN  
**VOCAL** : Ing. JORGE CERON CHAVEZ  
**ASESOR** : Ing. CARLOS M. MIRANDA ARMAS

**FECHA DE SUSTENTACIÓN** : 12 de abril del 2019  
**HORA DE SUSTENTACIÓN** : 6:30 pm  
**LUGAR DE SUSTENTACIÓN** : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA  
**CALIFICATIVO** : MUY BUENO  
**RESULTADO** : APROBADO  
**OBSERVACIONES A LA TESIS:** EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 12 de abril del 2019.

Dr. GILBERTO MEDINA DIAZ  
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. FERNANDO S. GONZALES HUIMAN  
VOCAL



Ing. JORGE CERON CHAVEZ  
VOCAL

Ing. CARLOS M. MIRANDA ARMAS  
ASESOR

## DEDICATORIA

A Dios quien supo guiarme por el buen camino, dándome la fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

A mis queridos padres David Ortiz Gonzales y Lita García Noriega por ser un ejemplo para mí, por su apoyo constante, y su inmenso cariño.

A mi querida hermana Arlet Gimena Ortiz García por brindarme su cariño y su apoyo moral.

A mis tíos Diógenes Ortiz Gonzales y Elsa Vásquez Murrieta por su apoyo moral.

A mi pequeño y adorado hijo Anthony Rodolfo David Ortiz Artica por tu afecto y cariño para la culminación de mi tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por su apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A los miembros del jurado de tesis Dr. Gilberto Medina Díaz, Ing. Jorge Cerón Chávez, Ing. M. Sc. Fernando Segundo Gonzáles Huiman por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, asesor de la presente tesis, por su apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.
- A mis queridos padres David Ortiz Gonzales y Lita García Noriega, juntamente con mi novia Juana Silvana Artica Gonzales por el apoyo moral para la culminación del presente trabajo de investigación
- A mi pequeño hijo Anthony Rodolfo David Ortiz García por tu afecto y cariño que son detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ti. Aún a tu corta edad, me has enseñado y me sigues enseñando muchas cosas de esta vida.
- A mis amigos Dick Vergara Girón, Jacson Cartagena, Alfredo Espinoza Mendoza y mi querido primo Roland Isamar Espinoza Ortiz, que de una u otra forma me brindaron su apoyo incondicional para la culminación del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	12
2.1. Origen .....	12
2.2. Taxonomía .....	12
2.3. Fenología del cultivo de arroz .....	13
2.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	16
2.5. Descripción del arroz cv. “La Esperanza” .....	19
2.5.1. Origen.....	19
2.5.2. Características agronómicas.....	19
2.6. Sistemas de producción .....	20
2.7. Manejo del cultivo .....	22
2.8. Nutrición del cultivo .....	28
2.9. Densidad de siembra en arroz .....	33
2.10. Trabajos de investigación.....	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	36
3.1. Campo experimental .....	36
3.2. Componentes en estudio .....	38
3.3. Tratamientos en estudio.....	38
3.4. Diseño experimental.....	39
3.5. Características del campo experimental.....	41
3.6. Ejecución del experimento .....	42

3.7. Parámetros de evaluar .....	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
4.1. Altura de planta .....	50
4.2. Número de macollos y número de panojas .....	55
4.3. Longitud de panoja y número de espiguillas/panoja .....	60
4.4. Peso de 1000 semillas .....	65
4.5. Rendimiento de arroz en cáscara.....	68
4.6. Análisis beneficio - costo.....	71
V. CONCLUSIONES.....	73
VI. RECOMENDACIONES.....	74
VII. RESUMEN .....	75
ABSTRACT.....	76
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	78
IX. ANEXO.....	84

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
1. Descripción varietal del arroz INIA 509 - “La Esperanza” .....	19
2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del trabajo de investigación (agosto 2015 – enero 2016). .....	37
3. Análisis físico - químico del suelo experimental. ....	38
4. Descripción de los tratamientos. ....	39
5. Esquema del análisis de varianza. ....	40
6. Análisis de varianza para la altura de planta a los 50 y 120 días .....	51
7. Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para la altura de la planta de arroz a los 50 y 120 días después del trasplante. ....	52
8. Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) de la altura del arroz para los efectos principales a los 120 días después del trasplante. ....	54
9. Análisis de variancia para el número de macollos y número de panojas/m <sup>2</sup> . ....	55
10. Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para del número de macollos y panojas/m <sup>2</sup> . ....	57
11. Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para los efectos principales, del número de macollos y panoja de arroz/m <sup>2</sup> . ....	59
12. Análisis de variancia de la longitud de panoja y números de espiguillas/panoja. ....	61
13. Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) de la longitud de panojas y número de espiguillas/panoja. ....	62

14. Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para los efectos principales de la longitud de panoja y número de espiguillas/panoja.....	64
15. Análisis de varianza del peso de 1000 granos de arroz al 14 % de humedad. ....	66
16. Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) del peso de 1000 granos de arroz.....	67
17. Análisis de varianza para el rendimiento. ....	69
18. Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el rendimiento. ....	70
19. Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	72
20. Costo total por cada tratamiento en hectáreas. ....	85
21. Altura de la planta de arroz (cm) a los 50 días después del trasplante.....	87
22. Altura de la planta de arroz (cm) a los 120 días después del trasplante.....	87
23. Número de macollos/golpe a los 120 días después del trasplante.....	87
24. Número de panojas/m <sup>2</sup> a los 120 días después del trasplante.....	88
25. Longitud de panojas a los 120 días después del trasplante.....	88
26. Número de espiguillas/panoja a los 120 días después del trasplante. .	88
27. Peso de 1000 granos (g) de arroz al 14 % de humedad.....	89
28. Rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Altura de la planta de arroz a los 50 y 120 días después del trasplante. ....	53
2. Altura de los factores número de plantas por golpe y distanciamiento entre golpes.....	54
3. Comparación de la altura promedio en centímetros para los factores número de plantas por golpe y distanciamiento entre golpes. ....	58
4. Comparación del número de macollo y panojas para los factores número de plantas por golpe y distanciamiento entre golpes. ....	60
5. Longitud de panojas y número de espiguillas de la planta de arroz. ....	63
6. Longitud de panojas y número de espiguillas para los factores de plantas por golpe y distanciamiento entre golpes. ....	65
7. Peso de 1000 granos (g) al 14 % de humedad. ....	68
8. Rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz. ....	71
9. Preparación del terreno. ....	90
10. Trasplante de arroz a campo definitivo. ....	90
11. Visita del jurado de tesis Ing. Jorge Cerón Chávez. ....	91
12. Parcelas del campo experimental. ....	91
13. Evaluación de altura del arroz. ....	92
14. Evaluación del número de panojas del arroz. ....	92
15. Control de plagas en arroz. ....	93

16. Control de enfermedades en arroz. ....	93
17. Evaluación de la longitud de panoja del arroz. ....	94
18. Peso de 1000 granos (g) del arroz. ....	94
19. Croquis del campo. ....	95
20. Croquis de parcela experimental. ....	95

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz es el alimento básico de mayor consumo en el mundo, se cultiva en 89 países y con más de 153 millones de hectáreas, es decir aproximadamente en un 10 % de las tierras de cultivo y en zonas tropicales húmedas y semi húmedas; además son vulnerables a cambios en los ambientes naturales que pueden causar escasez o exceso de la producción de un año al otro, y provocar inestabilidad en los precios (LUQUE, 2006).

En el Alto Huallaga es costumbre producir el arroz bajo el sistema de inundaciones permanentes, realizando el trasplante con plántulas de más de 30 días de almacenado y con 4 a 6 plántulas por golpe, recomendándose de 80 a 100 kg de semilla de arroz por hectárea. Sin embargo, estudios fisiológicos novedosos realizados en África y Asia, llegados al Perú en el 2002, han demostrado que trasplantando a los 15 días de almacenado como máximo y con una planta por golpe producen los mejores rendimientos sin más fertilizantes químicos, pesticidas o variedades caras de semillas, solo rompiendo reglas convencionales del manejo del arroz (INIA, 2010; GONZÁLEZ, 2010).

Las variables número de plantas por golpe y distanciamientos entre golpes, influyen en el rendimiento del cultivo de arroz, incrementándose el mismo en las áreas existentes, sin recurrir a tener que ampliar la frontera agrícola en perjuicio del bosque. Aspectos que en la práctica no se da la importancia adecuada y en el campo los productores emplean indistintamente cantidades de semilla y número de plantas por golpe, sin considerar el bajo rendimiento a obtener. Por lo indicado se plantea la hipótesis de que por lo menos un número de planta por golpe y un

distanciamiento de siembra empleado se puedan obtener el más alto rendimiento en el presente trabajo de investigación.

### **Objetivo general**

1. Determinar el efecto de diferentes números de plantas por golpe en tres distanciamientos de siembra en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Cv. “La Esperanza” - INIA 509, bajo riego.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el efecto de los diferentes números de plantas por golpe que responda mejor a los tres distanciamientos de siembra en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Cv. “La Esperanza” – INIA 509.
2. Determinar el efecto de los diferentes números de plantas por golpe en el cual se obtengan los más altos rendimientos en el cultivo de arroz variedad “La Esperanza” – INIA 509.
3. Realizar el análisis beneficio costo de los tratamientos en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen

LU (1999) e INTA (2008), refieren que en el mundo existen dos especies de arroz que se cultivan, *Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* Steud. Sin embargo, la primera es la que ha tenido una distribución en el mundo, ya que la segunda se encuentra únicamente en el oeste de África, aunque existe diferencias sobre el centro de origen del arroz, la mayoría de autores sostienen que el mismo corresponde al sur de la India, y que su propagación inicio desde el sureste asiático en la China.

### 2.2. Taxonomía

EDIFARM (2004), afirma que taxonómicamente el cultivo de arroz se clasifica de la siguiente manera:

Reino	:	Plantae
División	:	Anthophyta
Clase	:	Monocotyledoneae
Familia	:	Poaceae
Género	:	<i>Oryza</i>
Especie	:	<i>sativa</i>
Nombre científico	:	<i>Oryza sativa</i>
Nombre vulgar	:	Arroz

## **2.3. Fenología del cultivo de arroz**

GONZÁLEZ y ZAMORANO (2009) y GONZÁLEZ (2010), indican que el cultivo del arroz presenta 10 etapas de desarrollo y cada una con características diferenciales:

### **2.3.1. Etapa 0: Germinación a emergencia**

Esta etapa corresponde al proceso de germinación, comienza con la absorción de agua e intercambio gaseoso. Luego de la pre germinación de la semilla, la radícula y plúmula sobresalen a través de la cascara (palea y lema). Antes del segundo o tercer día después de la siembra, la primera hoja sale a través del coleóptilo. El final de etapa 0 muestra la hoja primaria todavía rizada y la radícula alargada.

### **2.3.2. Etapa 1: Plántula**

Esta etapa inicia desde la emergencia hasta inmediatamente antes de aparecer el primer macollo (quinta hoja), lo cual ocurre entre 14 a 20 días. En esta etapa la plántula consta de un tallo y cinco hojas. Hasta la tercera hoja la planta vive de las reservas del endospermo, la radícula y raíces seminales desaparecen y se forman raíces secundarias adventicias que serán permanentes.

### **2.3.3. Etapa 2: Macollamiento**

Esta etapa inicia desde la aparición del primer macollo hasta cuando la planta alcanza el número máximo de ellos, entre 25 a 55 días de duración, los macollos emergen de las yemas auxiliares que se encuentran en los nudos. En esta etapa es difícil distinguir del tallo principal, el crecimiento es

muy activo. La acumulación de almidón en las vainas de las hojas, ocurre hasta la elongación de los entrenudos.

#### **2.3.4. Etapa 3: Elongación del tallo**

Esta etapa corresponde desde que el cuarto entrenudo del tallo principal comienza a hacerse notable en longitud, hasta cuando está totalmente elongado; durante esta etapa la planta de arroz puede continuar generando macollos. En variedades de ciclo corto las etapas de máximo macollamiento, elongación del tallo e iniciación de la panícula ocurren casi simultáneamente. La elongación del tallo es menor en variedades de ciclo corto.

#### **2.3.5. Etapa 4: Iniciación de panícula**

La diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento del tallo, permite el inicio del primordio floral, este momento marca el término de la fase vegetativa y el inicio de la fase reproductiva de la planta de arroz. El primordio floral es visible a simple vista en un período de 10 días después de su iniciación.

#### **2.3.6. Etapa 5: Desarrollo a emergencia de la panícula (embuche)**

Esta etapa ocurre entre 12 a 16 días luego de la diferenciación. En esta etapa existe alta sensibilidad a bajas temperaturas. Durante el embuchamiento, es notable el envejecimiento y muerte de las hojas basales. La ejerción o salida parcial o total de la panícula, a través de la vaina de la hoja, marca el final de esta etapa.

### **2.3.7. Etapa 6: Floración**

Esta etapa marca el término de la fase reproductiva y el inicio de la fase de maduración. La floración inicia con la apertura de las espiguillas, es seguida por la antesis o salida de las anteras, dehiscencia o apertura de las anteras, caída del polen que al depositarse en el estigma y llegar al ovario lo fertiliza. Tiene una duración de 3 a 5 días luego de emergencia de la panícula. Generalmente la floración se lleva a cabo durante la mañana.

### **2.3.8. Etapa 7: Grano lechoso**

El grano empieza a llenarse con un líquido blanco y de consistencia lechosa, la cual puede apreciarse al presionarlo con los dedos. Esta etapa tiene una duración aproximada de 10 días, en este momento la panícula presenta color verde y empieza a curvarse; las hojas basales continúan secándose, la hoja bandera y las dos inmediatamente inferiores son de color verde.

### **2.3.9. Etapa 8: Grano pastoso**

Durante esta etapa que tiene una duración de 10 días, la porción lechosa del grano se transforma primero en una masa suave, que posteriormente se torna más dura. Los granos de la panícula empiezan a cambiar de color verde a amarillo. El cultivo empieza a tornarse amarillento debido a la senescencia de tallos y hojas inferiores. En esta etapa, las dos últimas hojas empiezan a secarse en sus ápices.

### **2.3.10. Etapa 9: Grano duro o madurez dura**

En esta etapa finaliza el ciclo de vida de la planta de arroz, la madurez se alcanza entre 35 a 45 días luego de la polinización. La panícula madura de arriba hacia abajo (tiene granos duros, pastosos y lechosos). En esta etapa, cada grano ha llegado a la madurez, lo que se nota por el color amarillo, completamente desarrollado y dureza del grano. El contenido de agua es menor al 20%. En este momento las hojas superiores se secan rápidamente, sin embargo, en algunas variedades permanecen verdes.

## **2.4. Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.4.1. Clima**

INFOAGRO (2019), 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 las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. El cultivo de arroz se extiende desde los 49 - 50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500 m. de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de estas.

### **2.4.2. Temperatura**

INFOAGRO (2019), manifiesta que el arroz necesita para germinar un mínimo de 10 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por lo encima de los 40 °C no se produce la germinación; el crecimiento del

tallo, hojas y raíces requiere un mínimo de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a esta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiados blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influenciado por la temperatura y por la disminución de la duración de los días. La panícula, usualmente llamada espiga por el agricultor, comienza a formarse unos treinta días antes del espigado y siete días después de comenzar su formación alcanza unos 2 mm. A partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente y es este el periodo más sensible a las condiciones ambientales adversas. La floración tiene lugar el mismo día del espigado o al día siguiente durante las últimas horas de la mañana, las flores abren sus glumillas durante una o dos horas si el tiempo es soleado y las temperaturas altas. Un tiempo lluvioso y con temperaturas bajas es perjudicial. El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15 °C, el óptimo 30 °C, por encima de los 50 °C no se produce la floración. La respiración alcanza su máxima intensidad cuando la espiga está en zurrón, decreciendo después del espigado; temperaturas altas durante la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor; por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos.

### **2.4.3. Precipitación**

DOBERMANN y FAIRHURST (2000), afirman que, en condiciones de secano, la principal o única fuente de agua del cultivo, son

las lluvias; además estas deben ser reducidas en el momento de la preparación del cultivo, sin embargo, bajas precipitaciones, durante el desarrollo del cultivo, producen estrés por sequía. LÓPEZ (2006), indica que, bajo condiciones de secano, se requiere en promedio de 5 a 10 mm. de lluvia por día.

#### **2.4.4. Suelo**

INFOAGRO (2019), manifiesta que el cultivo de arroz tiene 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 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. La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de una inundación; mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica y la disponibilidad de fósforo son altas, además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico.

## 2.5. Descripción del arroz cv. “La Esperanza”

### 2.5.1. Origen

El arroz INIA 509 - “La Esperanza”, se originó a partir del cruce triple (CT7948-AM-14-3-1/CT9038-5-5C-8C-3C-1C-M//Selva Alta). En la estación experimental agraria “El Porvenir”; sede del INIA, durante los años 2001- 2003; fue seleccionada en las generaciones F4 a F6 y hasta el año 2009, fue evaluada en el Alto Mayo (PEAM), Bajo Mayo, Huallaga Central, Bagua y Jaén (INIA); quedando establecida la fenología del “Arroz INIA 509 - La Esperanza” como: CT15704-9-1-2-EP2-EP1-VC51.

### 2.5.2. Características agronómicas

El Arroz INIA 509 – La Esperanza; supera la variedad “Capirona” en resistencia a un mayor número de razas de *Pyricularia grisea* y por su buen sabor del arquetipo de planta que presenta resistencia a la tumbada.

**Cuadro 1.** Descripción varietal del arroz INIA 509 - “La Esperanza”

Características	Variedad INIA 509 - “La Esperanza”
Periodo vegetativo (días)	: 130 a 145
Altura de planta (cm)	: 80 -110
Hoja bandera	: Erecta
Longitud hoja bandera	: 24 – 36 cm.
Ancho de hoja bandera	: 1,6 - 2,0 cm.
Acame	: Resistente
Macollamiento	: Bueno
Granos por panículas	: 128 a 225

Rendimiento potencial	: 8,5 a 11 Ton/ha
Peso de 1000 granos	: 26 a 30 gramos
Longitud de panículas	: 24 a 26 cm
Densidad de panículas	: Compacta
Exerción de panículas	: Bien emergida
Largo de grano	: 9 a 10 mm.
Ancho de grano	: 2 a 4 mm.
Longevidad foliar	: Tardía
Respuesta al nitrógeno	: Alto
Rendimiento molinero	: 72 %
Grano entero	: 62 %
Grano quebrado	: 10 %
<i>Pyricularia</i>	: Resistente
<i>Rizoctonia</i>	: Moderadamente resistente
<i>Bipolaris oryzae</i>	: Resistente

---

Fuente: Estación Experimental Agraria "El Porvenir". INIA (2010).

## **2.6. Sistemas de producción**

En nuestra selva y específicamente 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 bajo tres sistemas: bajo riego, secano favorecido y secano tradicional (INIA, 2010).

### **2.6.1. Arroz bajo riego**

Denominado sistema técnico, utiliza alta tecnología, requiere de terrenos planos, bien nivelados, fértiles, pH óptimo y con una fuente segura de agua, previa confección de represas o embalses. Este sistema utiliza maquinaria

agrícola (segadoras, trilladoras o maquinas combinadas), variedades de arroz mejoradas y semillas certificadas, el terreno es preparado en pozas o melgas, con infraestructura de riego, sistema de drenaje y caminos. Emplea fertilizantes inorgánicos, orgánicos, insecticidas, fungicidas, fitorreguladores de crecimiento, bioestimulantes, tendales o eras, y los molinos para el pilado. La producción por hectárea fluctúa de 3000-5000 kg ha<sup>-1</sup> como promedio nacional (TASCÓN y GARCÍA, 1985; INIA, 2010). En este sistema la pérdida de nutrientes es mayor por la desnitrificación que sufren los nitratos en condiciones de inundación; se presume que se pierde un 70 % cuando el terreno está en barro (GONZÁLES, 2010).

### **2.6.2. Arroz de secano favorecido**

Este sistema emplea tecnología semitécnica, entre el cultivo de secano y el irrigado. Emplea variedades altas de largo periodo vegetativo, siembra directa (tacarpo al voleo) y trasplante, y son de extensiones pequeñas. Su principal limitación es la falta de control de agua. Actualmente se utilizan las variedades de arroz semienanas de ciclo corto y mayor potencial productivo. También se puede mecanizar el terreno, emplear insumos, semillas mejoradas, manejar el agua de lluvia y la producción por hectárea fluctúa de 1800-3000 kilos como promedio nacional (INIA, 2010).

### **2.6.3. Arroz de secano tradicional**

Este sistema emplea tecnología tradicional, las siembras se realizan en suelos de bosques, en zonas remotas de frontera agrícola, en zonas con pendientes pronunciadas alejadas de las fuentes de agua y en extensiones promedio de una hectárea; se emplean variedades tradicionales, sin tecnología e

insumos químicos. La producción por hectárea fluctúa entre 1500-1800 kg ha<sup>-1</sup> como promedio nacional (INIA, 2010). Este sistema esta favorecido por la aireación de los estratos del suelo, por la dinámica de la materia orgánica y de los microorganismos que permiten una pérdida menor a la que ocurre en el sistema bajo riego; la pérdida de nitrógeno es de un 30 % en forma de amoniaco (GONZÁLES, 2010).

## **2.7. Manejo del cultivo**

### **2.7.1. Almacigo**

#### **Preparación de terreno**

El primer paso en la preparación del almacigo es calcular el área necesaria para el semillero la cual depende del área total que se vaya a sembrar. En el caso del arroz, para sembrar una hectárea se requiere de 300 a 500 metros cuadrados de almacigo. Una vez calculado el área para el almacigo, se selecciona el lugar adecuado para construirlo teniendo en cuenta los siguientes aspectos: El almacigo debe de quedar cerca de una fuente de agua. En suelo fértil y sin deficiencia o exceso de algún nutrimento. El sitio debe de ser soleado y no muy distante del lugar donde se vaya hacer el trasplante. Para realizar a tiempo la construcción del almacigo, es indispensable preparar el suelo con la debida anticipación. Cuando el área es pequeña, se aconseja el uso de monocultivadores. Es necesario arar y fanguear las veces necesarias hasta cuando el suelo quede perfectamente nivelado. El equipo necesario para la construcción del almacigo es el siguiente: cinta métrica, estacas, cuerdas y palas. Con la cinta se mide el área para el semillero; dos personas pueden ejecutar fácilmente esta operación. Para cada cama, se delimita el área con

cuatro estacas y una cuerda; entre las camas se deja un espacio de 50 cm de donde se recoge el fango que se usa para darles elevación; así se va formando un canal entre las camas que debe tener de 5 a 10 cm de profundidad. La superficie de las camas se va suavizando con la pala y con ella se nivelan en forma tal que queda una ligera inclinación hacia ambos lados para facilitar el drenaje y evitar la formación de charcos. En los suelos pobres se aconseja aplicar 10 a 20 gramos de nitrógeno por metro cuadrado (CIAT, 1985; PÉREZ, 2000; GONZÁLES, 2010).

### **Selección de semilla**

PÉREZ (2000), afirma que debe tener un alto grado de pureza, buena germinación y adecuado contenido de humedad, el grano debe estar libre de enfermedades. CIAT (1985), las semillas para la siembra se hidratan colocándolas en agua por 24 horas y luego se dejan en un lugar cálido y sombreado por otras 24 horas, humedeciéndolas de vez en cuando para evitar que se sequen por completo.

### **Voleo**

Para volear la semilla esta debe orearse para evitar que se adhiera a la mano del voleador. Volear la semilla a primeras horas del día. La lámina de agua debe tener una altura de 5 cm. para evitar el arrastre de la semilla. El agua debe estar translúcida y verse el fondo de la poza para hacer una distribución uniforme de la semilla (AGROBANCO, 2011).

### **Manejo del agua**

Se refiere que al día siguiente del voleo se retira el agua temprano y se mantiene con una lámina delgada de agua. El almácigo se mantiene con repases, para favorecer el enraizamiento de la semilla, en los primeros días. Cuando la planta alcanza una altura de aproximadamente 10 cm., podemos realizar el “entable” del agua. Establecer una lámina de agua definitiva (AGROBANCO, 2011).

### **Control de malezas**

Se aplica un herbicida pre-emergente, en las dosis recomendadas por los distribuidores. Después de 24 horas se drena la poza y con una lámina de 2 cm se volea la semilla germinada en forma uniforme (AGROBANCO, 2011).

## **2.7.2. Trasplante**

### **Preparación del terreno**

Esta depende de la técnica de siembra a utilizar, ya sea arroz inundado como ocurre en la mayoría de las veces, para cultivos en seco o para “arroz voluntario”. Además de considerar en la preparación esos factores se deben tomar en cuenta otros, que al final del ciclo del cultivo van a influir sobre el volumen de producción, entre ellos se puede mencionar, uso de herbicidas, insecticidas y cualquier otro producto destinado al control de plagas y enfermedades, así como el manejo de las aguas de riego. La preparación del terreno en húmedo es un poco más laboriosa que la que se realiza en seco, su costo y uso se 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 (CIAT, 2001; GUSMÁN, 2006).

### **Nivelación del terreno**

La aplicación de las técnicas de nivelación de los lotes destinados para la siembra bajo riego implica inicialmente altos costos, pero se amortizan rápidamente con las ventajas que se obtienen si el trabajo se ejecuta con cuidado. Para una más eficiente operación en siembra y preparación y siembra, asimismo para el manejo del cultivo, equipo para cosecha y manejo del agua de riego, los diques o caballones deberían ser paralelos y las melgas tener un ancho uniforme. Este resultado se logra efectuando una labor de nivelación del terreno de manera tal que se puedan obtener curvas de contornos ligeramente rectos y uniformemente esparcidos (GUZMÁN, 2006).

### **Bancales**

Para mantener el cultivo de arroz inundado y controlar el agua que cubre el suelo, es necesario disponer de medios bancales y que son simples caballones o lomas de tierra. Para encarar la construcción de los bordos para un arrozal, no se puede dar un modelo ni sistema determinado que satisfaga las condiciones de los distintos ambientes en que se practica este cultivo (GUZMÁN, 2006).

### **Inundación de bancales**

Días antes de que se proceda a fanguear se inunda el terreno a preparar con el fin de que se humedezca, de tal forma que al pasar las máquinas

el suelo este bien mullido y las malezas sean destruidas, aspecto que va a favorecer como resultado de la preparación, ya que se forma un charco bajo el cual quedan las semillas de las malezas (GUZMÁN, 2006).

### **Fanguero**

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 las ruedas fanguadoras. Para esta labor a los tractores se les sustituye la llanta convencional por ruedas fanguadoras, además de un rollo pequeño que traslapa tras el tractor. Luego de que se concluye la labor queda en el bancal un charco o fango (GUZMÁN, 2006).

### **La saca**

Es la acción de sacar o extraer las plántulas del almácigo, vivero o semillero, para lo cual la poza debe tener bastante agua, las plántulas se jalan suavemente del suelo cuidando de no dañar las raíces, luego las raíces deben ser lavadas con el agua de la poza para desprender la tierra adherida, lo que facilita su ordenamiento, en haces o manojos, su traslado y el trasplante. En algunos casos de días muy calurosos se recomienda hacer una poda cortando con un machete una fracción de las hojas, que puede ser hasta un 50 % de su longitud, esto con el fin de compensar el área expuesta al sol con los daños sufridos por las raíces al momento de la saca (DRAU, 2013).

### **Trasplante**

Para efectuar el trasplante se debe preparar el suelo mediante el sistema de inundación. Esta preparación debe iniciarse con la debida

anticipación para que las plántulas no estén muy viejas ni muy jóvenes al momento de trasplantarlas. El trasplante se puede hacer a mano, colocando las plántulas al azar o en hileras, se toman los haces de tal manera que se facilite la separación de las plántulas. Con los dedos pulgar e índice, se separa del haz el número de plántulas que se vaya a sembrar en cada sitio y protegiendo las raíces con los otros tres dedos, se colocan las plántulas en el fango; se plantan a 3 cm. de profundidad, pero no más de 5 cm (CIAT, 2010).

### **Distanciamientos y número de plantas**

La densidad más usada en Costa es colocar los golpes a 25 x 25 cm, 25 x 20 cm., 20 x 20 cm. El número de golpes por m<sup>2</sup> varía de 16 a 25. El número de plantas por golpes es de 4 a 8 plántulas. Esta variación depende del cultivar y su capacidad de macollamiento. Sí el almácigo es viejo es necesario colocar más plántulas por golpe, para el caso de buenos suelos, pero sí este es salino hay que colocar más plantas por golpe y más golpes por metro cuadrado. Los golpes muertos deben ser resembrados con plantas de la misma edad (AGROBANCO, 2011).

### **Control de malezas**

Las malezas o malas hierbas son el principal problema de la agricultura en condiciones de selva baja tanto para los cultivares de arroz como de otros cultivos y son causa de los bajos rendimientos. La reducción del rendimiento se debe a que las malezas interfieren con el desarrollo de los cultivos mediante dos fenómenos: La Alelopatía y competencia (DRAU, 2013).

## **Riego**

Este sistema provee de agua de forma algo limitada durante la fase vegetativa, alternando periodos de inundación de profundidad media de 5 cm., con periodos de seca de 5 días, lo que permitirá un mayor macollamiento además del ahorro de agua, y a partir del "punto de algodón" o inicio de la formación de la panoja la capa de agua es permanente y de mayor profundidad (10 cm.), hasta el inicio de madurez o estado pastoso del grano, cuando el agua se drena permitiendo el secado del grano y del suelo para facilitar la cosecha (DRAU, 2013).

### **2.8. Nutrición del cultivo**

La nutrición es el suministro y absorción de aquellos elementos químicos nutritivos que requiere un organismo, los nutrientes necesarios para los cultivos son los elementos, o compuestos inorgánicos simples, indispensables para su crecimiento y que no pueden ser sintetizados por la planta durante los procesos metabólicos normales (DE DATTA, 1986).

#### **2.8.1. Nitrógeno**

El nitrógeno es el elemento clave para la productividad de todos los cereales y en arroz reviste de mayor importancia desde el punto de vista de su aprovechamiento o eficiencia de utilización por la planta, por cuenta su aplicación está sujeta a diversos procesos de perdidas, de no manejarse adecuadamente, ya que en todo caso la eficiencia con que la planta utiliza el fertilizante nitrogenado está entre 20 y 40 % del nitrógeno aplicado (INIA, 2004).

### **Función y movilidad del nitrógeno**

El nitrógeno es un constituyente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleicos y de la clorofila; es decir promueve el rápido crecimiento (incremento en el tamaño de la planta y en el número de macollos) y aumenta el tamaño de las hojas, el número de espiguillas por panoja, el porcentaje de espiguillas llenas y el contenido de proteína en el grano; en consecuencia, el nitrógeno afecta todos los parámetros que contribuyen al rendimiento. Además, las principales formas de nitrógeno absorbido por la planta son: amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). La mayoría de amonio absorbido se incorpora a los compuestos orgánicos en las raíces, mientras que el nitrato es más móvil en el xilema y también se almacena en las vacuolas en las diferentes partes de la planta. El nitrógeno contenido en la urea, el sulfato de amonio o el fosfato diamónico corresponden a la forma amoniacal y a las formas nítricas corresponde el nitrato de amonio (DOBERMANN y FAIRHURST, 2000).

La urea es la principal fuente de nitrógeno para el cultivo del arroz por su fácil disolución en el medio, los problemas del uso de la urea incluyen su higroscopicidad, su rápida descomposición por la enzima ureasa a amonio y dióxido de carbono y el incremento temporal que producen en el pH del suelo; además las pérdidas de nitrógeno de la urea oscilan entre el 60 y el 80 % (CIAT, 1985).

### **Síntomas de deficiencias y efectos en el crecimiento**

La deficiencia de N es la más común en el arroz, y se presenta comúnmente en todos los suelos donde se cultivan las variedades modernas de

arroz sin suficiente fertilizante nitrogenado; aunque también se pueden mencionar otros factores que condicionan la respuesta del arroz a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, entre los cuales destacan: las condiciones edáficas, las condiciones climáticas, la variedad de arroz sembrada, el manejo del cultivo y el manejo del fertilizante (CIAT, 2010).

Los síntomas de deficiencia se dan principalmente en las hojas viejas, y algunas veces en todas las hojas, las mismas toman un color verde claro con las puntas más amarillentas excepto por las hojas jóvenes que son más verdes, todas las hojas son angostas, cortas, erectas y de color verde amarillento. Esta deficiencia resulta en menor macollamiento, menor número de hojas, plantas pequeñas, se reduce el número de granos, la deficiencia de nitrógeno puede deberse a uno o más de los siguientes factores: Baja capacidad de suplemento de nitrógeno del suelo. Insuficiente aplicación de fertilizantes nitrogenados minerales. Baja eficiencia de utilización de nitrógeno (pérdidas por volatilización, desnitrificación, lixiviación, esorrentía). Pérdidas de nitrógeno debido a lluvias intensas (lixiviación y percolación). Secamiento temporal del suelo durante el periodo de crecimiento. Deficiente fijación biológica de nitrógeno por severa deficiencia de fósforo (DOBERMANN y FAIRHURST, 2000).

### **2.8.2. Fósforo**

Influye de manera positiva sobre la productividad del arroz, aunque sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno. El fósforo estimula el desarrollo radicular, favorece el ahijamiento, contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y maduración y mejora la calidad del grano. El arroz

necesita encontrar fósforo disponible en las primeras fases de su desarrollo, por ello es conveniente aportar el abonado fosforado como abonado de fondo. Las cantidades de fósforo a aplicar van desde los 50-80 kg de  $P_2O_5$ /ha. Las primeras cifras se recomiendan para terrenos arcillo limosos, mientras que la última cifra se aplica a terrenos sueltos (INFOAGRO, 2019).

### **Función y movilidad del fósforo**

El arroz, al igual que cualquier otro cereal, requiere una cantidad considerable de fósforo para lograr un crecimiento vigoroso y producir un alto rendimiento de grano; además es un constituyente esencial de la adenosina trifosfato (ATP), nucleótidos, ácidos nucleídos y fosfolípidos; por lo tanto, sus principales funciones son el transporte y almacenamiento de energía y el mantenimiento de la integridad de la membrana celular. El fósforo es móvil dentro de la planta, promueve el macollamiento, el desarrollo de la raíz, la floración temprana y la maduración (DOBERMANN y FAIRHURST, 2000). Durante la fase vegetativa y hasta la floración, el fósforo se acumula en raíces y hojas, posteriormente se traslada rápidamente al grano, donde se concentra 75 % del fósforo absorbido por la planta (INIA, 2004).

### **Síntomas de deficiencias y efectos en el crecimiento**

Las plantas de arroz deficientes de fósforo son pequeñas y tienen muy bajo macollamiento, las hojas son estrechas, pequeñas y muy erectas, y presentan un color verde oscuro, los tallos son delgados y alargados, y el desarrollo de la planta se retarda; además se reduce también el número de hojas, panículas, y granos por panícula, si la variedad tiende a producir

antocianinas las hojas pueden desarrollar un color rojo o púrpura (DOBERMANN y FAIRHURST, 2000).

### **2.8.3. Potasio**

#### **Función y movilidad del potasio**

El potasio es esencial para que ocurran normalmente diversos procesos en la planta, entre estos se pueden mencionar la osmorregulación, activación de enzimas, regulación del pH y balance de aniones y cationes en las células, regulación de la transpiración por los estomas y transporte de los fotosintatos hacia el grano. El potasio fortalece las paredes celulares y está envuelto en la lignificación de los tejidos escleróticos; es decir a nivel de toda la planta, el potasio incrementa el área foliar y el contenido de clorofila, retrasa la senescencia y por lo tanto contribuye a una mayor fotosíntesis y crecimiento del cultivo. Además, a diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio no tiene efecto mayor en el macollamiento, sin embargo, su presencia incrementa el número de granos por panícula, el porcentaje de granos llenos y el peso de 1000 granos. Por otro lado, mejora la tolerancia de la planta a las condiciones adversas, al acame y al ataque de insectos y enfermedades; por lo tanto, el cloruro de potasio es la principal fuente de fertilizantes de este elemento que se aplica en arroz, debido a su bajo costo de producción y a su alto contenido de  $K_2O$  (60 %) (DOBERMANN y FAIRHURST, 2000).

#### **Síntomas de deficiencias y efectos en el crecimiento**

Los síntomas de deficiencia tienden a aparecer primero en las hojas viejas, debido a que el K es móvil dentro de la planta y se transloca de las

hojas en senescencia a las hojas jóvenes. Los primeros síntomas de la deficiencia aparecen como plantas de color verde oscuro que tienen hojas con los márgenes de color café amarillento o parduzco o manchas necróticas de color café oscuro en la punta de las hojas viejas; además las hojas superiores son cortas, agobiadas y de un color verde oscuro sucio; las puntas y los márgenes de las hojas se pueden secar (DOBERMANN y FAIRHURST, 2000).

La deficiencia de potasio afecta el crecimiento en general y reduce el macollamiento; se da una mayor incidencia al acame de las plantas; es decir una senescencia temprana de las hojas, marchitamiento y enrollamiento de las hojas; puede ocasionar un alto porcentaje de espiguillas vanas o parcialmente llenas; incremento en la incidencia de enfermedades. A menudo no se detectan los síntomas de deficiencia de potasio porque estos no son tan fáciles de reconocer como los síntomas de deficiencia de fósforo y nitrógeno, esto se debe a que los síntomas de deficiencia de potasio tienden a aparecer durante periodos más avanzados del ciclo de crecimiento (DOBERMANN y FAIRHURST, 2000; INIA, 2004).

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

La densidad de siembra es un componente importante en el manejo para una mejor productividad del arroz, generalmente los agricultores emplean altas densidades de siembra (de 3,5 - 4 qq. de semilla/ha); sin embargo, no hay trabajos técnicos que demuestren que esta práctica sea la mejor. El uso de densidades de siembra superiores a los 140 kg/ha de semilla, trae consigo problemas relacionados con la competencia dentro del cultivo mismo,

determinando, al final del ciclo de cultivo, plantas con menor desarrollo, escaso macollamiento y con espigas más cortas que las de una planta normal. Igualmente, las altas densidades de siembra dan lugar a la creación de ambientes favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas y criaderos de plagas, dado el crecimiento denso que se observa bajo estas condiciones. Por lo demás, cabe señalar que este crecimiento profuso limita la eficacia de los agroquímicos, al mismo tiempo que, asociado con una alta fertilización nitrogenada, favorece el volcamiento de plantas en campo, todo esto incide en menores rendimientos y afecta la ganancia de los productores (CONARROZ, 2005).

Los productores de arroz tienden a utilizar altas densidades de siembra, bajo el argumento de que la intención es asegurar una buena población, ya que pueden existir pérdidas por daño de aves, deficiencias en la nivelación y preparación del terreno, tipo de semilla utilizada y porcentaje de germinación (JIMÉNEZ *et al.*, 2009). Con la utilización de densidades de siembra de entre 2 - 2,5 qq. de semilla /ha, se obtienen las poblaciones necesarias para alcanzar altos rendimientos, con esta población se obtienen plantas más sanas con tallos más fuertes y capaces de responder a la fertilización, dando como resultado un mayor rendimiento; Además, la disminución de la densidad de siembra reduce los costos y permite realizar el tratamiento de la semilla con fungicidas y/o insecticidas, logrando un cultivo sano y fuerte que minimice el ataque de enfermedades fungosas e insectos (CONARROZ, 2005).

## **2.10. Trabajos de investigación**

CERVANTES (1994), indica que el mayor incremento del rendimiento en las parcelas netas, se produce en poblaciones bajas, con seis plantas por golpe y 20 x 20 cm. de distanciamiento (1.583 kg/m<sup>2</sup>), con tres plantas por golpe y 20 x 20 cm. de distanciamiento (1.535 kg/m<sup>2</sup>), con tres plantas por golpe y 25 x 25 cm de distanciamiento. Por otro lado, HERNÁNDEZ (1996), refiere que, el rendimiento de arroz en cáscara con el 14 % de humedad fueron obtenidos en densidades cortas (20 x 20 cm.), el CICA - 8 produjo 7,236 kg/ha. y la línea 3804 produjo 8,264 kg/ha; el resultado de CICA - 8, fue superior a los resultados obtenidos por RÍOS (1985), en arroz bajo riego y siembra directa a una densidad de 25 x 25 cm, que produjo 6,027 kg/ha. El distanciamiento entre plantas juega un papel importante en el control de malezas, siendo el distanciamiento 20 x 20 cm el que presentó menor peso seco/ha de malezas.

Para GARCÍA (1992), el rendimiento de arroz en cáscara con 14 % de humedad, no se vio influenciado por los factores en estudio. El tratamiento T<sub>4</sub> (trasplante a los 12 días con una planta por golpe) tuvo el mayor promedio aritmético con 8188,70 kg/ha. Por otro lado, PINEDO (2012) indica que el rendimiento de arroz en cáscara con 14 % de humedad, no se vio influenciado por los factores en estudio, que trabajó con tres números de plantas por golpe (1, 2, y 3 plantas) con la variedad "La Conquista", en un sistema intensivo del cultivo de arroz (SIR). El trasplante a los 16 días ddg produjo un rendimiento de 11,17 t/ha. El trasplante a los 16 días ddg produjo un mayor número de panojas/m<sup>2</sup> (378.68).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Campo experimental**

##### **3.1.1. Ubicación**

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo en el fundo “Canta Gallo” perteneciente al Sr. Rodolfo Eleodoro Artica Baltazar, ubicado en el caserío de Cunyac, Porongo, en la provincia de Tocache, región San Martín. Según la clasificación de HOLDRIDGE (1967), corresponde a un clima de Bosque Muy Húmedo Tropical (bmh - T), con una temperatura media de 30.7 °C. Con las coordenadas siguientes coordenadas geográficas:

UTM: 9080675 m.

18 L: 351897 m.

Altitud: 534 msnm.

##### **3.1.2. Historia del campo experimental**

El área donde se ejecutó el experimento, fue una parcela en donde siempre se sembró arroz con una antigüedad de aproximadamente 15 años continuos.

##### **3.1.3. Datos meteorológicos**

En el Cuadro 2, se presentan los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Meteorológica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Alto Huallaga Tocache (IESTPAHT), correspondiente a los meses de agosto del 2015 hasta enero de 2016, es un clima de bosque muy húmedo tropical (bmh - T) (HOLDRIDGE, 1967), con una temperatura promedio máxima de 34.33 °C y temperatura promedio mínima de 16.30 °C, con una precipitación

155.15 mm y de humedad relativa de 82 % y 154.20 horas sol, las que son condiciones óptimas para este cultivo.

**Cuadro 2.** Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del trabajo de investigación (agosto 2015 – enero 2016).

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	H. R. (%)	Insolación (Horas sol)
	Max.	Med.	Min.			
Agosto	32.50	26.60	20.70	124.10	71.50	5.40
Setiembre	32.40	26.20	20.00	63.10	62.00	5.90
Octubre	32.30	26.00	19.60	102.00	79.50	6.00
Noviembre	31.80	25.20	18.60	183.00	82.80	5.10
Diciembre	31.00	25.30	19.50	192.20	83.30	4.50
Enero	32.50	23.20	14.00	218.00	86.00	4.40
<b>Total</b>	<b>192.50</b>	<b>152.50</b>	<b>112.40</b>	<b>882.40</b>	<b>465.10</b>	<b>31.30</b>
<b>Promedio</b>	<b>32.08</b>	<b>25.42</b>	<b>18.73</b>	<b>147.07</b>	<b>77.52</b>	<b>5.22</b>

**Fuente:** Estación Meteorológica IESTP "Alto Huallaga" - Tocache

#### 3.1.4. Análisis de suelos

Se sacó una muestra representativa del suelo previo a la aplicación de los tratamientos, la misma que se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectiva determinación de nutrientes. En el Cuadro 3, se presenta los resultados del análisis físico - químico del suelo y presenta las siguientes características: Textura franco limosa, pH neutro, nivel bajo de materia orgánica y nivel bajo de nitrógeno, con en un nivel medio de fósforo, y un nivel bajo de potasio disponible; características que determinan un suelo de fertilidad baja.

**Cuadro 3.** Análisis físico - químico del suelo experimental.

<b>Parámetros</b>	<b>Contenido</b>	<b>Método</b>
<b>Análisis físico</b>		
Arena %	31.68	Hidrómetro
Limo %	53.28	Hidrómetro
Arcilla %	15.04	Hidrómetro
Clase textural	Franco limoso	Triangulo textural
<b>Análisis químico</b>		
pH	7.09	Potenciómetro (1:1)
Materia orgánica (%)	1.97	Walkley y Black
N - Total (%)	0.09	% M.O x 0.045
P – disponible (ppm)	12.82	Olsen modificado
K - disponible (kg/ha)	99.8	Ácido sulfúrico 6N
CaCO <sub>3</sub> (%)	0.00	Gas volumétrico
Ca + Mg (meq/ 120g)	8.83	Versenato
Al (meq/120g)	0.00	Retitulación
Al + H (meq/120g)	0.00	Yuan
CIC <sub>e</sub>	0.00	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María.

### 3.2. Componentes en estudio

#### Factor A: Número de plantas/golpe.

$a_1 = 3$  Plantas

$a_2 = 5$  Plantas

$a_3 = 7$  Plantas

#### Factor B: Distanciamiento de siembra entre golpes.

$b_1 = 15$  cm.

$b_2 = 20$  cm.

$b_3 = 25$  cm.

### 3.3. Tratamientos en estudio

En el Cuadro 4, se presenta la descripción de los tratamientos.

**Cuadro 4.** Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Clave	Descripción
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	3 plantas/golpe cada 15 cm. entre golpes
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	3 plantas/golpe cada 20 cm. entre golpes
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3 plantas/golpe cada 25 cm. entre golpes
T <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5 plantas/golpe cada 15 cm. entre golpes
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5 plantas/golpe cada 20 cm. entre golpes
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	5 plantas/golpe cada 25 cm. entre golpes
T <sub>7</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	7 plantas/golpe cada 15 cm. entre golpes
T <sub>8</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	7 plantas/golpe cada 20 cm. entre golpes
T <sub>9</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	7 plantas/golpe cada 25 cm. entre golpes

### 3.4. Diseño experimental

El diseño experimental empleado para el presente trabajo de tesis fue, el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 3A x 3B con 4 repeticiones, para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Duncan, con un nivel de significación de ( $\alpha= 0.05$ ).

#### 3.4.1. Modelo estadístico

CALZADA (1970), presenta el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

#### Dónde:

$Y_{ijk}$ = Es la respuesta obtenida en la k-ésima repetición, a la que se aplicó el j-ésimo número de plantas, con el i-ésimo distanciamiento de siembra.

$\mu$ = Efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo número de plantas.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo distanciamiento de siembra

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del j-ésimo distanciamiento de siembra con el i-ésimo número de plantas.

$\lambda_k$  = Efecto de la K - ésimo bloque o repetición

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación.

**Para:**

i= 1, 2, 3 Número de plantas.

j= 1, 2, 3 Distanciamiento de siembra.

K= 1, 2, 3, 4 Bloques

**3.4.2. Análisis de varianza**

En el Cuadro 5, se presenta el esquema del análisis de varianza.

**Cuadro 5.** Esquema del análisis de varianza.

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Fórmula</b>	<b>G. L.</b>
Bloques	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	8
A (Número de plantas)		(a-1) 2
B (Distanciamientos de siembra)		(b-1) 2
A x B	(a-1) (b-1)	4
Error experimental	(ab-1) (r-1)	24
Total	(abr-1)	35

### 3.5. Características del campo experimental

#### **Bloques**

Número de bloques	4
Largo el bloque	48 m
Ancho del bloque	3.00 m
Área de cada bloque	114 m <sup>2</sup>
Área total de los bloques	576 m <sup>2</sup>
Distanciamiento entre bloques	0.50 m

#### **Parcelas**

Número total de parcelas	36
Número de parcelas por bloque	9
Largo de parcela	3 m
Ancho de parcela	5 m
Área de la parcela	15 m <sup>2</sup>
Área neta de parcela	1 m <sup>2</sup>
Área total de parcelas/bloque	135 m <sup>2</sup>

#### **Campo experimental**

Largo	48 m.
Ancho	14,5m
Área total del experimento	696 m <sup>2</sup>

### **3.6. Ejecución del experimento**

#### **3.6.1. Almacigo**

El área para el almacigo estuvo ubicada en un lugar donde se facilitó todas las labores, se realizó de forma manual, es decir se limpió con machete y se quemó el rastrojo incluyendo los bordos y acequias, luego se volteó el terreno con palana, quedando bien mullido; además, se utilizó una manguera transparente de  $\frac{1}{2}$ ´ para la nivelación de la poza.

#### **Obtención de la semilla**

Se utilizó 4.32 kg. de semilla certificada de la variedad “La Esperanza”, adquirida en el fundo “El Establo” en Tocache, San Agustín de Huaquisha.

#### **Pregerminado y abrigado de la semilla**

Se realizó el pregerminado de las semillas, colocándola en sacos de yute, se remojó en agua por 24 horas, luego se las abrigó por 36 horas aproximadamente.

#### **Voleo de la semilla**

Una vez germinado y preparado el terreno se procedió al voleo de la semilla en la poza almaciguera sobre una lámina delgada de agua de cinco cm de altura y debe estar completamente trasparente con la finalidad de uniformizar la distribución de la semilla (5 de agosto del 2015).

### **Manejo de agua**

Se realizó con la finalidad de facilitar las labores agronómicas, a las 48 horas después del voleo se quitó el agua, para oxigenar a las semillas que van germinando, luego a partir del 4<sup>to</sup> día se las regó solo por las mañanas para que las plántulas vayan fijando bien sus raíces en el suelo. A partir del sétimo día se mantuvo la poza con una ligera capa de agua y se aumentó de acuerdo al crecimiento de las plantas, hasta el momento de la saca.

### **Control de insectos**

El control de insectos en el almácigo se inició a los 12 días después de la siembra, se aplicó un insecticida organofosforado no sistémico (Dorsan 48 EC), en función al daño ocasionado para controlar a la mosca minadora del arroz *Hydrellia wirthi*.

#### **3.6.2. Fertilización**

La primera fertilización en el almácigo se aplicó 350 g. de urea, 350 g. de fosfato de amonio y 350 g. de cloruro de potasio, a los ocho días después del voleo de la semilla. En la segunda fertilización se aplicó 1 kg. de urea después de 15 días del voleo de la semilla. La fertilización se realizó en un área de almacigo de 52.5 m<sup>2</sup> para incrementar de raíces en las plántulas, así como fomentar el desarrollo foliar.

### **La saca**

Se realizó a los 20 días después de la siembra, cerrándose la entrada y salida del agua de la poza, la misma que se deje a una altura adecuada para que se facilite esta labor. Con cuidado se sacaron las plántulas,

evitando romperlas, y que no salgan con mucho barro adherido a las raíces, se lavó suavemente y se fueron formando las garbas, estas fueron llevadas a campo definitivo para realizar el trasplante.

### **3.6.3. Campo definitivo**

#### **Preparación del terreno**

Se realizó de forma mecánica con tractor de implementos rotatorios y un motocultor, se pasó por repetidas veces hasta dejar mullido el suelo y en condiciones físicas para el trasplante.

#### **Demarcación del campo experimental**

Se realizó por el método del triángulo notable (3, 4 y 5), en un área de 48 metros de largo por 14,5 metros de ancho, utilizando estacas, rafia y wincha, luego se dividió en 4 bloques y cada bloque en 9 parcelas, los bordos de cada uno de las parcelas se hicieron con las dimensiones de 0.3 m. de ancho x 0.2 m. de alto; así mismo, las parcelas tuvieron 3 metros de ancho por 5 metros de largo, se colocaron claves en cada uno de los bloques y tratamientos respectivamente.

#### **Muestreo de suelo**

Se sacaron 20 submuestras de suelo haciendo un recorrido en zig zag, a un distanciamiento de 5.0 m entre hoyos y una profundidad de 30 cm, utilizando un tubo muestreador de suelo; posteriormente las sub muestras fueron secadas bajo sombra, mullidas, homogenizadas y tamizadas con malla de 2 mm, obteniendo una muestra representativa de 1.0 kg de suelo, luego fueron llevadas

al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para la determinación de los nutrientes.

### **Chancado**

Se inundaron las pozas para luego realizar el proceso de chancado con una mula mecánica, esto se llevó a cabo a los 10 días después de la siembra del almácigo.

### **Fanguero**

Se llevó a cabo a los 15 días después de haber realizado el chancado, este proceso se realiza para enterrar los tallos y restos de la cosecha anterior, quedando las pozas con una lámina de agua de 5 cm de altura para realizar el trasplante.

### **Trasplante**

Se realizó a los 20 días después de la siembra del almácigo (25 de agosto de 2015). Se realizó el trasplante a campo definitivo luego de la saca, fueron sembradas 3, 5 y 7 plántulas/golpe, a un distanciamiento de (15 x 15 cm entre plantas entro 49 golpe/m<sup>2</sup>), (20 x 20 cm. entre plantas entro 25 golpe/m<sup>2</sup>) y (25 x 25 cm entre plantas entro 16 golpe/m<sup>2</sup>) cm entre golpes respectivamente, esta labor se realizó con cordeles marcados según el distanciamiento en estudio y contando el número de plantas a trasplantar por golpe.

### **Riego**

El primer riego se realizó en el momento del trasplante con una lámina de agua aproximadamente de cinco centímetros de altura, para facilitar el prendimiento, luego se dio secas de agua de forma interrumpida para promover

la etapa de máximo macollamiento; se fue aumentando de acuerdo al crecimiento de las plantas, que fue de unos 10 cm de altura aproximadamente hasta una semana antes de la cosecha.

#### **Control de malezas.**

Se realizó a los 15 días después del trasplante: se aplicó un herbicida sistémico pre-emergente recomendado para el control de gramíneas anuales y ciertas malezas de hoja ancha en el cultivo de arroz (Butaclor 600 EC - DVA) a 20 ml/20 L H<sub>2</sub>O para las pozas y para los bordos se hizo de forma manual.

#### **Control de insectos**

Se realizó el control de mosca minadora (*Hydrellia wirthi*) y cogollero (*Spodoptera frugiperda*), a los 30 días después del trasplante se aplicó un insecticida Dorsan 48 EC a 25 ml/20 L H<sub>2</sub>O, con un abono foliar 20 - 20 - 20 a razón de 120 ml/ 20 L H<sub>2</sub>O.

#### **Control de enfermedades**

Este tipo de control se realizó a los 70 días después del trasplante (punto de algodón), se aplicó producto que inhibe la respiración mitocondrial en las células de los patógenos, deteniendo la transferencia de electrones entre el citocromo b al c<sub>1</sub>, en el sitio de oxidación del ubiquinol, causando la no formación de ATP que es la fuente de energía para el trabajo celular (Azoxystrobin 250 gr/L) a 50 ml/20 L H<sub>2</sub>O, Custodia (Azoxystrobin 80 + Tebuconazole 160 gr/L.) 120 ml/20 L H<sub>2</sub>O y una emulsión concentrada (225 gramos de Tebuconazole y

75 gramos de Triadimenol por litro de producto comercial) + Ca B a 30 ml/20 L H<sub>2</sub>O.

### **La fertilización**

La fertilización se realizó según el análisis físico-químico del suelo del campo experimental. Se fertilizó al voleo en pozas inundadas con entradas y salidas de agua cerrada a primera hora de la mañana. Se utilizó: fosfato de amonio como fuente de fósforo (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 18 % de N) y cloruro de potasio como fuente de potasio (60 % K<sub>2</sub>O), se aplicó en dos partes. La primera aplicación se llevó a cabo a los 20 días después del trasplante (14 de Setiembre de 2015) de 3.5 kg fosfato de amonio y cloruro de potasio de 3.5 kg; la segunda aplicación se realizó a los 75 días después del trasplante (8 de noviembre de 2015) con 7 kg de fosfato de amonio y 7 kg de cloruro de potasio.

### **Seca del campo**

Se realizó 30 días antes de la cosecha, para facilitar esta labor.

### **Cosecha**

Se realizó cuando el 95 a 96 % de los granos de las panojas se encontraban maduros, y presentaban una coloración amarillenta, cortando los tallos con hoz a 10 cm del suelo (5 de enero de 2016).

### **Trillado**

Se realizó inmediatamente después de haber cortado las plantas que se trasladaron en costales para luego colocarlos en las mantas, luego en un tronco delgado se golpeó o azotó para desprender los granos, que se colocaron en sacos blancos identificados con sus claves, posteriormente se llevó a una

“era” para ser secados por un lapso de dos horas aproximadamente y finalmente se venteó para separar las impurezas del grano. 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 determinar el rendimiento con el 14 % de humedad del grano, usando el determinador de humedad.

### **3.7. Parámetros de evaluar**

#### **Altura de planta**

Las evaluaciones se realizaron a los 50 y 120 días después del trasplante, utilizando una cinta métrica, esta medida se realizó desde la superficie del suelo hasta la punta de las hojas, las cuales se juntaron para tal fin. Se registró la altura de cinco plantas tomadas al azar en cada uno de los tratamientos dentro del área neta del metro cuadrado.

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

Se realizó a los 120 días después del trasplante, por simple conteo 5 golpes al azar en el metro cuadrado de la parcela neta de cada tratamiento.

#### **Número de panojas/m<sup>2</sup>**

Para determinar esta variable se tomaron cinco golpes al azar de cada metro cuadrado (área neta) y de cada tratamiento. Esta evaluación se realizó poco antes de la cosecha.

#### **Longitud de panoja**

Antes de realizar la cosecha de cada parcela neta, se tomaron cinco panojas al azar por cada tratamiento, haciendo uso de una regla de plástico de 30 cm, se evaluó desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panoja, para lo cual

cada panoja se le apoyo sobre una madera para que quede extendida y nos dé una buena medida.

### **Número de espiguillas llenas por panoja**

Se determinó en base a la parcela neta, el conteo se llevó a cabo poco antes de realizar la cosecha, se tomaron cinco panojas al azar dentro del metro cuadrado, contándose una a una las espiguillas o granos llenos de las panojas de cada tratamiento.

### **Peso de 1000 granos de arroz**

Utilizando una balanza analítica se determinó el peso en gramos de 1000 granos con cáscara, esta variable se evaluó en cada una de las unidades experimentales.

### **Rendimiento de arroz en cáscara**

El rendimiento de arroz en cáscara se realizó en pesadas de la cosecha realizada en las parcelas netas de los distintos tratamientos.

### **Análisis beneficio - costo**

Se determinó para cada tratamiento con la finalidad de observar comparativamente el tratamiento con mayor rentabilidad, la relación: Beneficio/costo y el índice de rentabilidad, para lo cual se tomará parámetros económicos, como el rendimiento, ingreso bruto y la utilidad neta, donde:

Ingreso bruto = Rendimiento (kg/ha) x Precio

Utilidad Neta = Ingreso bruto – Inversión total

Relación Beneficio/Costo = Ingreso bruto / Inversión total

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Altura de planta

En el Cuadro 6, se presenta el análisis de variancia correspondiente a la altura de las plantas de arroz a los 50 y 120 días después del trasplante. Se observa que a los 50 días después del trasplante no existe significación estadística al 5 % de probabilidad para ninguna de las fuentes de variación, pero tiene excelente coeficiente de variación de 5.86 %; sin embargo a los 120 días después del trasplante las fuentes de variación: Bloques, factor A (número de plantas por golpe) y la interacción A x B (número de plantas por golpe x distanciamiento entre golpes) no existe significación estadística; pero existe alta significación estadística para las fuentes de variación: tratamientos y factor B (distanciamiento entre golpes), sin embargo tienen excelente coeficiente de variación de 4.21 %, se puede decir que la no significancia entre los bloques es el resultado de una buena aplicación del diseño experimental, que redujo la variabilidad.

Así también para la significancia del factor B, a los 120 días después del trasplante, indica que solo el distanciamiento entre golpes tiene un efecto significativo en el crecimiento del arroz, mientras que el factor A y para la interacción (A x B) el efecto es irrelevante, esta última fuente de variación indica que no existe un efecto significativo en la altura de planta al combinar el número de plantas por golpe y distanciamientos ente golpes.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para la altura de planta a los 50 y 120 días

F.V.	G.L.	Altura (cm)					
		50 Ddt.			120 Ddt.		
		C.M.	F cal.	Sig.	C.M.	F. cal	Sig.
Bloques	3	3.544	0.226	NS	16.200	1.155	NS
Tratamientos	8	13.754	0.877	NS	48.540	3.463	AS
A	2	7.289	0.509	NS	26.730	1.874	NS
B	2	14.262	0.995	NS	146.590	10.281	AS
AxB	4	16.733	1.168	NS	10.410	0.730	NS
Error experimental	24	15.675			14.010		
Total	35						
C.V. (%):		5.86			4.21		

As: Existe alta significación estadística  
S: Existe significación estadística  
Ns: No existe diferencia estadística significativa  
Ddt: Días después del trasplante

En el Cuadro 7 y la Figura 1, se observa la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura de las plantas de arroz, a los 50 días después del trasplante, no existen diferencias estadísticas significativas pero aritméticamente las alturas fluctuaron del tratamiento T<sub>7</sub> (7 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) con 70.14 cm al tratamiento T<sub>2</sub> (3 plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) con 64.98 cm; mientras que a los 120 días después del trasplante hubo diferencias estadísticas altamente significativas indicando que al menos un tratamiento fue diferente a los demás, por lo que se observa que los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>2</sub> fueron los que obtuvieron los valores más altos de altura con 95.31, 91.36, 91.30, 90.00 y 89.38 cm respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, se debe a la aplicación de los fertilizantes nitrogenados que tuvo un crecimiento inmediato, coincidiendo con QUIRÓS y RAMÍREZ (2006), que afirma un suministro adecuado de nitrógeno en la planta arroz produce: rápido

crecimiento, color verde intenso de las hojas, mejora la calidad de las hojas, aumento del contenido de proteínas y aumento en la producción de hojas, frutos y semillas, etc., corroborado por ORTEGA (2006), manifiesta que el arroz responde muy bien a las aplicaciones de N, las dosis de nitrógeno a aplicar varían entre 60 y 120 kg/ha, dependiendo de la cantidad de N que el suelo pueda suministrar.

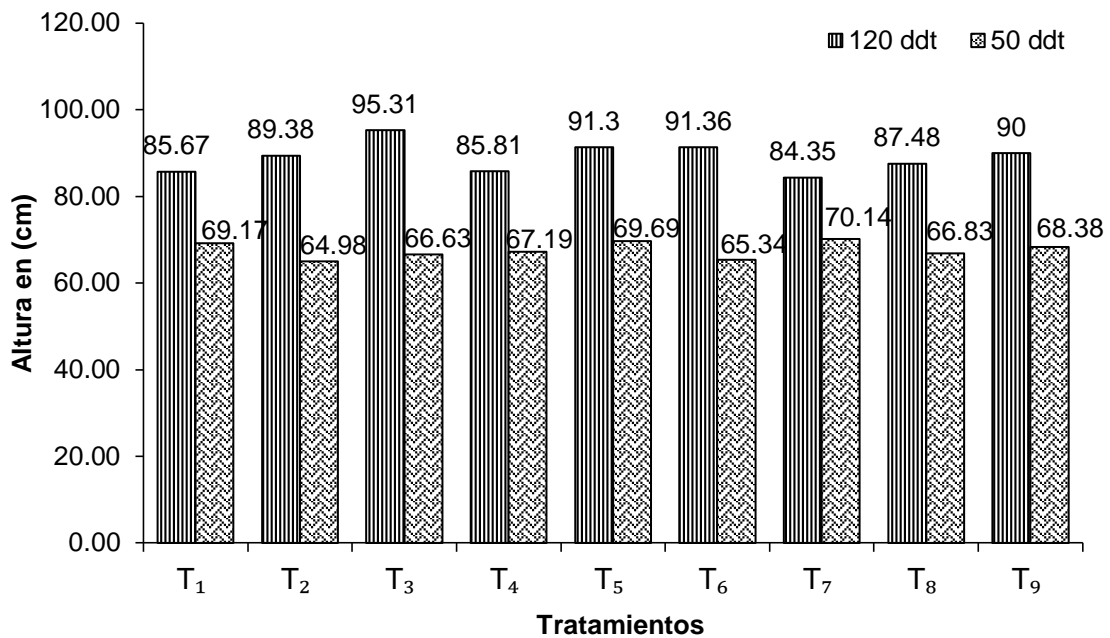
Además, ALCÍVAR y MESTANZA (2007), de acuerdo al análisis del suelo, recomiendan aplicar 120 kg/ha de N, en suelos con bajo contenido de este elemento; 120 kg/ha en suelos con niveles medios y 80 kg/ha cuando el suelo presenta un nivel alto de nitrógeno.

**Cuadro 7.** Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para la altura de la planta de arroz a los 50 y 120 días después del trasplante.

Altura (cm)					
50 Ddt			120 Ddt		
Trat.	Promedio	Sig.	Trat.	Promedio	Sig.
T <sub>7</sub>	70.14	a	T <sub>3</sub>	95.31	a
T <sub>5</sub>	69.69	a	T <sub>6</sub>	91.36	a b
T <sub>1</sub>	69.17	a	T <sub>5</sub>	91.30	a b
T <sub>9</sub>	68.38	a	T <sub>9</sub>	90.00	a b c
T <sub>4</sub>	67.19	a	T <sub>2</sub>	89.38	a b c
T <sub>8</sub>	66.83	a	T <sub>8</sub>	87.48	b c
T <sub>3</sub>	66.63	a	T <sub>4</sub>	85.81	b c
T <sub>6</sub>	65.34	a	T <sub>1</sub>	85.67	b c
T <sub>2</sub>	64.98	a	T <sub>7</sub>	84.35	c

En una misma columna, letras iguales no existe diferencias significativas; pero letras desiguales existe diferencias significativas.

Ddt : Días después del trasplante



- |                |   |                |   |
|----------------|---|----------------|---|
| T <sub>1</sub> | (3 Plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) | T <sub>6</sub> | (5 Plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) |
| T <sub>2</sub> | (3 Plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) | T <sub>7</sub> | (7 Plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) |
| T <sub>3</sub> | (3 Plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) | T <sub>8</sub> | (7 Plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) |
| T <sub>4</sub> | (5 Plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) | T <sub>9</sub> | (7 Plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) |
| T <sub>5</sub> | (5 Plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) |                |   |

**Figura 1.** Altura de la planta de arroz a los 50 y 120 días después del trasplante.

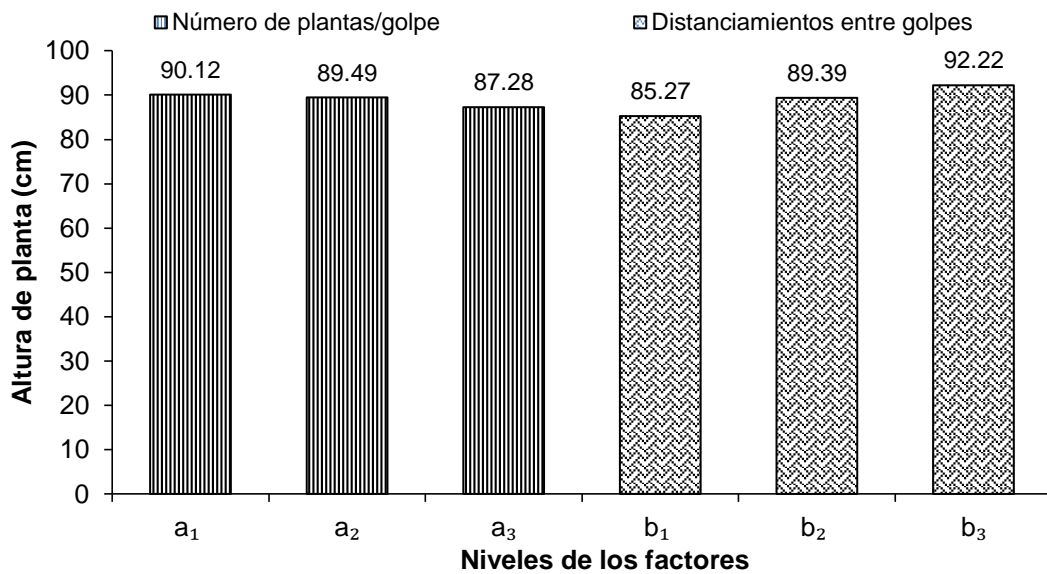
En el Cuadro 8 y la Figura 2, se presenta la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para los efectos principales de los factores A y B que resultó al menos para un factor estadísticamente significativo y se observa que en el factor A el nivel a<sub>1</sub> (3 plantas/golpe), ocupó el primer lugar con 90.12 cm, y estadísticamente fue igual a los niveles a<sub>2</sub> (5 plantas/golpe) y a<sub>3</sub> (7 plantas/golpe) con 89.49 y 87.27 cm respectivamente. En el factor B referente al distanciamiento entre golpes nivel b<sub>3</sub> (25 cm entre golpes) ocupó el primer lugar con 92.22 cm sin diferenciarse estadísticamente con el nivel b<sub>2</sub> (20 cm entre golpes), mientras que el nivel b<sub>3</sub> (25 cm entre golpes) ocupó el último lugar al presentar un valor de 85.27 cm, debiéndose a la menor cantidad de plantas y

mayor distanciamiento para que un mejor crecimiento y a su vez un desarrollo adecuado.

**Cuadro 8.** Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) de la altura del arroz para los efectos principales a los 120 días después del trasplante.

Número de plantas/golpe			Distanciamiento entre golpes (cm)		
Niveles	Promedio	Sig.	Niveles	Promedio	Sig.
a <sub>1</sub>	90.12	a	b <sub>3</sub>	92.22	a
a <sub>2</sub>	89.49	a	b <sub>2</sub>	89.39	a
a <sub>3</sub>	87.28	a	b <sub>1</sub>	85.27	b

**a<sub>1</sub>:** (3 Plantas/golpe)      **b<sub>1</sub>:** (15 cm entre golpe)  
**a<sub>2</sub>:** (5 Plantas/golpe)      **b<sub>2</sub>:** (20 cm entre golpe)  
**a<sub>3</sub>:** (7 Plantas/golpe)      **b<sub>3</sub>:** (25 cm entre golpe)



**a<sub>1</sub>:** (3 Plantas/golpe)      **b<sub>1</sub>:** (15 cm entre golpe)  
**a<sub>2</sub>:** (5 Plantas/golpe)      **b<sub>2</sub>:** (20 cm entre golpe)  
**a<sub>3</sub>:** (7 Plantas/golpe)      **b<sub>3</sub>:** (25 cm entre golpe)

**Figura 2.** Altura de los factores número de plantas por golpe y distanciamiento entre golpes.

#### 4.2. Número de macollos y número de panojas

Del Cuadro 9, se deduce lo siguiente: No existe significación estadística al 5 % de probabilidad para las fuentes de variación: Bloques, factor A (número de plantas por golpe) y la interacción (A x B) para ambas variables (número de macollos y de panojas), mientras que para las fuentes de variación: Tratamientos y factor B hubo alta significación estadística. Los coeficientes de variabilidad para el número de macollos y panojas fueron de 14.75 y 11.44 %, respectivamente, indicando que los resultados fueron muy buena homogeneidad; es decir que la sola significancia del factor B para el parámetro de número de macollos y número de panojas, indica que solo el distanciamiento entre golpes tiene un efecto en el desarrollo de la planta; mientras que el factor A y la interacción (A x B) el efecto es irrelevante, esta última fuente de variación indica que no existe un efecto significativo para el número de macollos y panojas al combinar ambos factores.

**Cuadro 9.** Análisis de variancia para el número de macollos y número de panojas/m<sup>2</sup>.

F.V.	G.L.	N° de macollos			N° de panojas		
		C.M.	F cal.	Sig.	C.M.	F. cal	Sig.
Bloques	3	6.131	0.591	NS	2.410	0.755	NS
Tratamientos	8	86.275	8.325	AS	51.026	15.99	AS
A	2	17.707	1.790	NS	7.787	2.508	NS
B	2	321.501	32.499	AS	189.347	60.99	AS
AxB	4	2.946	0.297	NS	3.484	1.122	NS
Error exp.	24	10.362			13.191		
Total	35						
C.V. (%):		14.75			11.44		

As: Existe alta significación estadística  
S: Existe significación estadística  
Ns: No existe diferencia estadística significativa

En el Cuadro 10 y la Figura 3, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el número de macollos y panoja, donde se encontró que para el número de macollos los tratamientos T<sub>9</sub> (7 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes), T<sub>6</sub> (5 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) y T<sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes), alcanzaron los mejores resultados al obtener valores de 28.6, 25.55 y 24.55 unidades respectivamente sin diferenciarse estadísticamente entre ellos; asimismo para el parámetro de número de panojas el tratamiento T<sub>9</sub> (7 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) y T<sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes), alcanzaron valores de 21.3 y 19.6 unidades respectivamente, siendo estadísticamente mejor que los demás tratamientos. Por otro lado los tratamientos T<sub>7</sub> (7 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes), T<sub>4</sub> (5 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) y T<sub>1</sub> (3 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) alcanzaron los valores más bajos tanto para el número de macollos y panojas; se debe a la no adecuada aplicación de las fertilizantes en especial al nitrógeno coincidiendo con DOBERMANN y FAIRHURST (2000), quienes mencionan que el nitrógeno es un constituyente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleicos y de la clorofila; es decir promueve el rápido crecimiento incremento en el tamaño de la planta y en el número de macollos, además mencionan que el nitrógeno es requerido durante todo el periodo de crecimiento, pero la mayor necesidad se presenta entre el inicio hasta mediados del macollamiento y al inicio de la panoja; sin embargo para el CIAT (2010), crecimiento, macollo y panoja, se ve influenciado también por las condiciones edáficas, climáticas, la variedad de arroz, manejo del cultivo y el manejo del fertilizante; además menciona que la respuesta del arroz al potasio ha sido

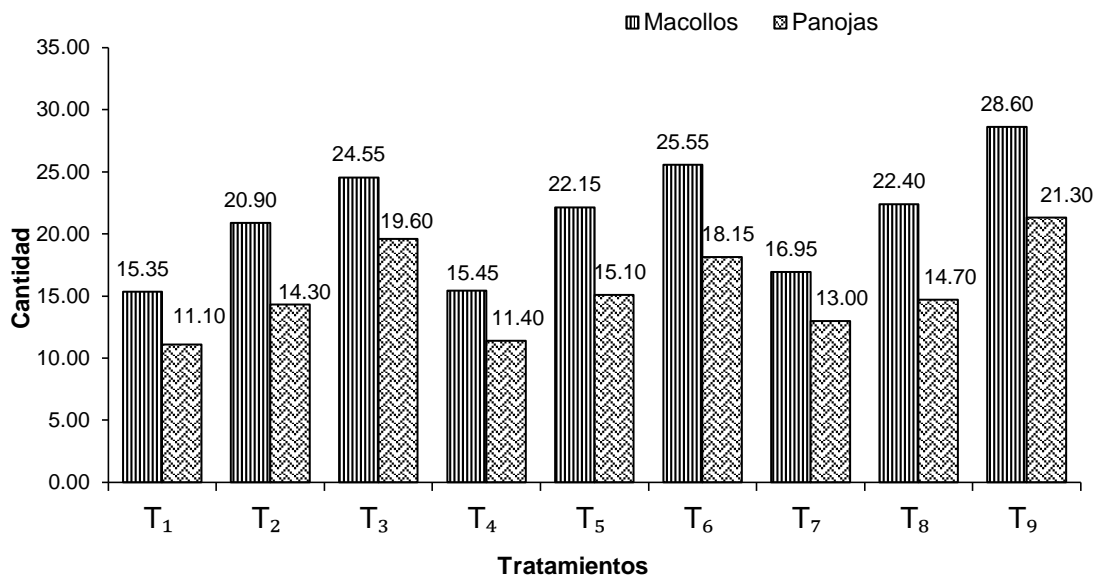
siempre menos frecuente que las respuestas de nitrógeno y fósforo y a veces es errática.

Por otro lado, DOBERMANN y FAIRHURST (2000), afirman que, a diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio no tiene efecto mayor en el macollamiento; sin embargo, para el INIA (2004), sostiene que la deficiencia de potasio afecta el crecimiento en general y reduce el macollamiento; se da una mayor incidencia al acame de las plantas.

**Cuadro 10.** Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para del número de macollos y panojas/m<sup>2</sup>.

N° de macollos			N° de panojas		
Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.
T <sub>9</sub>	28.60	a	T <sub>9</sub>	21.30	a
T <sub>6</sub>	25.55	a b	T <sub>3</sub>	19.60	a b
T <sub>3</sub>	24.55	a b	T <sub>6</sub>	18.15	b
T <sub>8</sub>	22.40	b	T <sub>5</sub>	15.10	c
T <sub>5</sub>	22.15	b	T <sub>8</sub>	14.70	c
T <sub>2</sub>	20.90	b c	T <sub>2</sub>	14.30	c
T <sub>7</sub>	16.95	c d	T <sub>7</sub>	13.00	c d
T <sub>4</sub>	15.45	d	T <sub>4</sub>	11.40	d
T <sub>1</sub>	15.35	d	T <sub>1</sub>	11.10	d

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.



- T<sub>1</sub> (3 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes)    T<sub>6</sub> (5 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes)  
 T<sub>2</sub> (3 plantas/golpe cada 20 cm entre golpes)    T<sub>7</sub> (7 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes)  
 T<sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes)    T<sub>8</sub> (7 plantas/golpe cada 20 cm entre golpes)  
 T<sub>4</sub> (5 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes)    T<sub>9</sub> (7 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes)  
 T<sub>5</sub> (5 plantas/golpe cada 20 cm entre golpes)

**Figura 3.** Comparación de la altura promedio en centímetros para los factores número de plantas por golpe y distanciamiento entre golpes.

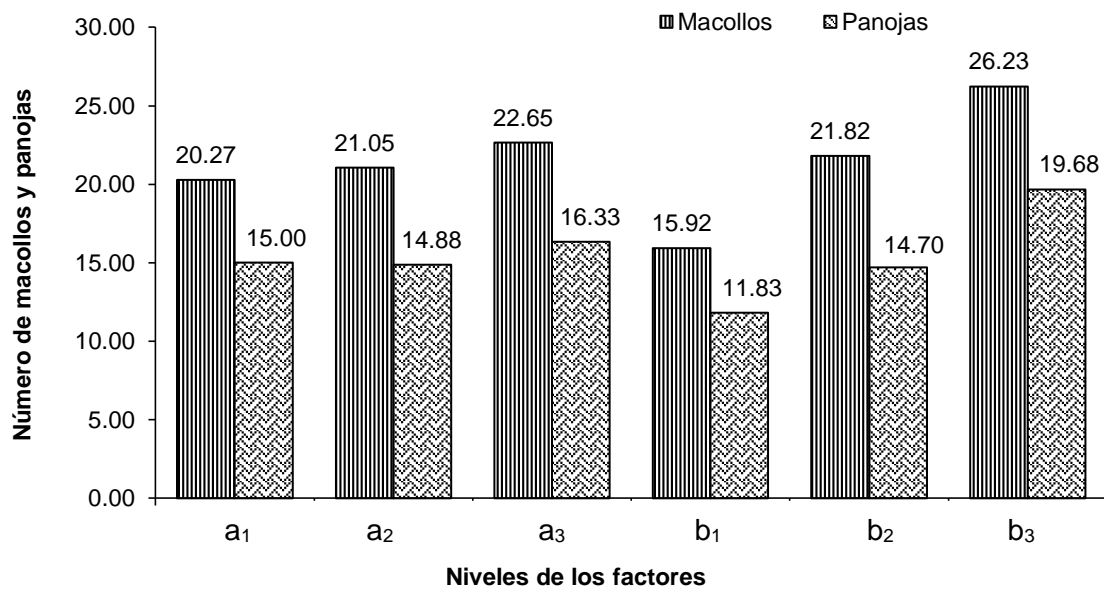
En el Cuadro 11 y la Figura 4, se presentan la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para los efectos principales (A y B) que resultó al menos para un factor estadísticamente significativo. Para el número de macollos en el factor A, el nivel a<sub>3</sub> (3 plantas/golpe) ocupó el primer lugar con 22.65 unidades, que fue estadísticamente igual a los niveles a<sub>2</sub> (5 plantas/golpe) y a<sub>1</sub> (3 plantas/golpe) que obtuvieron valores de 21.05 y 20.7 unidades respectivamente, mientras que el factor B el nivel b<sub>3</sub> (25 cm entre golpes) alcanzó el mejor resultado al obtener 26.23 unidades, diferenciándose estadísticamente con los demás niveles; asimismo para el parámetro del número de panoja en el factor A, el nivel a<sub>3</sub> (3 plantas/golpe) ocupó el primer lugar con

16.33 unidades, que fue estadísticamente igual a los niveles  $a_1$  (3 plantas/golpe) y  $a_2$  (5 plantas/golpe) que obtuvieron valores de 15,00 y 14.88 unidades respectivamente, mientras que en el factor B, el nivel  $b_3$  (25 cm entre golpes) alcanzó el mejor resultado al obtener 19.68 unidades, diferenciándose estadísticamente con los demás niveles, el  $a_3$  (7 plantas/golpe), tuvo la mayor cantidad de plantas por golpe esto se debe que a mayor plantas se tendrá mayor macollos; por lo consiguiente  $b_3$  (25 cm entre golpe) tendrá mayor número de panojas al tener un mayor espacio para un buen crecimiento y desarrollo de la planta.

**Cuadro 11.** Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para los efectos principales, del número de macollos y panoja de arroz/m<sup>2</sup>.

N° de macollos						N° de panojas					
Factor A			Factor B			Factor A			Factor B		
Niv.	Prom.	Sig.	Niv.	Prom.	Sig.	Niv.	Prom.	Sig.	Niv.	Prom.	Sig.
$a_3$	22.65	a	$b_3$	26.23	a	$a_3$	16.33	a	$b_3$	19.68	a
$a_2$	21.05	a	$b_2$	21.82	b	$a_1$	15.00	a	$b_2$	14.70	b
$a_1$	20.27	a	$b_1$	15.92	c	$a_2$	14.88	a	$b_1$	11.83	c

$a_1$ : (3 Plantas/golpe)       $b_1$ : (15 cm entre golpe)  
 $a_2$ : (5 Plantas/golpe)       $b_2$ : (20 cm entre golpe)  
 $a_3$ : (7 Plantas/golpe)       $b_3$ : (25 cm entre golpe)



a<sub>1</sub>: (3 Plantas/golpe)    b<sub>1</sub>: (15 cm entre golpe)  
a<sub>2</sub>: (5 Plantas/golpe)    b<sub>2</sub>: (20 cm entre golpe)  
a<sub>3</sub>: (7 Plantas/golpe)    b<sub>3</sub>: (25 cm entre golpe)

**Figura 4.** Comparación del número de macollo y panojas para los factores número de plantas por golpe y distanciamiento entre golpes.

#### 4.3. Longitud de panoja y número de espiguillas/panoja

Del Cuadro 12, se concluye que no existe significación estadística al 5 % de probabilidad en las fuentes de variación: Bloques e interacción (A x B) en las variables longitud de panoja y números de espiguillas, sin embargo, para los tratamientos, y factor B hubo alta significación estadística y finalmente el factor A tiene significación estadística. Los coeficientes de variabilidad fueron de 5.01 y 9.26 %, respectivamente, indicando que los resultados tienen una excelente variabilidad. La sola significancia del factor B y factor A para los parámetros de longitud de panojas y números de espiguillas, indica que el distanciamiento entre golpes y el número de golpes tiene un efecto individual sobre ambas variables, mientras que al combinarlas (A x B) el efecto es irrelevante.

**Cuadro 12.** Análisis de variancia de la longitud de panoja y números de espiguillas/panoja.

F.V.	G.L.	Longitud de panoja			N° de espiguillas		
		C.M.	F cal.	Sig.	C.M.	F. cal	Sig.
Bloques	3	1.240	1.108	NS	2.475	3.595	NS
Tratamientos	8	3.978	3.553	AS	3.295	6.437	AS
A	2	3.797	3.353	S	2.475	3.595	S
B	2	11.589	10.23	AS	10.24	14.877	AS
AxB	4	0.259	0.228	NS	0.232	0.338	NS
Error exp.	24	1.119			0.511		
Total	35						
C.V.(%):		5.01			9.26		

En el Cuadro 13, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para ambas variables, donde se observa que la longitud de panojas los tratamientos T<sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes), T<sub>2</sub> (3 Plantas/golpe cada 20 cm entre golpes), T<sub>6</sub> (5 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes, T<sub>9</sub> (7 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes y T<sub>5</sub> (5 plantas/golpe cada 20 cm entre golpes), alcanzaron los mejores resultados al obtener valores de 21.5, 21.16, 20.82, 20.64 y 20.55 cm respectivamente sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, mientras que el parámetro de número de espiguillas los tratamientos T<sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes), T<sub>9</sub> (7 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) y T<sub>2</sub> (3 plantas/golpe cada 20 cm entre golpes), alcanzaron valores de 9.98, 9.35 y 9.08 unidades respectivamente, siendo estadísticamente mejor que los demás tratamientos. Se debe a que el T<sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes), tiene menor densidad que el resto de tratamientos el cual le permite tener un mayor crecimiento, área foliar y mejor número de espiguillas y un excelente absorción de nutrientes coincidiendo con SOLÓRZANO (2003), manifiesta que el nitrógeno es el elemento que más

influye sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas llenas, incrementa la superficie foliar y además contribuye al aumento de la calidad del grano; además menciona que la aplicación de nitrógeno da una coloración verde oscura a las plantas, produce un rápido crecimiento, aumenta el tamaño de hojas y granos, elevando su contenido proteico, y mejora la calidad del grano.

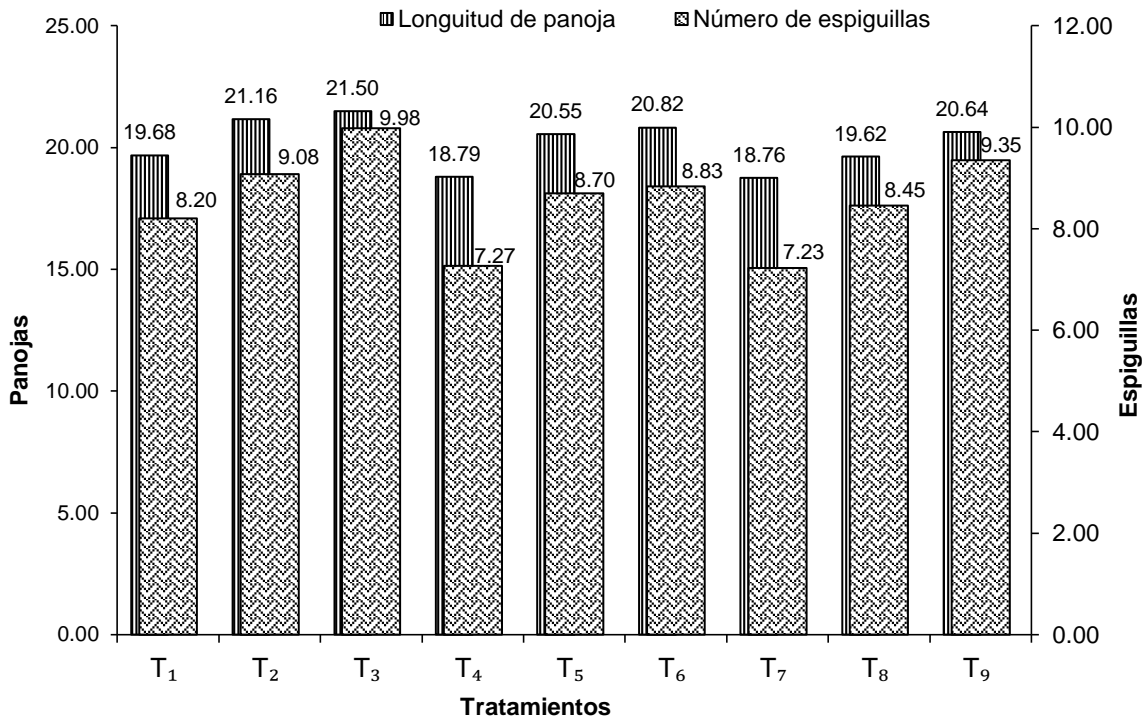
**Cuadro 13.** Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) de la longitud de panojas y número de espiguillas/panoja.

Longitud de panojas (cm)			Número de espiguillas		
Trat.	Promedio	Sig.	Trat.	Promedio	Sig.
T <sub>3</sub>	21.50	a	T <sub>3</sub>	9.98	a
T <sub>2</sub>	21.16	a b	T <sub>9</sub>	9.35	a b
T <sub>6</sub>	20.82	a b	T <sub>2</sub>	9.08	a b
T <sub>9</sub>	20.64	a b	T <sub>6</sub>	8.83	b
T <sub>5</sub>	20.55	a b	T <sub>5</sub>	8.70	b
T <sub>1</sub>	19.68	b c	T <sub>8</sub>	8.45	b
T <sub>8</sub>	19.62	b c	T <sub>1</sub>	8.20	b c
T <sub>4</sub>	18.79	c	T <sub>4</sub>	7.27	c
T <sub>7</sub>	18.76	c	T <sub>7</sub>	7.23	c

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.

Así también, INPOFOS (1997), manifiesta que la carencia de nitrógeno (N), y no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis. Por otro lado, FEDEARROZ (2005), refiere que uno de los mayores problemas de la nutrición del cultivo de arroz en las diferentes zonas arroceras, es la baja eficiencia de la fertilización especialmente nitrogenada (del 50 al 70 %) y fosfórica (del 10 al 30 %). DE DATTA (1986), revela que las plantas de arroz requieren una gran cantidad de nitrógeno en las

etapas tempranas e intermedias de formación de los vástagos para maximizar el número de panículas.



- |  |  |
|--|--|
| T <sub>1</sub> (3 Plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) | T <sub>6</sub> (5 Plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) |
| T <sub>2</sub> (3 Plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) | T <sub>7</sub> (7 Plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) |
| T <sub>3</sub> (3 Plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) | T <sub>8</sub> (7 Plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) |
| T <sub>4</sub> (5 Plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) | T <sub>9</sub> (7 Plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) |
| T <sub>5</sub> (5 Plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) |  |

**Figura 5.** Longitud de panojas y número de espiguillas de la planta de arroz.

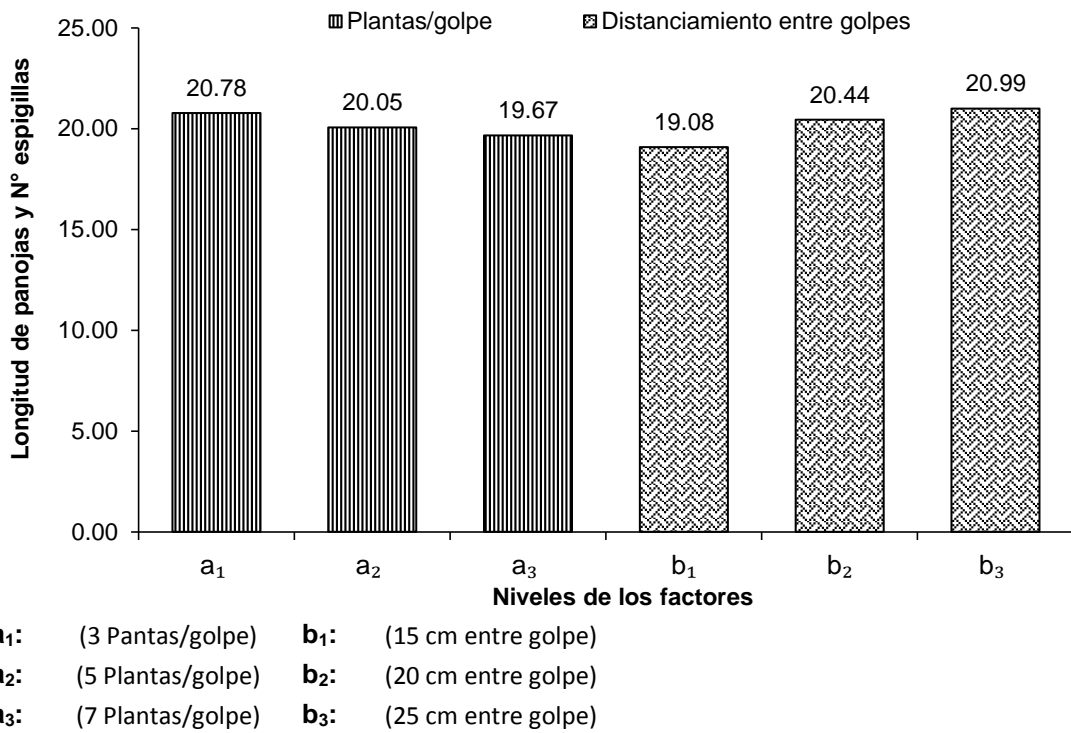
En el Cuadro 14 y la Figura 6, se presenta la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para los efectos principales A y B que resultó al menos para un factor estadísticamente significativo. Para la longitud de panojas en el factor A, el nivel a<sub>1</sub> (3 plantas/golpe) y a<sub>2</sub> (5 plantas/golpe) fueron estadísticamente iguales y mejores que el nivel a<sub>3</sub> (7 plantas/golpes) al obtener valores de 20.78 y 20.05 cm respectivamente, mientras que el factor B, el nivel b<sub>3</sub> (25 cm entre golpe) alcanzó el mejor resultado al obtener 20.99 cm, sin

diferenciarse del nivel de  $b_2$  (15 cm entre golpe); sin embargo, para el parámetro del número de espiguillas en el factor A, el nivel  $a_1$  (3 plantas/golpe) ocupó el primer lugar con 9.09 unidades, diferenciándose estadísticamente de los demás niveles, mientras que en el factor B, el nivel  $b_3$  y  $b_2$  alcanzaron los mejores resultados diferenciándose estadísticamente del nivel  $b_1$ , si el nivel  $a_1$  tiene mayor longitud y número de espiguillas es precisamente porque tiene mayor distanciamiento entre golpes  $b_3$  (25 cm entre golpe), lo cual tendrá un mayor crecimiento, área foliar y mejor desarrollo de fotosintético corroborado por GARCÍA (1992), quien refiere que la fertilización nitrogenada influye significativamente en el crecimiento de la planta, número de panículas, peso de la semilla y rendimiento en general; sin embargo para DEGIOVANNI *et al.* (2010) expresan que una alta densidad de siembra trae consigo muchos efectos negativos; por ejemplo: las plantas crecen débiles y no responden a los fertilizantes, y la incidencia de las enfermedades aumenta.

**Cuadro 14.** Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para los efectos principales de la longitud de panoja y número de espiguillas/panoja.

Longitud de panoja (cm)						Número de espiguillas					
Factor A			Factor B			Factor A			Factor B		
Niv.	Prom	Sig.	Niv.	Prom.	Sig.	Niv.	Prom.	Sig.	Niv.	Prom.	Sig.
$a_1$	20.78	a	$b_3$	20.99	a	$a_1$	9.09	a	$b_3$	9.39	a
$a_2$	20.05	a b	$b_2$	20.44	a	$a_3$	8.34	b	$b_2$	8.74	a
$a_3$	19.67	b	$b_1$	19.08	b	$a_2$	8.27	b	$b_1$	7.57	b

$a_1$ : (3 Plantas/golpe)       $b_1$ : (15 cm entre golpe)  
 $a_2$ : (5 Plantas/golpe)       $b_2$ : (20 cm entre golpe)  
 $a_3$ : (7 Plantas/golpe)       $b_3$ : (25 cm entre golpe)



**Figura 6.** Longitud de panojas y número de espiguillas para los factores de plantas por golpe y distanciamiento entre golpes.

#### 4.4. **Peso de 1000 semillas**

En el Cuadro 15, se presenta el análisis de variancia correspondiente al peso de 1000 granos de arroz al 14 %. Se deduce que las fuentes de variación de bloques, tratamientos, factor A y la interacción (A x B) no existe significación estadística; sin embargo, para el factor B existe significación estadística: además para este parámetro se tiene un excelente coeficiente de variabilidad; es decir que existió homogeneidad en todas las parcelas que fue instalado el experimento.

**Cuadro 15.** Análisis de varianza del peso de 1000 granos de arroz al 14 % de humedad.

Fuente de variación	G.L.	Peso de 1000 granos (g)			
		120 días			
		S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	3	2.598	0.866	1.180	NS
Tratamientos	8	10.301	1.288	1.754	NS
A (Plantas/golpe)	2	3.469	1.734	2.363	NS
B (Distanciamiento/golpes)	2	5.337	2.669	3.635	S
AxB (Int.)	4	1.494	0.374	0.509	NS
Error exp.	24	17.617	0.734		
Total	35	30.516			

C.V. (%): 2.58

As: Existe alta significación estadística

S: Existe significación estadística

Ns: No existe diferencia estadística significativa

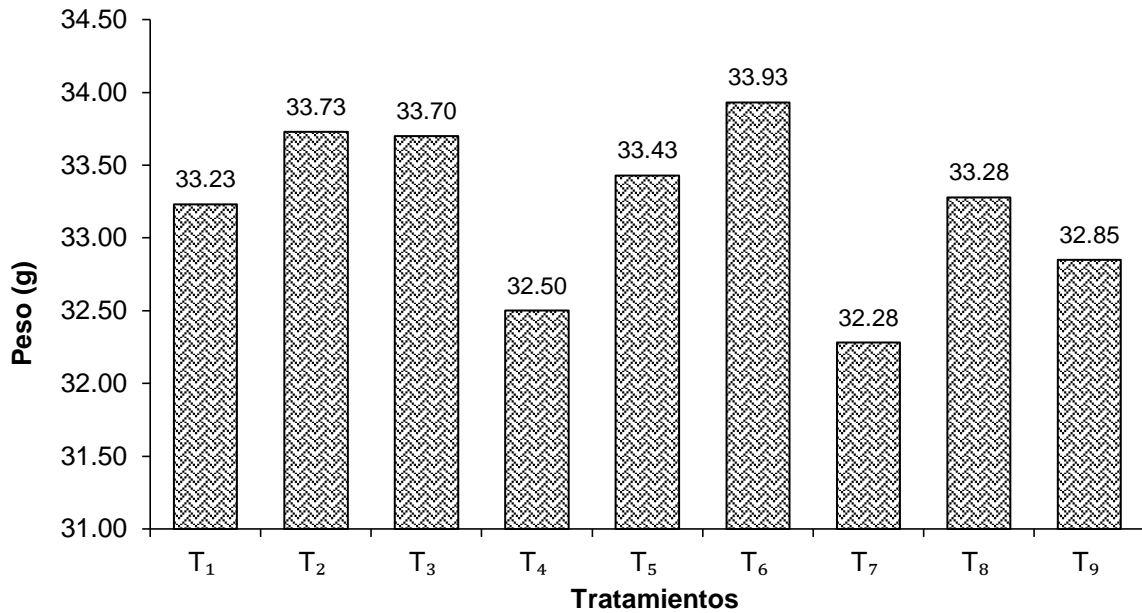
En el Cuadro 16 y la Figura 7, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el peso de 1000 granos de arroz, donde se encontró que los tratamientos T<sub>6</sub> (5 Plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) y T<sub>2</sub> (3 Plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) no existe diferencias estadísticas significativas entre ellos, pero numéricamente tienen valores de 33.93 y 33.73 gramos respectivamente; además frente al resto de tratamientos existe diferencias significativas, ocupando el último lugar el tratamiento T<sub>7</sub> (7 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) con 32.28 gramos, se debe precisamente a la asimilación del nitrógeno y en el cultivo de arroz es elemento esencial por participar en diversas funciones de la planta, para producir un rápido crecimiento, aumenta el tamaño de hojas y granos, elevando su contenido proteico y mejora la calidad del grano, coincidiendo con SOLÓRZANO (2003), quien manifiesta que el nitrógeno es el

elemento que más influye sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas llenas, incrementa la superficie foliar y además contribuye al aumento de la calidad del grano; por otro lado (INPOFOS, 1997), manifiesta que el nitrógeno es un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman proteínas, por lo tanto, el nitrógeno es directamente responsable del incremento de contenido de proteínas en las plantas; además ALCÍVAR y MESTANZA (2007), indican que el arroz necesita asimilar nitrógeno durante todo su periodo vegetativo; es decir durante las primeras etapas de desarrollo hasta el final de la etapa pastosa, pero existen dos etapas de mayor exigencia: durante el macollamiento y al inicio de la formación del primordio floral; finalmente ORTEGA (2006), manifiesta que el arroz responde muy bien a las aplicaciones de nitrógeno.

**Cuadro 16.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del peso de 1000 granos de arroz.

Peso de 1000 granos (g)		
120 días		
Tratamientos	Promedio	Significación
T <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> )	33.93	a
T <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	33.73	a
T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> )	33.70	a b
T <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> )	33.43	a b
T <sub>8</sub> (a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> )	33.28	a b
T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	33.23	a b
T <sub>9</sub> (a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> )	32.85	a b
T <sub>4</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	32.50	a b
T <sub>7</sub> (a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> )	32.28	a b

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.



- |  |  |
|--|--|
| T <sub>1</sub> (3 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) | T <sub>6</sub> (5 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) |
| T <sub>2</sub> (3 plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) | T <sub>7</sub> (7 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) |
| T <sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) | T <sub>8</sub> (7 plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) |
| T <sub>4</sub> (5 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) | T <sub>9</sub> (7 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) |
| T <sub>5</sub> (5 plantas/golpe cada 20 cm entre golpes) |  |

**Figura 7.** Peso de 1000 granos (g) al 14 % de humedad.

#### 4.5. Rendimiento de arroz en cáscara

En el Cuadro 17, se observan las fuentes de variación de bloques, factor A y la interacción (A x B) no existe significación estadística; sin embargo, para los tratamientos y el factor B existe significación estadística: además para este parámetro de rendimientos se tiene un buen coeficiente de variabilidad; es decir que existió homogeneidad aceptable en la instalación del experimento. En el Cuadro 17, se presenta la prueba de Duncan para el rendimiento del cultivo de arroz, con la finalidad de afirmar que tratamiento respondió mejor al efecto de número de plantas sembradas a diferentes distanciamientos.

**Cuadro 17.** Análisis de varianza para el rendimiento.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento del arroz en kg/ha			
		120 días			
		S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	3	34695892.31	11565297.44	3.06	NS
Tratamientos	8	452882672.90	56610334.12	14.98	S
A (Plantas/golpe)	2	10215952.80	5107976.40	1.35	NS
B (Distanciamiento/golpes)	2	426718382.30	213359191.20	56.45	AS
AxB (Interacción)	4	15948337.83	3987084.45	1.05	NS
Error experimental	24	90710278.14	3779594.92		
Total	35	578288843.40			

C.V. (%): 16.95

As: Existe alta significación estadística

S: Existe significación estadística

Ns: No existe diferencia estadística significativa

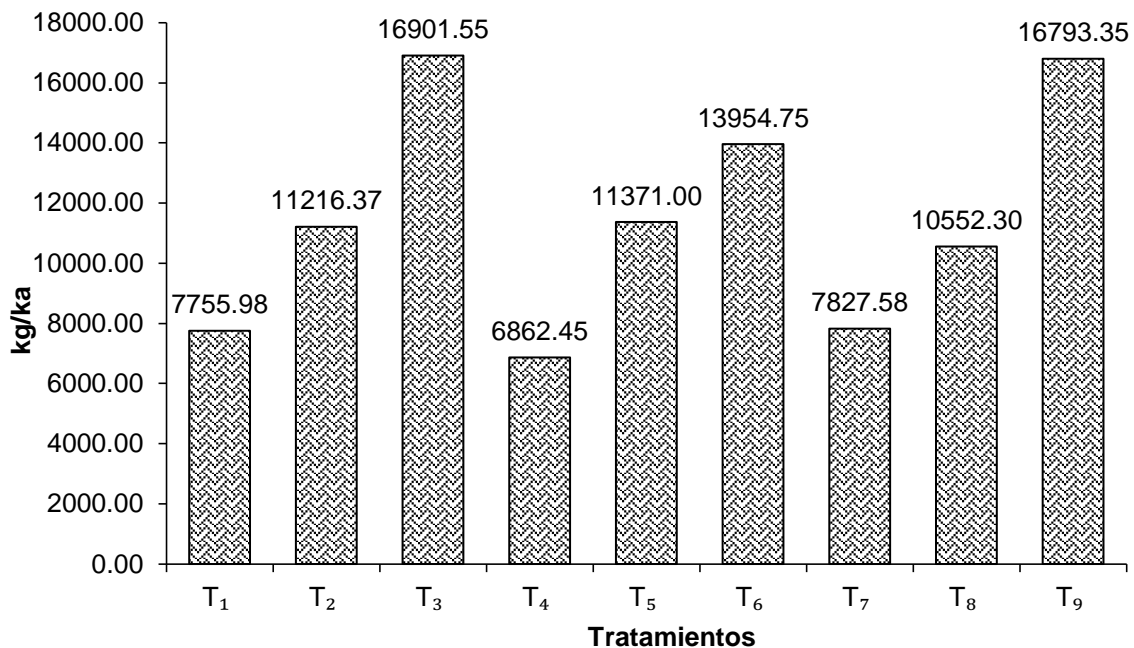
En el Cuadro 18 y la Figura 8, se observa la prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el rendimiento de arroz en (kg/ha), donde el tratamiento T<sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) alcanzó el mayor rendimiento al presentar un valor de 16901.55 kg/ha, sin embargo esta no se diferenció estadísticamente de los tratamientos T<sub>9</sub> (7 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) y T<sub>6</sub> (5 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) con valores de 16793,35 y 13954,75 kg/ha de arroz respectivamente; se debe que el tratamiento T<sub>3</sub> tuvo la menor densidad pero un mejor macollamiento lo cual tuvo un mejor crecimiento y desarrollo permitiendo una mejor área foliar para una mayor desarrollo de la fotosíntesis y convertir la materia inorgánica en materia asimilable para el resto de órganos de la planta en especial el peso de grano coincidiendo con JENNINGS *et al.* (1981), que explica que en consecuencia, el macollamiento alto es deseable para lograr una productividad máxima con

poblaciones moderadas y densas; además con lo expuesto por RAMÍREZ *et al.* (2011), quien revela que en mayor proporción, en comparación con otros granos básicos, los rendimientos en el cultivo de arroz dependen de la eficiencia en la fertilización nitrogenada. Sin embargo DOBERMAN y FAISHURST (2000), el arroz necesita 22,2 kg de nitrógeno por cada tonelada de arroz; asimismo para RONQUILLO (2002), utilizando diferentes niveles de fertilización de acuerdo a las necesidades de los suelos y 90 kg/ha de semilla pregerminada, determinó que el tratamiento en donde se aplicó 120 kg de N + 60 kg de K<sub>2</sub>O + 1,5 L de Zn/ha obtuvo el mayor rendimiento; además para SALISBURY y ROSS (2000), que afirman que la planta con adecuada dosis de magnesio se convierte en un componente fundamental de la clorofila, por lo que es determinante en la fotosíntesis, que da como resultado mayor área foliar, número de macollos, espigas por panoja y un buen llenado de granos.

**Cuadro 18.** Prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el rendimiento.

<b>Rendimiento del arroz en kg/ha</b>			
<b>120 días</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Significación</b>	
T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> )	16901.55	a	
T <sub>9</sub> (a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> )	16793.35	a	
T <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> )	13954.75	a	b
T <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> )	11371.00	b	c
T <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	11216.37	b	c
T <sub>8</sub> (a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> )	10552.30		c d
T <sub>7</sub> (a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> )	7827.58		d e
T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	7755.98		d e
T <sub>4</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	6862.45		e

Letras iguales en una misma columna no hay diferencias significativas; Letras desiguales en una misma columna existe diferencias significativas.



**Figura 8.** Rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz.

#### 4.6. Análisis beneficio - costo

En el Cuadro 19, se observa que el índice de rentabilidad se de la división de la utilidad (S/.) entre el costo de producción (S/.). El tratamiento T<sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) tiene mayor índice de rentabilidad con 4.26, con una utilidad neta de 16427,86 soles/ha, indicando que a 3 plantas/golpe en un distanciamiento de 25 x 25 cm entre golpes en campo definitivo, provoca un mayor beneficio económico debido que a menor distanciamiento y menor número de plantas/golpe genera mayor macollamiento, coincidiendo con JENNINGS *et al.* (1981), quien alude que un macollamiento alto es deseable para lograr una productividad máxima con poblaciones moderadas y densas; luego sigue el tratamiento T<sub>9</sub> (7 Plantas/golpe con 25 cm/golpes) con un índice de rentabilidad de 4.19 y finalmente el de menor índice de rentabilidad fue el tratamiento T<sub>4</sub> (5 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) con 1.11.

**Cuadro 19.** Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Trat.	B	C	D	E	F	G
	C. Total (S/.)	Rdto.(kg/ha)	I. B.	U. (S/.)	I. R.	B/C
T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	3875	7755.98	9307.18	5432.18	1.40	2.40
T <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	3861	11216.37	13459.64	9598.64	2.49	3.49
T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> )	3854	16901.55	20281.86	16427.86	4.26	5.26
T <sub>4</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	3896	6862.45	8234.94	4338.94	1.11	2.11
T <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> )	3889	11371.00	13645.20	9756.20	2.51	3.51
T <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> )	3868	13954.75	16745.70	12877.70	3.33	4.33
T <sub>7</sub> (a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> )	3910	7827.58	9393.10	5483.10	1.40	2.40
T <sub>8</sub> (a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> )	3903	10552.30	12662.76	8759.76	2.24	3.24
T <sub>9</sub> (a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> )	3882	16793.35	20152.02	16270.02	4.19	5.19

IB: Ingreso bruto

$$D = C \times 1.2$$

U: Utilidad

$$E = D - B$$

IR: Índice de rentabilidad

$$F = E/B$$

B/C: Beneficio costo

$$G = D/B$$

## V. CONCLUSIONES

1. Cuando se tienen 3 plantas/golpe ( $a_1$ ) en los parámetros altura, la longitud de panojas y número de espiguillas del arroz se alcanzaron valores de 95.31 cm, 21.50 cm y 9.98 unidades respectivamente; además con 7 plantas/golpe se tuvo un mayor efecto en el número de macollos y panojas con 28.6 y 21.3 unidades respectivamente.
2. El nivel  $a_1$  (3 plantas/golpe) tuvo un mayor rendimiento alcanzando el primer lugar con 16901.55 kg/ha, seguido del nivel  $a_3$  (7 plantas/golpe) con 16793,35 kg/ha y finalmente el  $a_2$  (5 plantas/golpe) con 13954.75 kg/ha.
3. El más rentable fue el tratamiento  $T_3$  (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) que tiene mayor valor del índice de rentabilidad con 4.26, con una utilidad neta que fue de 16427.86 soles/ha, y el de menor índice de rentabilidad fue el tratamiento  $T_4$  (5 plantas/golpe cada 15 cm entre golpes) con 1.11, con una utilidad de 4338.94 soles/ha.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Sembrar 3 plantas/golpe a un distanciamiento de 25 x 25 entre golpes y aplicar diferentes niveles de fertilización nitrogenada.
2. Plantear un análisis presupuestal que permita medir la relación beneficio/costo que genera la aplicación de un paquete basado en el análisis de suelos.
3. En variables de interés, como el caso del rendimiento, se pueden plantear nuevos ensayos, con objetivos más específicos para incrementar el rendimiento.

## VII. RESUMEN

La presente tesis se llevó a cabo en el fundo "Canta Gallo" ubicado en el caserío de Cunyac, Porongo, en la provincia de Tocache, para determinar el efecto de los diferentes números de plantas que responda mejor a los tres distanciamientos de siembra en el cultivo de arroz variedad "La Esperanza", así como el efecto de los diferentes números de plantas en el cual se obtengan los más altos rendimientos en el cultivo de arroz. En un suelo franco limoso, con un pH neutro; materia orgánica y nitrógeno nivel bajo; fósforo en un nivel medio y potasio en un nivel ligeramente bajo. Los parámetros evaluados fueron: Altura de la planta de arroz, número de macollos/m<sup>2</sup>, número de panojas/m<sup>2</sup>, longitud de panoja, número de espiguillas/panoja, peso de 1000 granos de arroz, rendimiento y análisis beneficio - costo. Los resultados indican que cuando se tiene 3 plantas/golpe (a<sub>1</sub>) en los parámetros altura, longitud de panojas y número de espiguillas del arroz alcanzó valores de 95.31 cm, 21.50 cm y 9.98 unidades respectivamente; además 7 plantas/golpe tuvo mayor efecto en el número de macollos y panojas con 28.6 y 21.3 unidades respectivamente; además en el segundo objetivo el nivel a<sub>1</sub> (3 plantas/golpe) tuvo un mayor rendimiento alcanzando el primer lugar con 16901.55 kg/ha seguido del nivel a<sub>3</sub> (7 plantas/golpe) con 16793.35 kg/ha y en respuesta al tercer objetivo acerca de la rentabilidad fue el tratamiento T<sub>3</sub> (3 plantas/golpe cada 25 cm entre golpes) tiene mayor valor del índice de rentabilidad con 4.26, con una utilidad neta que fue de 16427.86 soles/ha.

## ABSTRACT

The present thesis work took place on the “Canta Gallo” farm, located on the Cunyac – Porongo homestead, in the Tocache province, San Martín region, Peru, which corresponds to a very humid tropical forest climate (bmh-T), with an average temperature of 30.7 °C. The geographic coordinates of which are the following: latitude zone: 18 L; meters East: 0351897; meters North: 9080675; altitude of 534 masl; the objectives were: (1) to determine the effect of the different numbers of plants which best respond to the three planting distances for the La Esperanza variety rice crop; (2) to determine the effect of the different numbers of plants for which the highest yields are obtained for the La Esperanza variety rice crop and (3) to do the economic analysis of the treatments in study. The installation was done in a loamy frank soil with a neutral pH, low level of organic matter and nitrogen, average phosphorous level and a slightly low potassium level. The components in study were represented by the number of plants and the planting distances. The experimental design used was that of the completely randomized block design (CRBD; DBCA in Spanish) with a 3A x 3B factorial arrangement with four repetitions, using the Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) significance test for the statistical analysis. The parameters evaluated were: height of the rice plant, number of tillers/m<sup>2</sup>, number of panicles/m<sup>2</sup>, panicle length, number of spikelets/panicle, weight of 1000 grains of rice, yield and economic analysis.

The results indicate that when there are three plants/hole ( $a_1$ ), the parameters of height, panicle length and number of rice spikelets reached values

of 95.31 cm, 21.50 cm and 9.98 units, respectively; moreover, seven plants/hole had a greater effect on the number of tillers and panicles with 28.6 and 21.3 units, respectively; furthermore, for the second objective, the level  $a_1$  (three plants/hole) had a greater yield, coming in at first place with 16,901.55 kg/ac followed by level  $a_3$  (seven plants/hole) with 16,793.35 kg/ac and in response to the third objective, regarding the profitability, treatment  $T_3$  (three plants/hole each with 25 cm between holes) had the greatest value on the profitability index with 4.26, with a net utility of 16,427.86 soles/ac.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AGROBANCO. 2011. Guía Técnica Curso - Taller Manejo integrado en producción y sanidad de arroz. Compilado y editado por: Bruzzone, C y Heros, E. Sechura, Piura, Perú. 40 p.
2. ALCÍVAR, S. y MESTANZA, S. 2007. Nutrición mineral del cultivo de arroz. *In: Manual del cultivo de arroz*. E.E. Boliche del INIAP. EC. Pp. 40 - 54.
3. CALZADA, J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación. 3<sup>ra</sup> Edición. Lima, Perú. 560 p.
4. CERVANTES, E.R. 1994. Fertilización con N-P-K (3 x 3 x 3) en la variedad de soya Improved Pelikan. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú, Tingo María. 92 p.
5. CIAT. 1985. Arroz: Investigación y Producción. Referencia de los recursos de capacitación sobre arroz dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por Tascón, E y García, E. CIAT. Cali, Colombia. 695 p.
6. CIAT. 2001. Guía para el Trabajo de Campo en el Manejo Integrado de Plagas del Arroz. 4<sup>ta</sup> ed. Fondo Latinoamericano para el Arroz de Riego. Cali, Colombia. 71 p.
7. CONARROZ. 2005. Factores Claves en el Manejo de Arroz de Secano. Corporación Nacional Arroceras. San José, Costa Rica. [En línea]: <http://www.conarroz.com/pdf/FactoresPdf>, (Consultado el 25 abril del 2017).

8. EDIFARM. 2004. Vademécum Agrícola. Octava Edición. Ecuador. 8<sup>va.</sup> ed. 920 p.
9. DE DATTA, S. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos y Prácticas. Editorial Limusa. México DF, México. 690 p.
10. DEGIOVANNI, V.; MARTÍNEZ, C.; MOTTA, F. 2010. Producción ecoeficiente del arroz en América Latina. 1: 354.
11. DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T. 2000. Arroz: Desordenes Nutricionales y Manejo de Nutrientes. INPOFOS - IRRI. Pp. 14 - 23.
12. DRAU. 2013. Paquete tecnológico para la producción de semilla de arroz (*Oryza sativa*) var. Capirona INIA. Dirección Regional de Agricultura de Ucayali. 17 p.
13. FEDEARROZ. 2005. La aplicación de urea - fosfato (Solufos 44) en el cultivo de arroz en la zona arrocera de Tolima. Fondo Nacional del Arroz. [En línea]: <http://www.fedearroz.com.co/arroz/456/resumen>. (Consultado el 20 de abril del 2017).
14. GARCÍA, G. 1992. Incidencia de las prácticas culturales en la arquitectura de la planta de arroz. Bogotá, Colombia 41(377): 12 - 16.
15. GONZÁLEZ, N.; ZAMORANO, D. 2009. Cultivo de arroz (*Oryza saliva* L.). Power Point. Chile, Santiago de Chile 43 p.
16. GONZÁLEZ, H. 2010. Manual técnico: Cultivo de arroz (*Oryza saliva* L.), en el Perú. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 26 p.
17. GUZMÁN, D. 2006. Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sembrado bajo riego en la finca Ranchos Horizonte; Cañas,

- Guanacaste, Costa Rica. Tesis de pregrado. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos. 111 p.
18. HERNÁNDEZ, J.H. 1996. Efecto de tres densidades de transplante sobre el rendimiento en una variedad y una línea de arroz *Oryza sativa* L. bajo riego en Tingo María. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú, Tingo María. 98 p.
  19. HOLDRIDGE, L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: Ecología Basada en Zonas de Vida, 1<sup>ra</sup>. ed. San José, Costa Rica: IICA. 149 p.
  20. INFOAGRO. 2019. El cultivo del arroz. 1<sup>ra</sup> parte. Infoagro.com. [En línea]: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm> (Consultado el 17 de noviembre del 2017).
  21. INIA. 2010. Arroz INIA 509 La Esperanza Tarapoto, Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria, PE. [En línea]: <http://www.inia.gob.pe/prod-servicios/publicaciones/publicacion/tripticos/item/211-03-2010-arroz-inia-509-laesperanza> (Consultado el 13 mayo del 2017).
  22. INIA. 2004. El cultivo del arroz en Venezuela. Comp. Orlando Páez; Edit. Alfredo Romero. Serie Manuales de Cultivo INIA N° 1. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela. 202 p.
  23. INIA. 2010. Estación Experimental Agraria El Porvenir, Tarapoto. Instituto Nacional de Innovación Agraria. 2 p. [En línea] <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/673> (Consultado el 19 de mayo de 2018).

24. INPOFOS. 1997. Informaciones agronómicas. Instituto de Potasa y Fósforo. Oficina para América Latina. N° 30. Quito, Ecuador. 20 p.
25. JIMÉNEZ, O; SILVA, R; CRUZ, J. 2009. Efecto de Densidades de Siembra Sobre el Rendimiento de Arroz (*Oryza sativa* L.) en el Municipio Santa Rosalía Estado Portuguesa, Venezuela. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología 27: 32-41. Consultado. [En línea]: <http://revistas.unellez.edu.ve/revista/index.php/ruct/article/view/129/123>, (Consultado el 25 abril de 2012).
26. JENNINGS, P. R., COFFMAN, W. R., KAUFFMAN, H. E. 1981. Mejoramiento de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Pp. 79 - 80.
27. LÓPEZ, B. 2006. Determinación preliminar de géneros y densidades de poblaciones de nematodos asociados al cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en la Región Huetar norte de Costa Rica. 50 p.
28. LU, R., 1999. Taxonomy of the genus *Oryza* (Poaceae): Historical perspective and current status. Int. Rice Res. Notes 24: 4-8.
29. LUQUE, B. 2006. Consejo Nacional Innovador Sistema Malagasqueño para el cultivo intensivo de arroz (System of Rice Intensification SRI). Sustentado en sistema precoz de trasplante. Colegio de Ingenieros del Perú. [En línea]: <http://cip.org.pe/Information/Documentos/pub/innovatec/sriicticia.pdf>, (Consultado el 26 de enero de 2018).
30. ORTEGA, B.R. 2006. Fertilización del arroz. Costa Rica. 18 p.
31. PÉREZ, J. 2000. Facultad de ciencias agropecuarias. Cultivos. Tomo 1. [En línea]: [http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/Tesis\\_Lineas\\_Sa](http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Tesis_Lineas_Sa)

lahondita\_Univ % 20 Pacifico % 20\_4\_11\_08.pdf, (Consultado el 19 de mayo de 2017).

32. PINEDO, J.M. 2012. Rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) cv. 'La Conquista' en tres edades de siembra y diferente de plantas por golpe, en el sistema de cultivo (SIR) en Tingo María. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú, Tingo María. 98 p.
33. QUIRÓS, R.; RAMÍREZ, C. 2006. Evaluación financiera de la fertilización nitrogenada del cultivo de arroz en siembra directa sobre rastrojos. *Agronomía Mesoamericana* 30(1): 78-85. [En línea]: file:///c:/users/toshiba-pc/downloads/dialnet-evaluacionfinancieradelafertilizacionnitrogenadade-5018158 % 20(1).pdf (Consultado el 18 de mayo de 2017).
34. RAMÍREZ, O.; GONZÁLEZ, J.M.; FIGUEROA, E.; ORTIZ, M.A, 2011. Evaluación económica de la producción de mojarra Castarrica en palizada, Campeche, México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 28: 544 - 555.
35. RÍOS, M. 1985. Ensayo uniforme de rendimiento de 17 líneas y 4 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo riego en Tulumayo, Tingo María. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú, Tingo María. 88 p.
36. RONQUILLO, F. 2002. Estudio del potencial genético de la variedad de arroz Chapolo con base en la capacidad productiva del grano. Tesis

para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. 64 p.

37. SALISBURY, B. y ROSS, W. 2000. Fisiología de las plantas: Células: agua, soluciones y superficies. Trad. JM Alonso. Madrid, España. Paraninfo 305 p.
38. SOLÓRZANO, P. R. 2003. Crecimiento y nutrición del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. Informaciones Agronómicas 51: 1 - 7.
39. TASCÓN, E.; GARCÍA, D. 1985. Arroz: Investigación y producción: Referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Cali, Colombia. 696 p.

## **IX. ANEXO**



**3. Insumos**

Semilla (80 kg) un kg a 3,5 s/.	kg			273		259		252		294		287		266		308		301		280
Fosfato diamónico (saco 50 kg.)	kg	1,5	95	142,5	95	142,5	95	143	95	143	95	143	95	142,5	95	143	95	143	95	143
Cloruro de potasio (50 kg.)	kg	1,5	90	135	90	135	90	135	90	135	90	135	90	135	90	135	90	135	90	135
Abono foliar (Calcio boro)	Litro	3	40	120	40	120	40	120	40	120	40	120	40	120	40	120	40	120	40	120
Abono foliar (20-20-20)	Litro	1	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Abono foliar (Fósforo Potasio)	Litro	5	40	200	40	200	40	200	40	200	40	200	40	200	40	200	40	200	40	200
Abono foliar (Trihormonal)	Litro	0,5	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60
Bioestimulante (Cropsime)	Litro	0,5	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60
Insecticida (Cipermetrina)	Litro	0,5	70	35	70	35	70	35	70	35	70	35	70	35	70	35	70	35	70	35
Insecticida (Dorsan)	Litro	1	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Fungicida (Silvacur)	Litro	0,5	170	85	170	85	170	85	170	85	170	85	170	85	170	85	170	85	170	85
Fungicida (Custodia)	Litro	0,3	250	62,5	250	62,5	250	62,5	250	62,5	250	62,5	250	62,5	250	62,5	250	62,5	250	62,5
Fungicida (Amistar)	Sobre	2	35	70	35	70	35	70	35	70	35	70	35	70	35	70	35	70	35	70
Herbicida (Machete)	Litro	2	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
<b>4. Materiales y equipos</b>																				
Sacos	Unidad	70	1	70	1	70	1	70	1	70	1	70	1	70	1	70	1	70	1	70
Flete	Sacos	60	1,5	90	1,5	90	1,5	90	1,5	90	1,5	90	1,5	90	1,5	90	1,5	90	1,5	90
Rafias	Cono	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Costo total</b>				<b>3875</b>		<b>3861</b>		<b>3854</b>		<b>3896</b>		<b>3889</b>		<b>3868</b>		<b>3910</b>		<b>3903</b>		<b>3882</b>

**Cuadro 21.** Altura de la planta de arroz (cm) a los 50 días después del trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
I	70.70	67.14	70.44	72.24	65.94	64.68	72.36	62.66	67.48	613.64
II	66.70	65.40	59.18	67.30	67.60	64.70	74.64	68.40	68.02	601.94
III	67.96	60.36	70.10	65.20	77.04	61.80	70.10	70.80	69.18	612.54
IV	71.30	67.04	66.80	64.04	68.18	70.20	63.48	65.48	68.82	605.34
<b>Total</b>	<b>276.66</b>	<b>259.94</b>	<b>266.52</b>	<b>268.78</b>	<b>278.76</b>	<b>261.38</b>	<b>280.58</b>	<b>267.34</b>	<b>273.50</b>	<b>2433.46</b>
<b>Promedio</b>	<b>69.17</b>	<b>64.99</b>	<b>66.63</b>	<b>67.20</b>	<b>69.69</b>	<b>65.35</b>	<b>70.15</b>	<b>66.84</b>	<b>68.38</b>	<b>608.37</b>

**Cuadro 22.** Altura de la planta de arroz (cm) a los 120 días después del trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
I	88.82	94.60	99.80	90.02	89.36	93.34	91.00	84.44	86.12	817.50
II	84.98	87.50	89.70	91.62	90.50	92.82	84.60	89.36	89.40	800.48
III	82.22	88.38	95.32	78.78	94.52	87.84	83.60	88.50	90.48	789.64
IV	86.64	87.04	96.42	82.80	90.80	91.46	78.20	87.62	94.00	794.98
<b>Total</b>	<b>342.66</b>	<b>357.52</b>	<b>381.24</b>	<b>343.22</b>	<b>365.18</b>	<b>365.46</b>	<b>337.40</b>	<b>349.92</b>	<b>360.00</b>	<b>3202.60</b>
<b>Promedio</b>	<b>85.67</b>	<b>89.38</b>	<b>95.31</b>	<b>85.81</b>	<b>91.30</b>	<b>91.37</b>	<b>84.35</b>	<b>87.48</b>	<b>90.00</b>	<b>800.65</b>

**Cuadro 23.** Número de macollos/golpe a los 120 días después del trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
I	20.60	18.80	24.20	18.20	18.40	27.40	17.20	22.40	29.80	197.00
II	13.60	20.60	21.00	15.20	24.00	22.60	20.60	26.80	31.80	196.20
III	11.40	21.60	27.80	13.20	22.20	21.00	13.80	20.80	29.20	181.00
IV	15.80	22.60	25.20	15.20	24.00	31.20	16.20	19.60	23.60	193.40
<b>Total</b>	<b>61.40</b>	<b>83.60</b>	<b>98.20</b>	<b>61.80</b>	<b>88.60</b>	<b>102.20</b>	<b>67.80</b>	<b>89.60</b>	<b>114.40</b>	<b>767.60</b>
<b>Promedio</b>	<b>15.35</b>	<b>20.90</b>	<b>24.55</b>	<b>15.45</b>	<b>22.15</b>	<b>25.55</b>	<b>16.95</b>	<b>22.40</b>	<b>28.60</b>	<b>191.90</b>

**Cuadro 24.** Número de panojas/m<sup>2</sup> a los 120 días después del trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
I	13.40	12.00	19.60	12.60	12.80	16.60	13.00	14.00	19.00	133.00
II	10.00	14.80	17.40	11.20	15.40	17.80	12.40	16.00	23.40	138.40
III	11.60	15.60	21.40	11.20	17.80	16.60	13.00	13.40	23.80	144.40
IV	9.40	14.80	20.00	10.60	14.40	21.60	13.60	15.40	19.00	138.80
<b>Total</b>	<b>44.40</b>	<b>57.20</b>	<b>78.40</b>	<b>45.60</b>	<b>60.40</b>	<b>72.60</b>	<b>52.00</b>	<b>58.80</b>	<b>85.20</b>	<b>554.60</b>
<b>Promedio</b>	<b>11.10</b>	<b>14.30</b>	<b>19.60</b>	<b>11.40</b>	<b>15.10</b>	<b>18.15</b>	<b>13.00</b>	<b>14.70</b>	<b>21.30</b>	<b>138.65</b>

**Cuadro 25.** Longitud de panojas a los 120 días después del trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
I	20.54	21.78	21.86	17.92	19.49	21.32	18.53	19.17	17.97	178.58
II	19.99	20.84	20.15	18.51	20.46	21.48	18.75	18.61	19.94	178.73
III	18.92	21.44	21.30	19.30	21.63	19.33	19.84	20.74	22.45	184.95
IV	19.27	20.57	22.71	19.44	20.61	21.13	17.93	19.97	22.19	183.82
<b>Total</b>	<b>78.72</b>	<b>84.63</b>	<b>86.02</b>	<b>75.17</b>	<b>82.19</b>	<b>83.26</b>	<b>75.05</b>	<b>78.49</b>	<b>82.55</b>	<b>726.08</b>
<b>Promedio</b>	<b>19.68</b>	<b>21.16</b>	<b>21.51</b>	<b>18.79</b>	<b>20.55</b>	<b>20.82</b>	<b>18.76</b>	<b>19.62</b>	<b>20.64</b>	<b>181.52</b>

**Cuadro 26.** Número de espiguillas/panoja a los 120 días después del trasplante.

Bloques	Tratamientos									Total
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
I	8.87	9.00	9.47	6.47	7.40	8.60	7.13	8.20	7.93	73.07
II	8.13	9.13	9.00	6.87	8.47	9.40	7.00	7.67	8.13	73.80
III	8.07	9.13	10.47	7.93	10.13	8.20	8.00	9.27	10.73	81.93
IV	7.73	9.07	11.00	7.80	8.80	9.13	6.80	8.67	10.60	79.60
<b>Total</b>	<b>32.80</b>	<b>36.33</b>	<b>39.94</b>	<b>29.07</b>	<b>34.80</b>	<b>35.33</b>	<b>28.93</b>	<b>33.81</b>	<b>37.39</b>	<b>308.40</b>
<b>Promedio</b>	<b>8.20</b>	<b>9.08</b>	<b>9.99</b>	<b>7.27</b>	<b>8.70</b>	<b>8.83</b>	<b>7.23</b>	<b>8.45</b>	<b>9.35</b>	<b>77.10</b>

**Cuadro 27.** Peso de 1000 granos (g) de arroz al 14 % de humedad.

Bloques	Tratamientos									Total
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
I	33.30	33.90	31.00	33.10	32.80	34.40	32.60	32.30	32.70	296.10
II	33.20	33.40	35.20	32.80	34.20	34.30	32.50	34.00	33.00	302.60
III	32.10	33.80	34.10	32.70	32.60	33.70	31.70	33.50	33.40	297.60
IV	34.30	33.80	34.50	31.40	34.10	33.30	32.30	33.30	32.30	299.30
<b>Total</b>	<b>132.90</b>	<b>134.90</b>	<b>134.80</b>	<b>130.00</b>	<b>133.70</b>	<b>135.70</b>	<b>129.10</b>	<b>133.10</b>	<b>131.40</b>	<b>1195.60</b>
<b>Promedio</b>	<b>33.23</b>	<b>33.73</b>	<b>33.70</b>	<b>32.50</b>	<b>33.43</b>	<b>33.93</b>	<b>32.28</b>	<b>33.28</b>	<b>32.85</b>	<b>298.90</b>

**Cuadro 28.** Rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz.

Bloques	Tratamientos									Total
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
I	10041.12	9372.67	14730.17	6907.85	7953.45	12572.02	7735.54	9492.58	12612.89	91418.28
II	6909.85	11553.64	14111.54	6460.83	11420.11	14692.03	7221.76	10681.55	16071.64	99122.96
III	7692.66	12324.01	19559.37	7434.96	15048.29	11743.34	8706.05	10652.94	21835.50	114997.11
IV	6380.30	11615.17	19205.12	6646.15	11062.15	16811.59	7646.99	11382.14	16653.36	107402.98
<b>Total</b>	<b>31023.94</b>	<b>44865.50</b>	<b>67606.19</b>	<b>27449.80</b>	<b>45483.99</b>	<b>55818.98</b>	<b>31310.33</b>	<b>42209.21</b>	<b>67173.39</b>	<b>412941.33</b>
<b>Promedio</b>	<b>7755.98</b>	<b>11216.37</b>	<b>16901.55</b>	<b>6862.45</b>	<b>11371.00</b>	<b>13954.75</b>	<b>7827.58</b>	<b>10552.30</b>	<b>16793.35</b>	<b>103235.33</b>



**Figura 9.** Preparación del terreno.



**Figura 10.** Trasplante de arroz a campo definitivo.



**Figura 11.** Visita del jurado de tesis Ing. Jorge Cerón Chávez.



**Figura 12.** Parcelas del campo experimental.



**Figura 13.** Evaluación de altura del arroz.



**Figura 14.** Evaluación del número de panojas del arroz.



**Figura 15.** Control de plagas en arroz.



**Figura 16.** Control de enfermedades en arroz.



**Figura 17.** Evaluación de la longitud de panoja del arroz.



**Figura 18.** Peso de 1000 granos (g) del arroz.

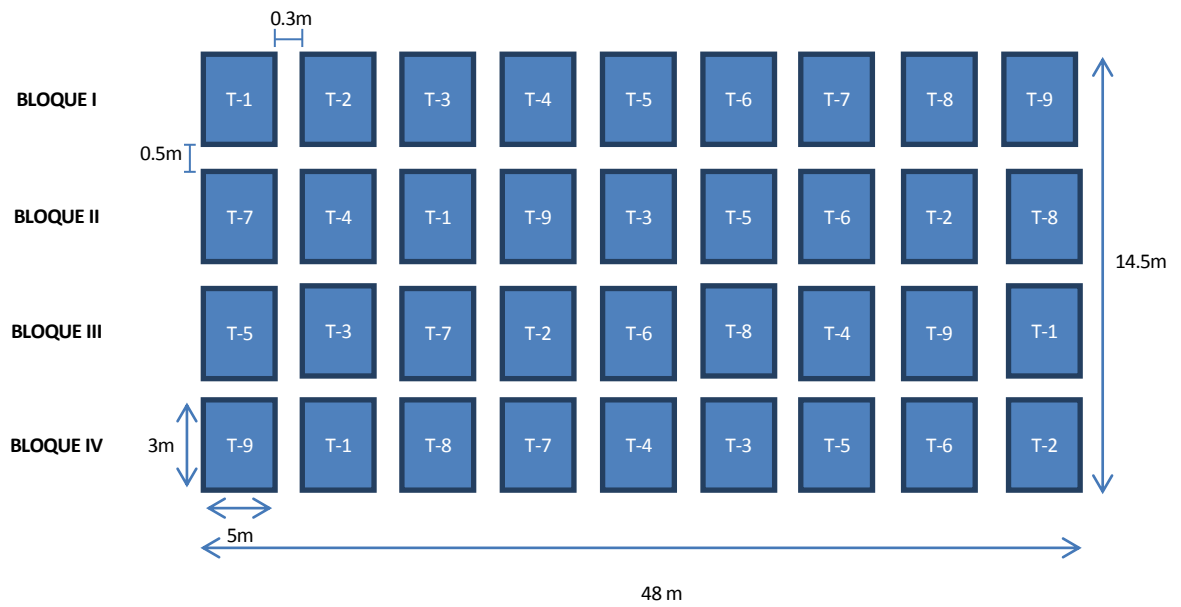


Figura 19. Croquis del campo.

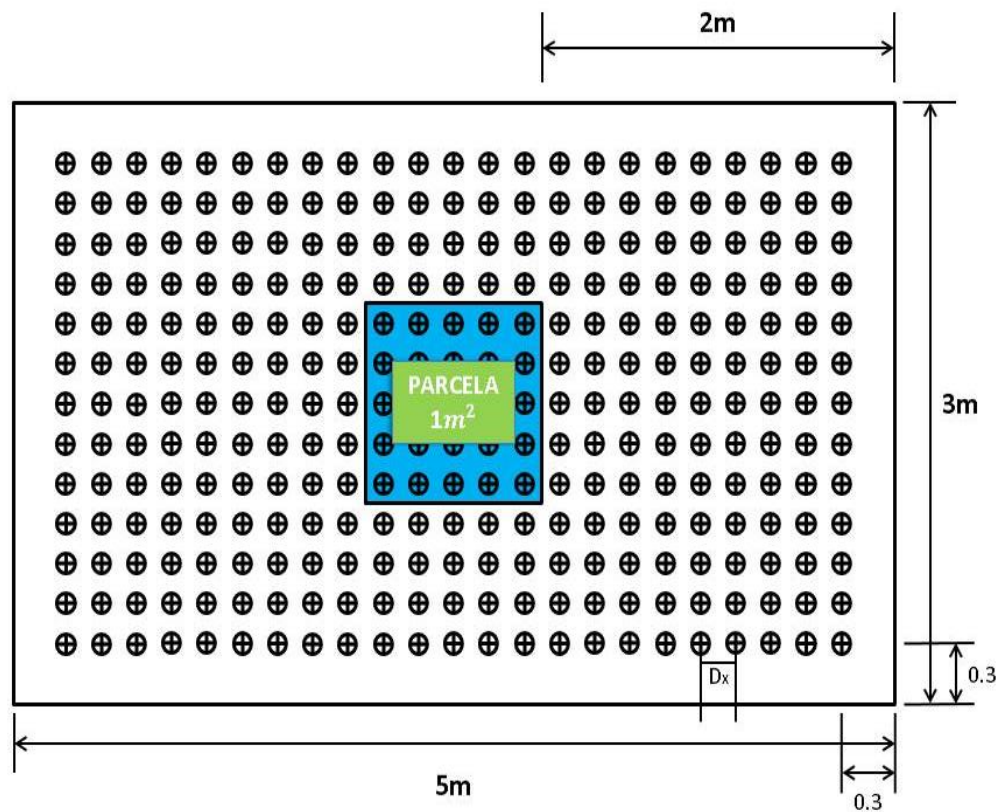


Figura 20. Croquis de parcela experimental.