

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“RENDIMIENTO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) cv. 'CAPIRONA'
CON DIFERENTE NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE EN
TRES EDADES DE TRASPLANTE, BAJO RIEGO EN TINGO
MARIA”**

TESIS

Para optar al título de:

INGENIERO AGRONOMO

EDINSON OMAR GARCÍA BRITO

Promoción I – 2005

**“Profesionales emprendedores liderando el desarrollo del
Perú”**

Tingo María – Perú

2010



F01

G25

García Brito, Edinson O.

Rendimiento de Arroz (*Oryza sativa* L.) cv. 'Capirona' con Diferente Número de Plantas por Golpe en tres Edades de Trasplante, Bajo Riego en Tingo María. Tingo María 2010

68 h.; 29 cuadros; 2 fgrs.; 19 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

ORYZA SATIVA L. / CULTIVO - ARROZ / TRASPLANTE / SISTEMA
RIEGO / RENDIMIENTO - DESARROLLO / METODOLOGIA / TINGO
MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMIA



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

BACHILLER : EDINSON OMAR GARCIA BRITO

TITULO DE LA TESIS : "RENDIMIENTO DE ARROZ (*Oryza Sativa* L.)
VARIEDAD CAPIRONA CON DIFERENTES NUMEROS
DE PLANTAS POR GOLPE EN TRES EDADES DE
TRASPLANTE REALIZADA EN TINGO MARIA BAJO
RIESGO".

JURADO CALIFICADOR :
Presidente : ING. FERNANDO GONZALES HUIMAN
Vocal : ING. CARLOS MIRANDA ARMAS
Vocal : ING. OSCAR CABEZAS HUAYLLAS
Asesor : ING. JORGE CERON CHAVEZ

FECHA DE SUSTENTACION : 03 DE JUNIO DEL 2007

HORA DE SUSTENTACIÓN : 6:00 PM.

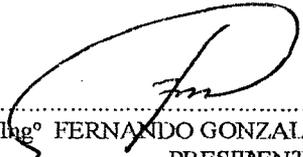
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE GRADOS UNAS

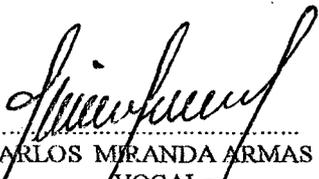
CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES AL ACTA : EN HOJA ADJUNTA

Tingo María 04 de Junio del 2007.


.....
Ing.° FERNANDO GONZALES HUIMAN
PRESIDENTE


.....
Ing.° CARLOS MIRANDA ARMAS
VOCAL


.....
Ing.° OSCAR CABEZAS HUAYLLAS
VOCAL


.....
Ing.° JORGE CERON CHAVEZ
ASESOR



Ofch.

DEDICATORIA

A Jehová; Dios todo poderoso, quien es mi motivo y guía por haberme dado la vida y su eterno amor a él, por ser Dios de amor, el mundo de ayer, hoy y siempre.

A mis padres: Enrique García Calle y Olga Brito Aguirre, por haberme sembrado el deseo de superación, y por el apoyo que me dan en mi diario vivir.

A mis hermanos: Nelson, Mereyda, Daniel y Charito por brindarme el apoyo moral.

A mis tíos: Melciades, Aurora, Joel, y Marlón por brindarme apoyo moral.

A mi esposa: Karina Meza por su comprensión y apoyo en la culminación de la presente tesis.

A mi hijita: Andrea Karina, quien es la razón de mi existir, con mucho cariño y amor.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a la Facultad de Agronomía, por darme mi formación profesional.
- Al Ing. Jorge Cerón Chávez asesor del presente trabajo de investigación.
- A los miembros del jurado de tesis: Ing. M. Sc. Fernando Gonzales Huiman, Ing. Oscar Cabezas Huayllas y al Ing. Carlos Miranda Armas.
- Al Ing° M. Sc. Fausto Silva Cárdenas por apoyarme en la redacción y corrección del presente trabajo de investigación.
- A mis amigos Héctor Flores Caballero, Neyder Torres Huamán, Lener Reategui Bernal, Segundo Pérez Chávez y a todos mis compañeros de la Promoción Agronomía – 2000, por compartir momentos gratos inolvidables.
- A la Empresa MULTIAGROS IESAC y su equipo técnico, quienes me brindaron su apoyo moral.

ÍNDICE

	Pág
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. Importancia del arroz.....	11
2.2. Descripción y taxonomía del arroz.....	11
2.3. Variedades de arroz.....	12
2.4. Composición nutricional del arroz.....	15
2.5. Fases de desarrollo del cultivo de arroz.....	16
2.6. Fenología del cultivo de arroz.....	16
2.7. Componentes del rendimiento del cultivo de arroz.....	19
2.8. Trabajos sobre rendimiento de arroz.....	23
2.9. Requerimientos edafoclimáticos.....	24
2.10. Adaptación del arroz a suelos inundados.....	26
2.11. Fertilización nitrogenada en arroz.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Ubicación del campo experimental.....	28
3.2. Datos meteorológicos.....	28
3.3. Análisis físico-químico del suelo experimental.....	29
3.4. Diseño experimental.....	30
3.5. Componentes en estudio.....	31
3.6. Tratamientos en estudio.....	32
3.7. Modelo estadístico.....	32
3.8. Esquema del análisis de variancia.....	33

3.9. Características del campo experimental.....	34
3.10. Características a evaluar y metodología.....	35
3.11. Ejecución del experimento.....	36
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. Número total de macollas por golpe a los 45 y 90 días después de la germinación (ddg.).....	43
4.2. Número de panojas por golpe de siembra.....	47
4.3. Número de espiguillas totales e infértiles por panoja.....	49
4.4. Influencia de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe en la altura de planta.....	53
4.5. Influencia de las diferentes edades de trasplante y número de plantas por golpe, en el rendimiento de grano (kg ha^{-1})...	55
4.6. Influencia de las diferentes edades de trasplante y número de plantas por golpe, en el peso de 1000 granos.....	58
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. RESUMEN.....	63
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	65
IX. ANEXO.....	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Principales variedades de arroz cultivadas en selva alta.....	13
2. Composición nutricional del arroz blanco por 100g de muestra.....	15
3. Datos meteorológicos registrados durante el experimento.....	29
4. Análisis físico-químico del suelo experimental.....	30
5. Descripción de los tratamientos.....	32
6. Análisis de variancia para los tratamientos en estudio.....	33
7. Dosis de fertilizantes por parcela ($\text{g}/20\text{m}^2$) y momentos de aplicación.....	40
8. ANVA para el número total de macollos a los 45 y 90 días después de la germinación.....	43
9. ANVA para los contrastes ortogonales del testigo, vs los demás tratamientos en el número de macollos por planta a los 45 y 90 días después de la germinación (ddg).....	46
10. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de los contrastes ortogonales, para el número de macollos por golpe a los 45 y 90 ddg.....	46
11. ANVA para el número de panojas por golpe a la siembra.....	47
12. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el testigo, vs los demás tratamientos en el número de panojas por golpe.....	48
13. ANVA para el número de espiguillas totales e infértiles por panoja al momento de la cosecha.....	49
14. ANVA de los efectos simples para el número de espiguillas totales e infértiles por panoja.....	50

15. ANVA del testigo, vs los demás tratamientos para el número de espiguillas totales e infértiles por panoja.....	51
16. Duncan ($\alpha=0.05$) para el testigo, vs. los demás tratamientos en el número de espiguillas totales e infértiles por panoja.....	53
17. ANVA del efecto de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe, en la altura de planta.....	54
18. Comparación de medias Duncan ($\alpha=0.05$) del testigo, vs. los demás tratamientos en la altura de planta.....	55
19. ANVA del efecto de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe en el rendimiento de grano.....	56
20. ANVA de contrastes ortogonales del testigo, vs. los demás tratamientos en el rendimiento.....	56
21. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el rendimiento de grano.....	57
22. ANVA para el efecto de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe, en el peso de 1000 granos.....	58
23. ANVA de contrastes ortogonales del testigo, vs. los demás tratamientos en el peso de 1000 granos.....	59
24. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el testigo, vs. los demás tratamientos en el peso de 1000 granos.....	59
25. Datos originales de las características en estudio.....	71
26. ANVA del macollamiento a los 45 ddg.....	72
27. ANVA del macollamiento a los 90 ddg.....	72
28. ANVA para el número de espiguillas fértiles por panoja.....	73
29. ANVA para el número de espiguillas infértiles por panoja.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Croquis del campo experimental.....	69
2. Detalle de una parcela.....	70

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es el alimento básico de mayor consumo en el mundo, se le cultiva en 89 países y en 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. Son vulnerables a cambios en los ambientes naturales ya que sus variaciones pueden causar escasez o exceso de la producción de un año al otro, y provocar inestabilidad en los precios (LUQUE, 2006).

En nuestro país, el arroz es uno de los alimentos principales de la canasta familiar, cerca de 90000 pequeños productores cultivan arroz en 18 de los 24 departamentos que tiene el Perú. En los últimos años el mayor incremento del área cultivada de arroz está en nuestra Amazonia, debido a la mayor rentabilidad obtenida.

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 almacigado 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 almacigado como máximo y con una planta por golpe producen los mejores rendimientos sin mas fertilizantes químicos, pesticidas o variedades caras de semillas, solo rompiendo reglas convencionales del manejo del

arroz. En este sentido se obtuvo con el presente trabajo de investigación las características del comportamiento de los componentes del rendimiento bajo el sistema convencional en condiciones de Tingo María, mediante el cual se planteó los siguientes objetivos:

1. Determinar la edad óptima de trasplante del arroz 'Capirona' que genere un incremento en los componentes del rendimiento.
2. Determinar el número óptimo de plantas por golpe en la siembra de arroz 'Capirona' que genere un incremento en los componentes del rendimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del arroz

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

2.2 Descripción y taxonomía del arroz

ANGLADETE (1969), presenta al cultivo de arroz en la siguiente clasificación taxonómica:

División	:	Embryophita
Orden	:	Glumiflorales
Clase	:	Monocotiledonea
Familia	:	Gramineae
Sub familia	:	Poaideae
Tribu	:	Oryzeae
Género	:	Oryzae
Especie	:	<i>Oryza sativa</i> L.

2.3 Variedades de arroz

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

INIA (2005), el resultado de sus trabajos se presenta en el Cuadro 1, sobre las principales variedades que se siembra en Selva Alta del Perú.

Cuadro 1. Principales variedades de arroz cultivadas en selva alta.

Características	Capirona	Huallaga	Alto Mayo	El Porvenir
Origen	INIA-PIA Perú	CIAT Colombia	CIAT Colombia	CIAT Colombia
Progenitor	1766-4-B20-1B/5685/1	CT 8008-Am-8-2-1	P4519-F3-AM-5-2-1M	CT 5747-38-3-1-1-1A-1BRH-P
Año de liberación	1995	1995	1998	1995
Adaptación	Bajo Mayo Huallaga Central	Huallaga Central	Bajo Mayo, Alto Mayo	Huallaga Central, Alto Mayo, Bajo Mayo
Altura (cm)	110 -115	130	85-95	115
Precocidad	Semi Precoz	Semi - Precoz	Precoz	Precoz-Precoz
Periodo vegeta. (Días)	155 -160	155-161	145-150	165-170
Resp. a la fertilización	Alta	Alta	Media	Alta fertilización
Rendi. (t há ⁻¹)	10	8,00 -8,50	7,50	9,00 - 9,50
Resist. al tumbado	Tolerante	Resistente	Mod. resistente	Mod. resistente
Resist. al desgrane	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Resist. al Quemado	Susceptible	Resistente	Resistente	Resistente
Resist. a Mca. Minad.	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible
Resistencia a hoja	Susceptible	Susceptible	--	--
Rdto. de pila (%)	71	72	72,113	71,50
Grano entero: (%)	60	61,20	62,93	63,40
Grano quebrado	11	10,80	9,20	8,10
Peso1000 granos (g)	28	30	27	28
Grano cáscara: (mm)				
Largo	9,60	8	--	--
Ancho	2,40	3		
Grano pilado: (mm)				
Largo	8	7	7,50	--
Ancho	2,30	2,50	2,50	--
Calidad Culinaria	Regular	Regular	Regular	Regular

2.3.1 Descripción del arroz cv. 'Capirona'.

HERNANDEZ (1982), describe al arroz 'Capirona', como:

Origen	:	Colombia-CIAT.
Cruce	:	TOX1766-4-B-20-1- B/5685//2644
Altura de planta	:	110 – 115 cm
Periodo vegetativo	:	155 días en costa 130 días en selva
Hoja bandera: Erecta	:	Largo 32,00 cm Ancho 1,20 cm
Tumbado	:	Resistente.
Longitud de panoja	:	Media: 26,00 cm
Tamaño de grano	:	largo : 7,20 mm Ancho : 2,50 mm
Forma de grano	:	Extra largo delgado
Arista	:	Micro-aristada
Resistencia al desgrane	:	Intermedia
Peso de 1000 granos	:	30,00 g
Rendimiento de pila	:	% GE : 66,15 % G.Q : 4,90 % TOTAL: 71,05
Transparencia grano pilado:	:	Sub-transparente

Zonas opacas	:	Medianas
Resistencia a enfermedades	:	Suscep. a <i>Pyricularia grisea</i>
Adaptación	:	Para zonas de Alto Mayo, Bajo Mayo y Huallaga Central
Calidad culinaria	:	Regular.

2.4 Composición nutricional del arroz

BOLETIN DE ARROZ (2007), informa que en muchas regiones del mundo, el arroz es el componente más importante del régimen alimentario humano, de manera que es necesario que esa ración diaria de arroz sea segura y de calidad aceptable para el consumidor. Las variedades que se cultivan en nuestra Selva es 'Capirona' en un 70% aproximadamente, presentándose en el Cuadro 2, su composición nutricional del arroz blanco.

Cuadro 2. Composición nutricional del arroz blanco por 100 g de muestra.

Composición nutricional	Cantidad
Agua (%)	12,00
Proteínas (g)	6,20
Grasa (g)	0,80
Carbohidratos (g)	76,90
Fibra (g)	0,30
Cenizas (g)	0,60
Calcio (mg)	6,00
Fósforo (mg)	150
Hierro (mg)	0,40
Sodio (mg)	2,00
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0,09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0,03
Niacina(Acido nicotínico) (mg)	1,40
Calorías	351

2.5 Fases de desarrollo del cultivo de arroz

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

- Fase vegetativa: De la germinación de la semilla, a la iniciación de la panoja.
- Fase reproductiva: De la iniciación del panojado, a la floración.
- Fase de maduración: De la floración a la maduración total.

2.6 Fenología del cultivo de arroz

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

- a) **Etapa 0. Germinación o emergencia.** Comprende desde la siembra a la aparición de la hoja llamada coleótilo. Cuando la siembra se efectúa

en suelo con poca humedad, el proceso de germinación se prolonga, del mismo modo con la profundidad de siembra, que puede demorar entre 5 y 10 días.

- b) **Etapa 1. Plántula.** Comprende de la emergencia hasta antes de aparecer el primer macollo. Durante esta etapa, emergen cuatro hojas y la primera hoja muere al día doceavo, en los semilleros para el trasplante el macollamiento se inhibe debido a la alta densidad.
- c) **Etapa 2. Macollamiento.** De la aparición del primer hijo hasta cuando la planta alcance el máximo número de ellos o hasta el comienzo del siguiente estado. Esta etapa es más larga y tarda de 45 a 50 días para variedades tempranas (105 días), aun puede ser mayor en variedades fotosensitivas.
- d) **Etapa 3. Elongación del tallo.** Desde el momento que el cuarto entrenudo del tallo **principal** por debajo de la inflorescencia, comienza a hacerse notable en longitud, hasta cuando está totalmente alongado. Esta elongación coincide con el desarrollo de la inflorescencia, los demás entrenudos debajo del cuarto, nunca se elongan en arroces fotosensitivos y de variedades tempranas.
- e) **Etapa 4. Iniciación del panojado.** La diferenciación del meristemo en el punto de **crecimiento** inicia el primordio de la panoja y marca el final

de la fase vegetativa y el comienzo de la fase reproductiva. Durante el periodo entre la diferenciación del nudo del cuello y de los primordios de las espiguillas se determina el número potencial de granos localizados en la panoja. En este momento es cuando el rendimiento se efectúa mas severamente por condiciones adversas.

- f) **Etapa 5. Desarrollo de la panoja.** Desde cuando la panoja diferenciada es visible, hasta cuando la punta de ella esta justo debajo del cuello de la hoja bandera. En esta etapa el primordio se diferencia de las espiguillas, las cuales forman con el raquis la inflorescencia que crece dentro de la vaina de la hoja bandera causando un abultamiento llamado "embuchamiento". Esta etapa es muy crítica debido a que durante la inflorescencia de las espiguillas el número total de granos por panícula es determinado.
- g) **Etapa 6. Floración.** La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la etapa de la floración y es seguido por la antesis de las flores en el tercio superior de la panícula, esto es notado por la salida de las anteras de aparición blanquecina. El arroz trasplantado tarda hasta 10 días para completar la floración y fertilización de todas las espiguillas, mientras que el arroz de siembra directa y densa, se desarrollan tan solo 1 a 2 tallos por planta y la floración es muy uniforme.

- h) Etapa 7. Etapa lechosa.** Después de la fertilización de las flores, los carbohidratos almacenados son traslocados rápidamente de los tallos y otras partes de la planta, muchas más son fotosintetizadas y se mueven rápidamente para llenar el grano con un líquido lechoso.
- i) Etapa 8. Etapa pastosa.** La consistencia del grano cambia primero a pastosa y luego se endurece en cerca de quince días, el color cambia a verdoso amarillento. La panícula dobla su punta en arco de 180°; la hoja se marchita y solo dos permanecen en cada macollo. La planta alcanza su máximo peso en materia seca y alrededor de la mitad de esta se encuentra en el grano final de esta etapa.
- j) Etapa 9. Etapa de maduración.** A los 30 días después de la floración, los granos alcanzan el estado de madurez en trópico cálido, en áreas mas frescas el proceso se retarda con ganancia en el llenado y peso de los granos. La planta entera estará fisiológicamente madura cuando el 90% de los granos han madurado y muestran un color amarillo pajizo.

2.7 Componentes del rendimiento del cultivo de arroz

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

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento por hectárea (kg/ha)} &= \text{número de panojas por m}^2 \\ &\times \text{número de espiguillas por panoja} \\ &\times \text{porcentaje de espiguillas llenas} \\ &\quad (\text{granos en g}) \\ &\times 0,0001. \end{aligned}$$

Por ejemplo, con 50 panojas/m², 100 espiguillas por panoja, 60 por ciento de granos maduros y 15 gramos como peso de 1000 granos, el rendimiento esperado debería ser de 4 500 kg ha⁻¹.

Estos componentes son afectados por condiciones climáticas, edáficas y manejo del cultivo. El número de panojas/m², el número de espiguillas/panoja y el porcentaje de espiguillas llenas son interdependientes, por lo tanto, esos componentes no pueden ser aumentados independientemente de los otros. El peso de 1 000 granos es un carácter estable de la variedad.

El rendimiento máximo es predeterminado por el potencial de una variedad y su ambiente. Cada componente del rendimiento de una variedad es determinado por una etapa particular de la vida de la planta.

2.7.1 Número de panojas/m²

El número de macollos formado determina el número efectivo de panojas/m², además es un componente importante del rendimiento; el número de panojas por metro cuadrado se determina antes y al momento de la floración.

NORMAN (2001), indica que una manera de producir mayor cantidad de macollos por planta, es realizando el trasplante temprano de plántulas antes de los 15 días y tan temprano como de 8 a 10 días ,cuando solamente se tenga la primera raíz y el brote con solo dos hojas emergidas de la semilla de arroz. Cuando se trasplanta plántulas mayores de 3, 4, 5, ó 6 semanas, ellas ya han perdido mucho de su potencial para producir buen número de macollos; cuando las plántulas son trasplantadas con mucho retraso después de haber sido sacadas del almácigo, sufren bastante; una vez removidas de su almácigo, las plántulas deben ser trasplantadas en el campo dentro de la media hora siguiente, preferible dentro de los 15 minutos.

También manifiesta que cuando las semillas son hundidas en la tierra en lugar de tenderlas suavemente, ellas también deben gastar energía para continuar el crecimiento de la raíz, esto interrumpe su desarrollo. Trasplantando plántulas temprano y cuidadosamente ayuda a las plantas a reanudar el crecimiento, sin reducir su potencial para altos rendimientos en la época de cosecha. Pero mucho más debe ser hecho para capturar ese potencial. Esto es especialmente necesario para promover una fuente de crecimiento de la raíz.

2.7.2 Espiguillas fértiles

LUQUE (2001), indica que en las etapas reproductivas tempranas se determina el número máximo de espiguillas por medio de la diferenciación de las

ramas y las espiguillas en la panoja, y que el porcentaje de espiguillas llenas se determina antes y después del espigamiento, la fertilidad de las espiguillas es un prerequisite para obtener altos rendimientos, considerándose normal para el arroz la ocurrencia del 10 a 15% de granos vanos. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los componentes del rendimiento en dos variedades de arroz tolerantes (Cypress, e IR52) y dos susceptibles (Cocodrie y Taim) al VF, cultivadas bajo condiciones predisponentes (inundación continua) y no predisponentes (desechamiento en la diferenciación del primordio floral (DPF)), una panícula de 20 a 30 cm de largo. Cada panícula se compone de 50 y 300 flores o espiguillas, a partir de las cuales se formarán los granos.

2.7.3 Peso de 1000 semillas de arroz

El peso del grano y el porcentaje de granos llenos se determinan durante la madurez; por ello, las condiciones climáticas antes y después de la floración pueden afectar el rendimiento de la floración en diferentes modos, por otro lado algunos trabajos efectuados en Japón indicaban que, el rendimiento disminuía con el aumento de espiguillas por unidad de área de terreno y condujo a que muchos científicos trabajen tanto en zonas templadas como tropicales para estudiar la maduración como el estado más importante que afecta el rendimiento total del cultivo.

FRANQUET y BORRAS (2006), manifiestan que el peso promedio de 1000 semillas, es un valor o parámetro de gran importancia ya que constituye un factor esencial de productividad o rendimiento del arroz. Para el grano con cáscara, este valor puede oscilar entre 22 y 36 gramos. Cada variedad puede presentar intervalos de hasta el 25% (TINARELLI, 1973). Son numerosos los factores que afectan este carácter: climáticos, edafológicos, agronómicos, etc.

2.8 Trabajos sobre rendimiento de arroz

ALTAMIRANO (1993), en un trabajo de investigación realizado en Tingo María, determinó los efectos de la interacción de niveles de nitrógeno, potasio y el beneficio económico en arroz (variedad CICA-8), realizado en época de mayor precipitación, probando 4 niveles de nitrógeno (0, 60, 120 y 180 N/ha); 4 niveles de potasio (0, 50, 100 y 150 K₂O/ha) y un testigo (5 t ha⁻¹ de gallinaza); evaluando la emergencia, altura de planta, acame, número de espiguillas por panícula/m², peso seco de hojas y tallos, contenido de N y K en hojas y tallos y rendimiento por parcela. El rendimiento de arroz en cáscara fue 5883,25kg ha⁻¹, con 180 de N y 150 kilos de K₂O, el peso de 1000 granos fue 26,99 g, número de espiguillas por panícula fue 152,80, número de macollos/m² fue 479,95. El análisis económico indica que revierte mayores utilidades el T₁₆, mostrando posibilidades de obtener proporcionalmente un beneficio más alto por cada unidad monetaria invertida en el tratamiento; el T₁₄ mostró mayores niveles de utilidad.

2.9 Requerimientos edafoclimáticos

2.9.1 Clima

VERGARA (1983), Indica que el arroz es un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los sub trópicos y en climas templados. El cultivo 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 2 500 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 las mismas.

2.9.2 Temperatura

VERGARA (1983), manifiesta que el arroz necesita para germinar un mínimo de 10°C a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35°C. Por 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 ésta, las plantas crecen más rápidamente pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido 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 éste el período 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 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.

2.9.3 Suelo

VERGARA (1983), 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 las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido

de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por 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.

2.10 Adaptación del arroz a suelos inundados

NORMAN (2001), manifiesta para que las plantas de arroz sean más productivas, ellas necesitan tener: Más macollos por planta, más macollos fértiles (panículas) las cuales forman después los macollos que salen de las plantas y más granos por macollo fértil y granos largos. También indica que los agricultores pueden obtener 200 granos por macollo fértil y los mejores agricultores han conseguido 400 granos. Esto no es un milagro, es el resultado del buen manejo de las plantas, del suelo, de las condiciones y disponibilidad del agua, por que el potencial biótico de las plantas interactúan favorablemente con las condiciones abióticas, específicas para expresar su máximo potencial productivo.

2.11 Fertilización nitrogenada en arroz

CASSMAN (1995), indica que el N es el principal factor limitante de los potenciales de rendimiento en arroz cultivado bajo riego y por inundación.

LADHA (1997), manifiesta que la mayor demanda de N puede contribuir a tener un mayor suministro a través del proceso biológico; es conocido que el 80% de los microbios en la rizosfera del arroz tienen el potencial de fijar el N, haciendo disponible para la nutrición de la planta. Sin embargo no se sabe la cantidad de fijación de N mediante la población microbiana en la rizosfera del arroz, puede ocurrir que eso varíe tanto de acuerdo a las variaciones del medio ambiente. También manifiesta que los rendimientos pueden incrementar en 40 a 70% cuando el N es suministrado en forma de amonio (NH_4) y nitrato (NO_3), antes que disponibles solo como amonio.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se ejecutó en los terrenos del Fundo Agrícola 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situada a 1.5 km de la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco; según la clasificación de HOLDRIDGE (1987), corresponde a un clima de Bosque Muy Húmedo Tropical (bmh-T), con una temperatura media de 25.2°C. Cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

UTM : 8969849,07
18L : 390636,56
Altitud : 669,50 m.s.n.m.

3.2 Datos meteorológicos

En el Cuadro 3, se presentan los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Meteorológica: José Abelardo Quiñónez de Tingo María, correspondiente a los meses de noviembre y diciembre del 2005 y de enero a abril del 2006. Las características climáticas donde se llevó a cabo el experimento es un clima de bosque muy húmedo tropical (bmh-T), con promedio de 25,20°C de temperatura, 382,20 de precipitación, 84,50 de humedad relativa y 118,70 de horas sol durante el desarrollo del cultivo de arroz, las cuales son condiciones óptimas para este cultivo, VERGARA (1983).

Cuadro 3. Datos meteorológicos registrados durante el experimento.

Año	Mes	T° (°C)	PP (mm)	H.R (%)	Horas sol
2005	Noviembre	25,80	208,70	82,00	157,00
	Diciembre	25,00	553,40	85,00	107,70
2006	Enero	25,00	286,60	85,00	116,80
	Febrero	25,00	533,70	86,00	66,70
	Marzo	24,90	432,90	86,00	109,30
	Abril	25,50	277,70	83,00	154,60
Promedio		25,20	382,20	84,50	118,70

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María.

3.3 Análisis físico - químico del suelo experimental

Según el Cuadro 4, el suelo experimental se caracteriza por ser un suelo franco, moderadamente ácido ($\text{pH} = 5,0$), con un contenido medio de materia orgánica (2,20 %), N-Total medio (0,10%), bajo contenido de fósforo (6,10 ppm), bajo en K_2O (108 kg ha^{-1}), muy bajo en CIC_e (4,30 meq/100g) (IBÁÑEZ y AGUIRRE, 1983).

Cuadro 4. Análisis físico-químico del suelo experimental.

Parámetros	Contenido	Método
Análisis Físico:		
Arena (%)	47,00	Hidrómetro
Limo (%)	34,00	Hidrómetro
Arcilla (%)	19,00	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triángulo textural
Análisis químico:		
pH	5,00	Potenciómetro (1:1)
Materia orgánica (%)	2,20	Walkley y Black
N -Total (%)	0,10	% M.O x 0,045
P (ppm)	6,10	Olsen modificado
K ₂ O (Kg/ha)	108	Acido sulfúrico 6 N
CaCO ₃ (%)	0,00	Gasovolumétrico
Ca + Mg (meq/100 g)	2,20	Versenato
Al (meq/100 g)	1,00	Retitulacion (Yuan)
Al + H (meq/100 g)	2,10	Yuan
ClC _e (meq/100 g)	4,30	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de Suelos de la UNAS de Tingo María.

3.4 Diseño experimental

El diseño experimental usado para el análisis estadístico fue el BCR con arreglo factorial de 3A x 3B con tres repeticiones más un testigo adicional, correspondiendo el factor A, a edades de trasplante y al factor B al factor número de plantas por golpe. El testigo adicional representa al trasplante a los 22 días con tres plantas por golpe. El terreno experimental estuvo constituido por un área

de 1008 m², distribuido en bloques de 336 m², y parcelas de 25 m², los canales de riego estuvieron ubicados a lo largo de cada bloque y que operaron por medio de gravedad.

Las características evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia (ANVA), la comparación de medias se determinó por la Prueba de DUNCAN al 5% de probabilidad. El testigo versus los demás tratamientos se determinó por la Prueba de Contrastes Ortogonales.

3.5 Componentes en estudio

Factor A : Edades al trasplante (días después de la germinación)

a₁ : 7 días (ddg)

a₂ : 12 días (ddg)

a₃ : 17 días (ddg)

Factor B : Número de plantas por golpe

b₁ : 1 planta

b₂ : 2 plantas

b₃ : 3 plantas

3.6 Tratamientos en estudio

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Clave	Edad de trasplante (ddg)	Nº plantas/golpe
T ₁	a ₁ b ₁	Trasplante a los 7 días.	Con una planta.
T ₂	a ₁ b ₂	Trasplante a los 7 días.	Con dos plantas
T ₃	a ₁ b ₃	Trasplante a los 7 días.	Con tres plantas.
T ₄	a ₂ b ₁	Trasplante a los 12 días.	Con una planta.
T ₅	a ₂ b ₂	Trasplante a los 12 días.	Con dos plantas.
T ₆	a ₂ b ₃	Trasplante a los 12 días.	Con tres plantas.
T ₇	a ₃ b ₁	Trasplante a los 17 días.	Con una planta.
T ₈	a ₃ b ₂	Trasplante a los 17 días.	Con dos plantas.
T ₉	a ₃ b ₃	Trasplante a los 17 días	Con tres plantas
T ₁₀	Testigo	Trasplante a los 22 días	Con tres plantas

ddg = días después de la germinación.

3.7 Modelo estadístico

$$Y_{i,j} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \lambda_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la respuesta que se obtuvo en la k-ésima repetición o bloque asociado al j-ésimo número de plantas o nivel del factor B, con la i-ésima edad de plantas de arroz o nivel del factor α .

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto de la i-ésimo edad de plantas de arroz o nivel del factor α .

β_j = Efecto del j-ésimo número de plantas de arroz o nivel del factor B.

λ_k = Efecto de la k-ésimo bloque o repetición.

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

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

Para:

i = 1, 2, 3 edad de plantas.

j = 1, 2, 3 número de plantas de arroz.

k = 1, 2, 3 bloques o repeticiones.

3.8 Esquema del análisis de variancia

Cuadro 6. Análisis de variancia para los tratamientos en estudio

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Tratamientos	9
A	2
B	2
AxB	4
Error experimental	18
Total	29

3.9 Características del campo experimental

Dimensiones del campo experimental:

- Largo : 56,00 m
- Ancho : 18,00 m
- Distanciamiento entre bloques : 1,00 m
- Área total del experimento : 1008,00 m²

Bloques:

- Distancia entre bloques : 1,00 m
- Número de bloques : 3,00
- Largo de bloque : 56,00 m
- Ancho de bloque : 5,00 m
- Área de bloque : 336,00 m²

Parcelas:

- Distanciamiento entre parcela : 0,50 m
- Número de parcelas/bloques : 10,00
- Total de parcelas : 30,00
- Largo de la parcela : 5,00 m
- Ancho de la parcela : 5,00 m
- Área de la parcela : 25,00 m²
- Área de la parcela neta : 1,00 m²

3.10 Características a evaluar y metodología

3.10.1 Número de macollos por golpe a los 45 y 90 días después de la germinación (ddg)

Se realizó por simple conteo de macollos existentes en un metro cuadrado dentro de la parcela neta, esta labor se realizó a los 45 y 90 ddg; en gabinete se sacó el promedio por golpe de siembra.

3.10.2 Altura de planta

Se midió la altura de planta en centímetros, desde la superficie del suelo hasta la punta más alta de la hoja, se tomaron 4 plantas al azar, realizándose cuando la floración está presente en más del 50% de la población de plantas.

3.10.3 Peso de 1000 granos

Se determinó de 3 muestras de la parcela neta al 14% de humedad, se pesó en una balanza de precisión registrando el peso promedio de 3 pesadas de 1000 granos cada uno.

3.10.4 Número de panojas por golpe

Se determinó en base a la parcela neta y en gabinete se calculó por cada golpe, considerándose panoja a la inflorescencia femenina fecundada. El momento del conteo fue poco antes de realizar la cosecha.

3.10.5 Número de espiguillas fértiles e infértiles por panoja

Se determinó en base a tres panojas por simple conteo 3 días antes de la cosecha, para después incluirlo en la pesada del rendimiento por parcela neta. Se considera espiguilla infértil aquella vacía o vana.

3.10.6 Rendimiento de arroz en cáscara

El rendimiento de grano de arroz en cáscara, se determinó pesando el rendimiento del área neta de cada tratamiento, los cuales se ajustaron al 14% de humedad y luego se llevó a kg ha^{-1} .

3.11 Ejecución del experimento

3.11.1 Almacigado

El pre-germinado de la semilla se realizó el 14 de diciembre del 2005, remojando 24 horas en chorro de agua continua, para luego al día siguiente enterrarlo con la finalidad de aumentar la temperatura del medio ambiente y favorecer la germinación de la semilla.

El almácigo se preparó el 16 de diciembre del 2005, fangueando un área de 40 m^2 con tractor, ejecutándose la nivelación y construcción de bordes. La semilla utilizada en el presente experimento fue la variedad 'Capirona', adquirida de la Estación Experimental El Porvenir de la ciudad de Tarapoto como semilla certificada. Se utilizó $6,00 \text{ kg}$ de semilla, en esta misma fecha se realizó

el voleo de la semilla en el almácigo cuando el coleoptilo se hizo visible, indicándonos la emergencia de la semilla. Un día antes del almácigado se aplicó úrea al voleo un total de 3 kg. La poza se mantuvo con una lámina de 3 a 5 cm de agua clara y limpia.

El 21 de diciembre se hizo un control fitosanitario con aplicaciones de Fuji one (isoprothiolane) 40cc, mezclado con Tamaron SL a 0,25% (metamidofos) y Agral (deltametryna) 10 cc.

3.11.2 Preparación del terreno

Antes de la preparación del terreno definitivo, se realizó el muestreo de suelo, consistente en tres sub muestras haciendo un total de 1 kg de suelo, el mismo que fue enviado al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis.

La preparación del terreno se inició con un desmalezado con machete, seguido del arado de discos y posteriormente con tres pasadas de rastra, para luego realizar el batido y nivelación, demarcación de las parcelas y levantamiento de bordes todo esto con herramientas manuales; Esta labor se realizó el 22 de diciembre del 2005.

3.11.3 Trasplante de plántulas

Esta actividad se realizó según tratamientos en estudio, en las fechas que se indican a continuación:

- Tratamiento a los 7 días después de la germinación, el 23/12/ 2005.
- Tratamiento a los 12 días después de la germinación, el 28/ 12/2005.
- Tratamiento a los 18 días después de la germinación, el 03/01/2006.
- Tratamiento testigo a los 22 días después de la germinación, el 08/01/2006.

Los plantones fueron sembrados 1, 2 y 3 plantas por golpe según tratamiento en estudio. El distanciamiento utilizado fue de 25 x 25 cm. El trasplante se realizó con una lámina de agua de 5 cm de altura aproximadamente y con las pozas cerradas.

3.11.4 Riego

Después de 4 días de realizado cada trasplante de acuerdo a los tratamientos, se hizo una "seca" y luego se regó alternadamente durante 15 días para facilitar el prendimiento, luego se le dio riegos normales por espacio de 5 días, para luego dar pase al primer abonamiento nitrogenado (20 días de edad después del trasplante), la misma que se hizo con las pozas cerradas por espacio de 5 días. Después de los 5 días del primer abonamiento, se mantuvo la poza con una lámina de agua y ésta se iba aumentando de acuerdo al crecimiento de las plantas, considerando como regla general que la lámina de agua debe ser un 10%

de la altura de la planta hasta los 40 días antes de la cosecha, época en que se retiró el agua.

3.11.5 Fertilización

Para determinar la fórmula de abonado se tuvo en cuenta el máximo rendimiento de 7000 kg de arroz chala que se puede obtener y lo que el suelo aporta (según análisis de suelo).

Se empleó la fórmula 190-95-120, obtenida de acuerdo a la necesidad de nutrientes del cultivo para una productividad de 7000 kg de arroz chala y el análisis del suelo.

Matemáticamente la dosis recomendada fue determinado por la siguiente relación: IBAÑEZ y AGUIRRE (1983).

$$Q = (Ext - SF_1) / F_2$$

Donde:

Q = Dosis de nutrientes en kg ha⁻¹.

Ext. = Extracción de nutrientes del suelo por el cultivo

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

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

F₂ = Porcentaje de uso de nutrientes del fertilizante inorgánico

La extracción de nutrientes para 7,0 t de arroz es:

N = 103 kg

$P_2O_5 = 32 \text{ kg}$

$K_2O = 119 \text{ kg}$

Porcentaje de utilización para los diferentes nutrientes:

<u>Fuentes</u>		<u>N</u>	<u>P₂O₅</u>	<u>K₂O</u>
F ₁ Suelo (Del disponible presente) %	:	40	10-40	40
F ₃ Fertilizante mineral (Disponible presente)	:	30-70	20-30	50-80

En la fórmula que se indica se tomó el promedio de los porcentajes de utilización.

Las fuentes utilizadas fueron: Urea, como fuente de nitrógeno (46%N), Superfosfato triple de calcio, como fuente de fósforo (46% P₂O₅) y el cloruro de potasio, como fuente de potasio (60% K₂O). Se aplicaron las siguientes dosis por parcela y en los momentos que se indican en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Dosis de fertilizantes por parcela (g/20 m²) y momentos de aplicación.

Aplicaciones	Fertilizantes (g/parcela)			Momentos
	Urea	Super fosfato triple	Cloruro de potasio	
1ra	----	414	----	Nivelación terreno
2da	206	----	100	7 ddg.
3ra	309	----	150	40 ddg.
4ta	306	----	150	Inicio panoja.

ddg = días después de las germinación.

3.11.6 Control de malezas

Se realizaron 2 controles manuales durante el periodo vegetativo del cultivo, la primera fue a 15 días del trasplante en cada tratamiento y la segunda a 30 días de la primera.

3.11.7 Control fitosanitario

Se realizó dos aplicaciones de Fugi One 40 C.E (Isoprothiolane) y Tamaron SL (Metamidofos) a 0,25%, a razón de 20 cc por mochila de 20 litros, siendo la primera a los 20 días del trasplante en cada tratamiento, la segunda aplicación al inicio de la floración.

3.11.8 Cosecha

Se realizó el 27 de abril del 2006 en todos los tratamientos, cuando el 100 % de los granos de las panojas se encontraron maduros y cuando la planta en general presentaba una coloración amarillenta. Esta labor se efectuó en forma manual, cortando los tallos con hoz a 10 cm del suelo.

3.11.9 Trillado, secado y pesado

La trilla se realizó inmediatamente después de cortadas las plantas empleando mantas, en cada parcela neta, luego en un tronco delgado se golpeó (azote) para desprender los granos, luego fueron llevados a sacos identificándolos con sus claves, posteriormente se llevaron a la era para el secado por un lapso de 2 horas aproximadamente, luego se venteó para separar las impurezas.

Los granos de arroz cosechado por cada tratamiento, se llevó al Laboratorio de Semillas de la UNAS para su pesado en una balanza de precisión y determinar el rendimiento, a 14% de humedad del grano, el que fue llevado a kg ha⁻¹.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número total de macollos por golpe a los 45 y 90 días después de la germinación.

En el Cuadro 8, se puede observar, que no existen diferencias significativas en bloques, lo que nos indica que el terreno es uniforme en todo el campo experimental. Asimismo, no existe diferencias estadísticas significativas en los efectos principales de los tratamientos del factor A (edades de trasplante), ni en los efectos principales de los tratamientos del factor B (número de plantas por golpe), en la característica de número de macollos a los 45 y 90 ddg. Esta falta de significación estadística también se puede observar en los efectos interaccionales de los factores en estudio A x B.

Cuadro 8. ANVA para el número total de macollos por golpe a los 45 y 90 días después de la germinación.

F.V.	Número macollos a 45 ddg.				Número macollos a 90 ddg.		
	G.L.	S.C.	C.M.	Sig.	S.C.	C.M.	Sig.
Bloques	2	4,52	2,26	NS	4,67	2,33	NS
A	2	39,41	19,70	NS	24,89	12,44	NS
B	2	41,41	20,70	NS	9,56	4,78	NS
AxB	4	53,92	13,48	NS	13,56	3,39	NS
Error	16	118,81	7,43	----	57,33	3,58	----
TOTAL	26	258,07	----	----	110,00	----	----
C.V. (%) :			18,39			14,94	

ddg = días después de la germinación.

Los coeficientes de variabilidad en ambos casos están dentro del rango permisible en trabajos de campo de 18% y 15% respectivamente.

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

Sin embargo, la comparación de medias de $DUNCAN_{(0,05)}$, (Cuadro 10), colocan al tratamiento T_4 (siembra a los 12 días de almacigado con una planta) con mayor promedio aritmético, a los 45 ddg. (17,00 macollos por golpe) coincidiendo con las explicaciones fisiológicas de NORMAN (2001), al indicar que el trasplante de arroz debe hacerse antes de los 15 días después de la germinación y con una planta por golpe, puesto que la plántula en esta edad presenta poco o casi nulo macollamiento, consecuentemente tiene una simple raíz primaria que se puede recuperar y producir mejor sistema radicular posteriormente, además no hay competencia específica, ni ínter específica; pero a los 90 días el T_2 (siembra a los 7 días de almacigado con dos plantas) ocupó el mayor promedio aritmético (14,30 macollos). Esto posiblemente se debe a que

hasta los 45 días de sembrado el espacio interespecífico estaba tan amplio como para inducir un mayor macollaje de la planta, pero que a los 90 días el T₂ ha originado mayor número de macollos por planta, sin la diferencia estadística que se indica, esto se hace evidente porque plántulas sembradas tardíamente como son los tratamientos T₁₀ (Testigo, sembradas a los 22 días con tres plantas), T₈ (sembradas a los 17 días con dos plantas) y T₇ (sembradas a los 17 días con una planta) ocupan los últimos lugares en el número de macollos por golpe.

Por otra parte, se puede observar que el número de macollos disminuye a los 90 ddg, esta mortandad posiblemente se debe a la competencia por nutrientes para que las plantas puedan producir la energía requerida para su crecimiento y desarrollo, pues las condiciones climáticas (altas precipitaciones, ver Cuadro 3), al momento de la aplicación de fertilizantes en el período del macollaje, eran incontrolables, manteniendo las pozas inundadas y como consecuencia sujeto al lavado de nutrientes y a las limitaciones metabólicas de la respiración mitocondrial donde se sintetiza la energía por efecto del oxígeno (NORMAN, 2001).

Esta falta de significación también se detecta en el ANVA de contrastes ortogonales del testigo vs. los demás tratamientos, como se puede observar en el Cuadro 9.

Cuadro 9. ANVA para los contrastes ortogonales del testigo, vs los demás tratamientos en el número de macollos por planta a los 45 y 90 ddg.

Características	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
N° macollos totales por planta a 45 ddg.	1	12,46	12,46	0,18	NS
N° macollos totales por planta a 90 ddg.	1	1,20	1,20	0,54	NS

C.V. = 17,30 % Número de macollos a los 45 ddg.

C.V. = 14,00 % Número de macollos a los 90 ddg.

Cuadro 10. Prueba de DUNCAN_(0,05) de los contrastes ortogonales, para el número de macollos por golpe a los 45 y 90 ddg.

Número macollos a 45 ddg.				Número macollos a 90 ddg.			
Trat.	Clave	Prom.	Sig.	Trat.	Clave	Prom.	Sig.
4	a ₂ b ₁	17,00	a	2	a ₁ b ₂	14,33	a
3	a ₁ b ₃	16,67	a	6	a ₂ b ₃	13,67	a b
6	a ₂ b ₃	16,67	a	9	a ₃ b ₃	13,33	a b c
9	a ₃ b ₃	16,00	a	3	a ₁ b ₃	13,33	a b c
5	a ₂ b ₂	15,67	a	1	a ₁ b ₁	13,00	a b c
8	a ₃ b ₂	15,00	a	4	a ₂ b ₁	13,00	a b c
1	a ₁ b ₁	13,67	a b	5	a ₂ b ₂	12,67	a b c
2	a ₁ b ₂	13,00	a b	10	Testigo	12,00	a b c
10	Testigo	12,67	a b	8	a ₃ b ₂	10,67	b c
7	a ₃ b ₁	9,00	b	7	a ₃ b ₁	10,00	c

En el Cuadro 10, se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas entre el testigo vs los demás tratamientos, en cuanto al carácter número de macollos a los 45 y 90 ddg, que corrobora a la falta de significación estadística del Cuadro 8.

4.2 Número de panojas por golpe de siembra.

En el Cuadro 11, se observa que no existe diferencias estadísticas significativas entre bloques en cuanto al número de panojas, indicándonos que el terreno experimental es homogéneo. Además observamos que no existe diferencias estadísticas significativas en los efectos principales del factor A (número de días al trasplante), ni del factor B (número de plantas por golpe); Además no existe significación en la interacción A x B (número de días al trasplante x número de plantas por golpe).

Cuadro 11. ANVA para el número de panojas por golpe a la siembra.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Sig.
Bloques	2	24,10	12,00	NS
A	2	4,50	2,30	NS
B	2	20,10	10,00	NS
AxB	4	26,10	6,50	NS
Error	16	53,30	2,70	---
Total	26	128,10	---	---

C.V. = 14,80 %

En el Cuadro 12 de la prueba de Duncan, se presentan los resultados para el número de panojas por golpe, observándose que el testigo ocupó el último lugar, lo que nos indica que sembrando a los 22 días después de la germinación y con tres plantas por golpe generan un número menor de panojas (7,30 panojas), comparado con el tratamiento a_2b_1 (siembra a los 12 ddg. y con 1 planta por golpe) que tiene un promedio de 13,30 panojas, indicándonos que a pesar que la planta ha sido manejada en inmersión permanente, expresa de buena manera su carácter fisiológico.

Cuadro 12. Prueba de DUNCAN $(0,05)$ del testigo vs. los demás tratamientos en el número de panojas por golpe.

Tratamientos	Clave	Promedio del número de panojas	Significación
T ₄	a_2b_1	13,30	a
T ₃	a_1b_3	12,30	a b
T ₉	a_3b_3	12,00	a b
T ₂	a_1b_2	11,70	a b
T ₅	a_2b_2	11,30	a b
T ₆	a_2b_3	11,30	a b
T ₈	a_3b_2	10,70	a b c
T ₇	a_3b_1	9,30	b c
T ₁	a_1b_1	8,70	c
T ₁₀	Testigo	7,30	c

En este sentido DAWN (2002), manifiesta que las plantas trasplantadas después del tercer phyllochron (Caso testigo) cuando los macollos han empezado a

acelerarse, tiene un proceso retardado, comparado con el tratamiento a_2b_1 (siembra a los 12 ddg. con una planta por golpe) sin diferencias con el tratamiento $T_1 b_3$ (siembra a los 7 ddg. y con 3 plantas por golpe).

4.3 Número de espiguillas totales e infértiles por panoja

En el Cuadro 13 se puede observar que el número de espiguillas totales por golpe de siembra se debe a los efectos interaccionales de los factores en estudio A x B (edad de trasplante x número de plantas por golpe), siendo estadísticamente altamente significativa, expresándose de la misma manera también en la característica de espiguillas infértiles por panoja al momento de la cosecha (155 días después de la germinación).

Cuadro 13. ANVA para el número de espiguillas totales e infértiles por panoja al momento de la cosecha.

F.V.	N° espiguillas totales por panoja				N° espiguillas infértiles por panoja		
	G.L.	S.C.	C.M.	Sig.	S.C.	C.M.	Sig.
Bloques	2	18,25	9,13	NS	39,31	19,66	S
A	2	1298,85	649,43	AS	144,26	72,13	AS
B	2	8729,19	4364,90	AS	365,53	182,77	AS
AxB	4	7866,38	1966,59	AS	1315,51	328,88	AS
Error	16	140,93	8,81	----	43,78	2,74	----
Total	26	18053,60	----	----	----	----	----
C. V. (%)			1,49			3,21	

El Coeficiente de variabilidad de 1,49 y 3,21 respectivamente, es permisible para este trabajo de campo.

El Cuadro 14 nos muestra para los efectos simples que, el número de espiguillas totales por panoja está influenciado tanto por los efectos de los niveles de edad de trasplante (a_1 = a los 7 días, a_2 = a los 12 días y a_3 = a los 17 días), el factor B (número de plantas por golpe) es altamente significativo, como también para el número de plantas por golpe (b_1 = 1 planta, b_2 = 2 plantas, b_3 = 3 plantas) en promedio del Factor B (edad de trasplante).

Cuadro 14. ANVA de los efectos simples para el número de espiguillas totales, e infértiles por panoja.

Número de espiguillas totales por panoja					Número de espiguillas infértiles por panoja		
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Sig.	S.C.	C.M.	Sig.
Efectos simples de B							
B (a_1)	2	11521,64	5760,82	AS	537,62	268,81	AS
B (a_2)	2	269,29	134,64	S	316,62	158,31	AS
B (a_3)	2	4818,38	2409,19	AS	826,80	170,05	AS
Efectos simples de A							
A (b_1)	2	7835,12	3917,56	AS	1220,15	610,07	AS
A (b_2)	2	175,91	87,95	S	68,18	34,09	S
A (b_3)	2	1227,58	613,79	AS	171,44	85,72	AS

Del mismo modo se puede observar que el carácter número de espiguillas infértiles por panoja, se debe a los efectos simples de cada una de las edades de trasplante en estudio (en promedio del Factor B, número de plantas por golpe) en forma altamente significativa, como también han influido en forma altamente significativa los efectos de cada uno de los niveles del número de plantas por golpe ($b_1 = 1$ planta, $b_2 = 2$ plantas, $b_3 = 3$ plantas) en promedio del factor A edad de trasplante.

Los Cuadros 15 y 16, comparan el testigo vs. los demás tratamientos por la prueba de Coeficientes Ortogonales, también encuentra diferencias altamente significativas entre el testigo y los demás tratamientos en el carácter número de espiguillas totales por panoja.

Cuadro 15. ANVA del testigo, vs. los demás tratamientos para el número de espiguillas totales e infértiles por panoja.

Carácter	G.L.	S.C.	C.M.	Sig.
Número de espiguillas fértiles por panoja	1	29294,79	2929,79	AS
Número de espiguillas infértiles por panoja	1	2279,29	2279,29	AS

La comparación de medias DUNCAN $(0,05)$ que se presenta en el Cuadro 16, se observa que el testigo versus los demás tratamientos coloca al testigo con

diferencias significativas, como el mejor tratamiento en número de espiguillas totales por panoja (302,90), pero además como el primer tratamiento con diferencias significativas en número de espiguillas infértiles (80,51). Ello posiblemente se debe a que las panojas en un menor número por golpe que tiene el testigo (7,30 panojas fértiles por golpe, ver cuadro 18), generaron panojas más largas que contienen mayor número de espigas, pero para el llenado necesitaban elementos nutritivos para desarrollarse en el sentido que cuando la planta de arroz es cultivada bajo condiciones de inundación, en suelos saturados y anaeróbico, estos tienden a crear un sistema cerrado de nutrientes particularmente del N, pues necesitan ser bombeados dentro de este sistema para obtener más incrementos, creando un ambiente de crecimiento positivo para la planta. La fórmula de abonamiento aplicado en este trabajo pudo haber sido baja, por haberse trabajado con coeficientes promedios de absorción de nutrientes o también porque no se aplicó fertilizantes después de las lluvias fuertes, que ha originado el lavado NORMAN (2001) y VERGARA (1983).

Sin embargo ACOSTA y BETEMI (2006), encontraron un promedio de 130,80 espiguillas fértiles por panoja en el sistema de labranza convencional, que comparado con el presente trabajo de 320 espiguillas totales por panoja, es una prueba de un manejo eficiente del trabajo, además de las características intrínsecas de la variedad.

Cuadro 16. DUNCAN $(0,05)$, para el testigo, vs. los demás tratamientos en el número de espiguillas totales e infértiles por panoja.

Número de espiguillas totales por panoja				Número de espiguillas infértiles por panoja			
Trat.	Clave	Prom.	Sig.	Trat.	Clave	Prom.	Sig
T ₁₀	Testigo	302,90	a	T ₁₀	Testigo	80,51	a
T ₁	a ₁ b ₁	249,90	b	T ₇	a ₃ b ₁	66,27	b
T ₇	a ₃ b ₁	235,30	c	T ₁	a ₁ b ₁	62,50	c
T ₈	a ₃ b ₂	201,50	d	T ₂	a ₁ b ₂	54,00	d
T ₅	a ₂ b ₂	193,07	e	T ₆	a ₂ b ₃	53,40	d
T ₆	a ₂ b ₃	192,73	e	T ₅	a ₂ b ₂	51,30	d
T ₂	a ₁ b ₂	191,40	e	T ₈	a ₃ b ₂	47,30	e
T ₄	a ₂ b ₁	181,60	f	T ₉	a ₃ b ₃	44,80	e f
T ₉	a ₃ b ₃	179,00	f	T ₃	a ₁ b ₃	43,60	f
T ₃	a ₁ b ₃	164,13	g	T ₄₀	a ₂ b ₁	39,90	g

C.V. (%): 3,40

4.4 Influencia de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe, en la altura de planta.

En el análisis de variancia del Cuadro 17 y en la prueba de DUNCAN $(0,05)$ del Cuadro 18, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el testigo y los demás tratamientos.

Cuadro 17. ANVA del efecto de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe en la altura de planta.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
Bloques	2	227,19	113,59	7,81	AS
A	2	24,07	12,04	0,83	NS
B	2	9,41	4,70	0,32	NS
AxB	4	29,70	7,43	0,51	NS
Error	16	232,81	14,56		
Total	26	523,18			

La altura de planta reportado por INIA (2005) y RUSSE (1959) en la variedad 'Capirona', es de 115 cm, que se asemeja a los resultados encontrados en el presente trabajo y que varía entre 109 - 115 cm, según los datos del Cuadro 18 que se presentan; estos resultados posiblemente se debe a que la altura de planta del cultivo de arroz, está definida en el código genético de la misma planta y que se expresa en forma homogénea en condiciones de selva.

Cuadro 18. Comparación de medias DUNCAN $(0,05)$ del testigo, vs. los demás tratamientos en la altura de planta.

Tratamientos	Clave	Altura (cm)	Significación
T ₁₀	Testigo	115,00	a
T ₃	a ₁ b ₃	114,67	a
T ₄	a ₂ b ₁	114,67	a
T ₁	a ₁ b ₁	114,00	a
T ₅	a ₂ b ₂	113,00	a
T ₈	a ₃ b ₂	113,00	a
T ₂	a ₁ b ₂	112,33	a
T ₇	a ₃ b ₁	111,67	a
T ₆	a ₂ b ₃	111,67	a
T ₉	a ₃ b ₃	109,67	a

4.5 Influencia de las diferentes edades de trasplante y número de plantas por golpe en el rendimiento de grano (kg ha⁻¹)

En el Cuadro 19, se observa que los rendimientos no han sido influenciados estadísticamente, las edades de trasplante, el número de plantas por golpe, ni por sus interacciones, durante la siembra los bloques fueron homogéneos.

Cuadro 19. ANVA del efecto de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe en el rendimiento de grano.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
Bloques	2	21186,74	10593,37	0,22	NS
A	2	27881,99	13940,95	0,29	NS
B	2	163502,09	81751,04	1,70	NS
AxB	4	341058,06	85264,51	1,77	NS
Error	16	770213,54	48138,35		
Total	26	1323842,33			

C.V. (%) = 2,79

La prueba de Contrastes Ortogonales del testigo vs. los demás tratamientos que se presentan en el Cuadro 20, no registra diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 20. ANVA de contrastes ortogonales del testigo, vs. los demás tratamientos en el rendimiento.

Característica	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
T ₁₀ vs. los demás tratamientos	1	537,63	537,63	0,01	NS

Los resultados de rendimiento de la prueba de DUNCAN_(0,05) que se presenta en el Cuadro 21, coloca al tratamiento T₄ (trasplante a los 12 días y con una planta por golpe) con mayor promedio aritmético, superando estadísticamente en forma significativa a T₂ (trasplante a los 7 días y con dos plantas por golpe) y T₆ (trasplante a los 12 días y con tres plantas por golpe).

Cuadro 21. Prueba de DUNCAN $(0,05)$ para el rendimiento de grano.

Tratamientos	Clave	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Sig.
T ₄	a ₂ b ₁	8188,70	a
T ₈	a ₃ b ₂	7928,30	a b
T ₁	a ₁ b ₁	7870,70	a b
T ₉	a ₃ b ₃	7853,00	a b
T ₅	a ₂ b ₂	7841,70	a b
T ₁₀	testigo	7841,70	a b
T ₃	a ₁ b ₃	7813,00	a b
T ₇	a ₃ b ₁	7812,70	a b
T ₂	a ₁ b ₂	7755,00	b
T ₆	a ₂ b ₃	7639,00	b

El rendimiento del tratamiento T₄ (trasplante a los 12 días y con una planta por golpe) es de 8188,70 kg ha⁻¹ de arroz con cáscara a 14% de humedad, ello obedece como en los demás tratamientos, al comportamiento positivo de sus componentes del rendimiento como son: Número de panojas por golpe (13,30) Cuadro 12, que ocupó el primer puesto; número de espiguillas totales por panoja (181,60), Cuadro 16, ocupando el 8^{vo} puesto; del mismo modo ocupa el mismo lugar en el Cuadro 24 con un peso de 27,83 gramos por cada 1000 granos de arroz; todas estas características se han unido para dar el rendimiento en cáscara, conforme lo manifiesta NORMAN (2001), para obtener mejores rendimientos debe trasplantarse antes de los 15 días, cuando solamente se tiene la primera raíz y el brote con sólo dos hojas emergidas de la semilla de arroz, y con una planta por

golpe. Esta productividad también fue obtenida por DAWN (2002), con 6,5 – 8,8 t ha⁻¹.

4.6 Influencia de las diferentes edades de trasplante y número de plantas por golpe, en el peso de 1000 granos.

El peso de 1000 granos de arroz, no ha sido influenciado ni por las edades de trasplante, ni por el número de plantas por golpe, como se puede observar en el Cuadro 22.

Cuadro 22. ANVA del efecto de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe, en el peso de 1000 granos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
Bloques	2	0,23	0,11	0,47	NS
A	2	0,43	0,21	0,87	NS
B	2	0,68	0,34	1,38	NS
AxB	4	0,67	0,17	0,68	NS
Error	16	3,92	----	----	----
Total	26	5,92	----	----	----

C.V. (%) = 28,24

En el ANVA del Cuadro 23, se presenta los contrastes ortogonales y observamos que no existen diferencias estadísticas.

Cuadro 23. ANVA de contrastes ortogonales del testigo, vs. los demás tratamientos en el peso de 1000 granos.

Característica	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
T ₁₀ Vs. los demás tratamientos	1	0,49	0,49	2,18	NS

En el Cuadro 24, se presenta la prueba de Duncan del testigo, vs. los demás tratamientos, al parecer este carácter es independiente de los factores que se estudiaron, pues el peso de los granos se define en la etapa del espigamiento conforme lo manifiesta ANGLADETE (1969) y FRANQUET y BORRAS (2006).

Cuadro 24. Prueba de DUNCAN (0,05) para el testigo, vs. los demás tratamientos en el peso de 1000 granos.

Tratamientos	Clave	Peso granos (g)	Sig.
T ₉	a ₃ b ₃	28,56	a
T ₆	a ₂ b ₃	28,52	a
T ₈	a ₃ b ₂	28,46	a
T ₅	a ₂ b ₂	28,36	a
T ₃	a ₁ b ₃	28,24	a
T ₁	a ₁ b ₁	28,18	a
T ₇	a ₃ b ₁	28,15	a
T ₄	a ₂ b ₁	27,83	a
T ₂	a ₁ b ₂	27,83	a
T ₁₀	Testigo	27,81	a

V. CONCLUSIONES

1. El número de macollos a los 45 días (trasplante a los 12 días después de la germinación y con una planta por golpe), ha producido un mayor número de macollos (17,00 macollos), pero a los 90 días presentó 13 macollos por golpe.
2. En cuanto al número de panojas por golpe, todos los tratamientos superaron al testigo (trasplante a los 22 días después de la germinación y con 3 plantas por golpe); ocupando el primer lugar el tratamiento T₃ (trasplante a los 7 días, con tres plantas por golpe) con 13,30 panojas por golpe.
3. En el carácter número de espiguillas totales, e infértiles por panoja el testigo, presentó mayor cantidad de espiguillas totales (302,90), pero al mismo tiempo con mayor cantidad de espiguillas infértiles por panoja (80,51).
4. El rendimiento de arroz en cáscara con 14% de humedad, no se vio influenciado estadísticamente por los factores en estudio. El tratamiento T₄ (trasplante a los 12 días con una planta por golpe) tuvo el mayor promedio aritmético de 8188,70 kg ha⁻¹.

5. El peso de 1000 granos tampoco se vio influenciado por los efectos principales, ni por las interacciones de los factores en estudio; ocupando el mayor peso el tratamiento T₉ (trasplante a 17 días+3 plantas) con 28,56g y el menor peso lo obtuvo el testigo (trasplante a 22 días+3 plantas) con 27,86g.

VI. RECOMENDACIONES

- 1. Validar los resultados del presente trabajo en el campo del agricultor, ejecutando trasplantes a los 12 días después de la germinación y una planta por golpe con la tecnología de permanente inmersión en agua.**
- 2. Realizar estudios comparativos de adaptabilidad del sistema intensivo de producción de arroz, en condiciones de Tingo María.**

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se llevó acabo de noviembre 2005, hasta abril del 2006 en los terrenos del Fundo Agrícola 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado a 1,50 Km de la carretera Tingo María-Huánuco, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con una altitud de 640 msnm, temperatura media de 24,80°C y precipitación mensual media de 382,20 mm; cuyos objetivos fueron: 1) Determinar la edad óptima de trasplante del arroz 'Capirona' que genere un incremento de los componentes del rendimiento. 2) Determinar el número óptimo de plantas por golpe en la siembra de arroz 'Capirona'. Se instaló en un suelo franco, moderadamente ácido, contenido medio en materia orgánica, nitrógeno total medio, bajo en contenido de fósforo y potasio y muy bajo en CIC_e. Los componentes en estudio fueron: tres edades al trasplante (7,12 y 17 días después de la germinación) y con tres números de plantas por golpe (con 1, 2 y 3 plantas). La fórmula de fertilización empleada fue 190-95-120 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O respectivamente. El diseño experimental fue BCR, con arreglo factorial 3A x 3B, con tres repeticiones más un testigo adicional, utilizándose la prueba de significación de Duncan_(α = 0,05) para el análisis estadístico. Las observaciones registradas fueron: número de macollos por golpe a 45 y 90 días después de la germinación, altura de planta, peso de 1000 granos, número de panojas por golpe, número de espiguillas fértiles e infértiles por panoja y rendimiento de arroz en cáscara.

Los resultados obtenidos nos muestran que el rendimiento de arroz en cáscara con 14% de humedad, no se vio influenciado por los factores en estudio. El T₄ (trasplante a los 12 días con una planta por golpe) tuvo el mayor promedio aritmético de 8188,70 kg ha⁻¹.

El trasplante a 12 días después de la germinación y con una planta por golpe, ha producido un mayor número de macollos a los 45 días después de la siembra (17,00 macollos), pero a los 90 días presentó 13 macollos por golpe. Para el número de panojas por golpe, todos los tratamientos superaron al testigo (trasplante a los 22 días de la germinación y con 3 plantas por golpe); ocupando el primer lugar el T₃ (trasplante a los 7 días de la germinación y con tres plantas por golpe) con 13,30 panojas por golpe. Para el número de espiguillas totales e infértiles por panoja, el testigo presentó mayor cantidad de espiguillas totales (302,90), pero al mismo tiempo con mayor cantidad de espiguillas infértiles por panoja (80,51). En cuanto al peso de 1000 granos, tampoco se vio influenciado por los efectos principales, ni por las interacciones de los factores en estudio.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, P. J. y BETEMÍ, D. D. 2006. Efecto de dos sistemas de labranza y tres niveles de fósforo y potasio sobre la productividad de arroz, variedad Juma 57, en un suelo con altas concentraciones de hierro [En línea] <http://www.iteco.edu.do/Articulos%20para%20Revista/Documentos/efectoslabranza.htm>.
2. ALTAMIRANO, F. E. 1993. Efecto de la interacción N - K en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo el sistema de secano en Tingo María. [En línea] <http://www.fao.org/ag/agl/agll/rla128/unas/unas10/unas10-06.htm>.
3. ANGLADETE, A. 1969. El arroz. Blume. Madrid, España. 870 p.
4. BOLETIN DE ARROZ. Julio: pdf http://www.minag.gob.pe/docs_apc/boletin_amazonas/items/2007.
5. CASSMAN, K. G. *et al* 1995. Yield decline and the nitrogen economy of long term experiments on continuous, irrigated rice systems in the tropics.
6. CIAT. 1981. Recuento de las principales actividades en el cultivo de arroz Cali-Colombia. 112 p.
7. CIEPE, A. 1998. Programa de evaluación y estabilización de los parámetros de calidad del arroz, aplicados por las agroindustrias arroceras en Venezuela. San Felipe. 30 p.

8. DAWN, B. 2002. Innovador sistema intensivo de cultivar arroz: menos puede ser más. Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional [En línea] http://cip.org.pe/Informacion/Documentos/pub/innovatec/sri_itcia.pdf.
9. FRANQUET, B. y BORRÁS, P. 2006. Economía del arroz: Variedades y mejora Edición electrónica. [En línea] <http://www.eumed.net/libros/2006a/fbbp/2p.htm> 2007.
10. HERNANDEZ, L. J. 1982. Fitomejoramiento y principales cultivares. Curso de adiestramiento en producción de arroz. INIA - E. E. Vista Florida. Lambayeque, Perú. 125 p.
11. HOLDRIDGE, R. L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José. Costa Rica. 216 p.
12. IBAÑEZ, R. y AGUIRRE, G. 1983. Fertilidad del suelo. Manual de Prácticas Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú 78 p.
13. INIA. 2005. Nuevo cultivar de arroz de grano corto. Agricultura Técnica (Chile) http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S036528072005000100012&script=sci_arttext.
14. LADHA, J. K. 1997. Biofertilizantes: The way ahead. En biological nitrogen fixation: The global challenge and future needs. A simposium. Roma. Pp. 67-69.

15. LUQUE, B. 2001. Innovadoras prácticas culturales del arroz está triunfando en Madagascar. Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional [En línea] http://cip.org.pe/Informacion/Documentos/pub/innovatec/sri_itcia.pdf. 2006.
16. LUQUE, B. 2006. Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional. Innovador Sistema Malagaseño para cultivo intensivo de arroz (System of Rice Intensification SRI) sustentado en sistema precoz de trasplante. [En línea] http://cip.org.pe/Informacion/Documentos/pub/innovatec/sri_itcia.pdf 2006.
17. NORMAN, U. 2001. Implicancias agroecológicas del sistema innovador del cultivo intensivo de arroz en Madagascar. Cornell International Institute for Food Agriculture and Development Corneel University - Ithaca N.Y. USA. [En línea] http://cip.org/información/Documentos/pub/innovatec/sri_itria.pdf.
18. TINARELLI, A. 1989. El arroz. Trad. Ramón Miguel Carreras Ortells. 2da. Ed. Ediciones Mundi – Prensa. ISSP. España. 240 p.
19. VERGARA, V. R. 1983. Influencia de factores climáticos en el cultivo de arroz en el Perú. Chiclayo. Informativo Arrocerero. 2(6) 8:16.

IX. ANEXO

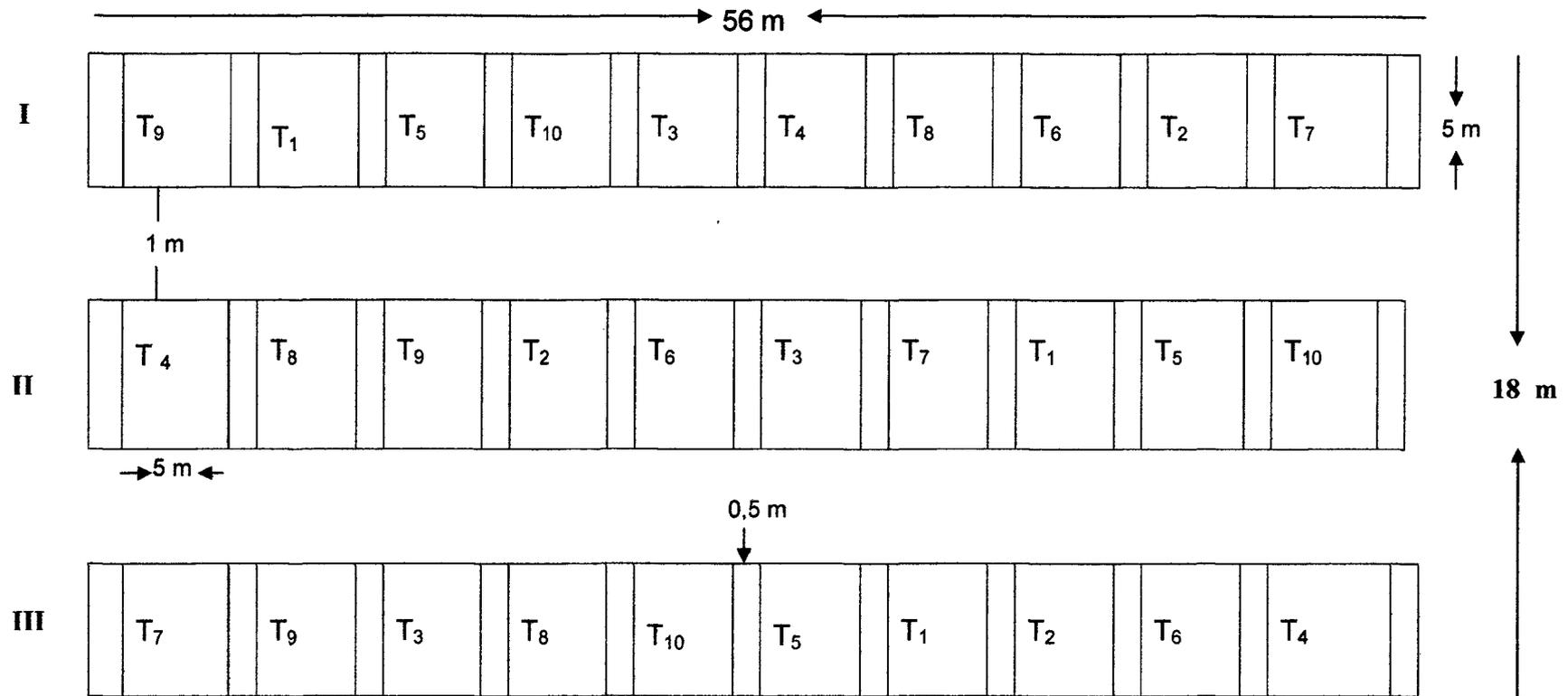


Figura 1. Croquis del campo experimental

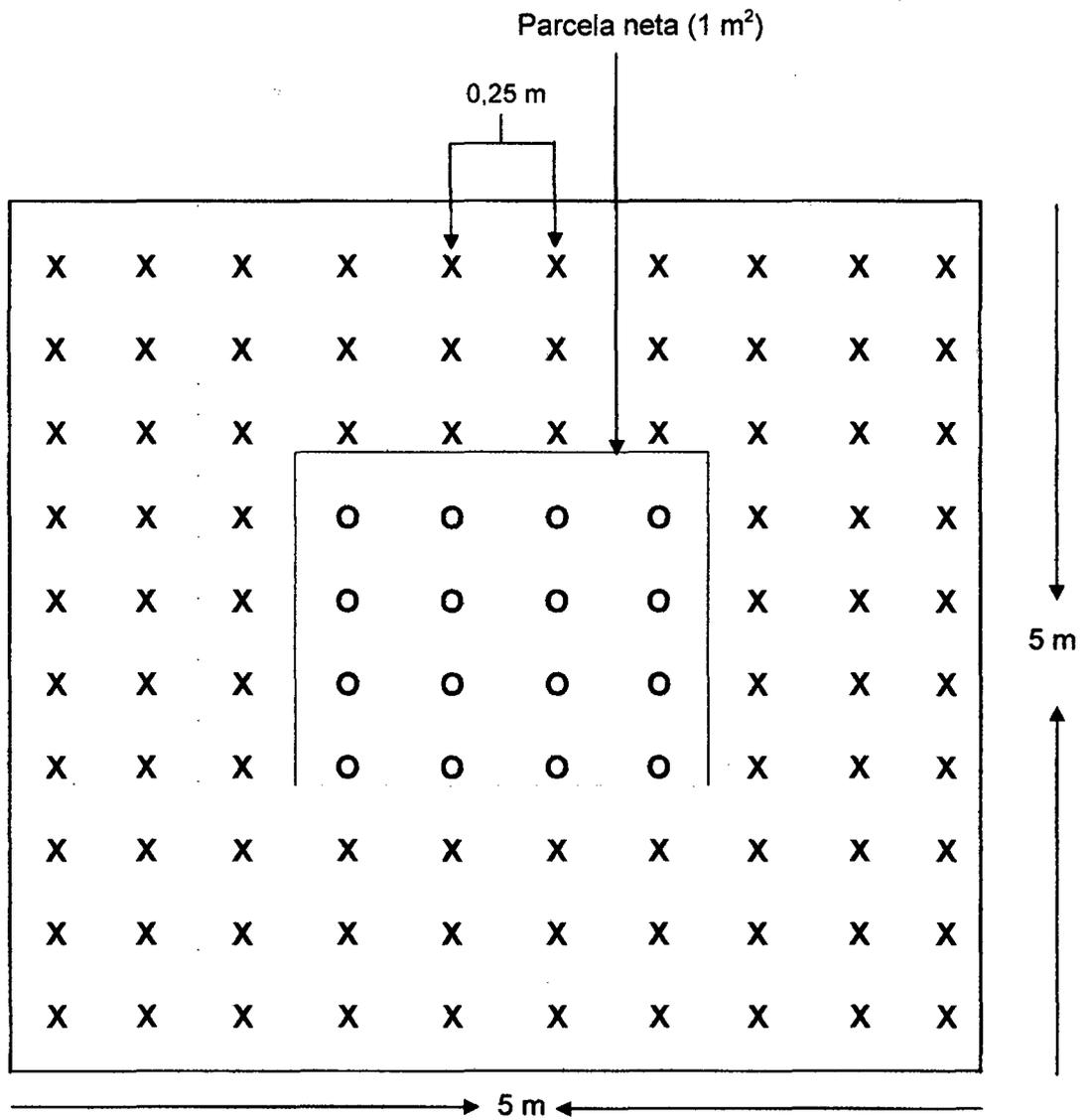


Figura 2. Detalle de una parcela

Cuadro 25. Datos originales de las características en estudio.

Trat.	Block	A	B	Macollos 45 ddg.	Macollos 90 ddg.	Altura cm	Espig. fértil	Espig. infértil	Rdto. kg ha ⁻¹	Número panojas	Peso 1000 granos
T ₉	I	a3	b3	18	14	107	179,0	44,8	7760,4	12	28,31
T ₁	I	a1	b1	17	14	115	249,9	62,5	7986,1	6	27,57
T ₅	I	a2	b2	17	13	115	193,1	51,3	7986,1	11	28,63
T ₃	I	a1	b3	18	14	116	164,2	43,6	7812,5	10	28,52
T ₄	I	a2	b1	17	12	118	181,9	39,9	8246,5	12	27,50
T ₈	I	a3	b2	16	11	119	201,5	47,3	7986,1	10	28,55
T ₆	I	a2	b3	19	15	119	189,4	53,4	7465,3	9	28,90
T ₂	I	a1	b2	12	17	122	191,4	54,0	7812,5	12	27,55
T ₇	I	a3	b1	4	8	112	235,3	66,4	7291,7	7	28,35
T ₁₀	I	Testigo		12	12	118	302,9	80,5	7986,0	7	28,31
T ₄	II	a2	b1	16	15	118	180,0	37,9	8333,3	11	28,40
T ₈	II	a3	b2	16	11	110	200,0	45,3	7812,5	11	28,33
T ₉	II	a3	b3	17	12	111	177,0	45,0	7812,5	12	28,87
T ₂	II	a1	b2	16	12	109	190,0	51,0	7812,5	10	28,33
T ₆	II	a2	b3	14	14	111	200,0	50,0	7812,5	12	28,31
T ₃	II	a1	b3	15	16	117	160,2	45,6	7812,5	18	27,60
T ₇	II	a3	b1	13	9	112	233,3	64,4	7812,5	9	27,51
T ₁	II	a1	b1	12	13	117	250,9	60,5	7812,5	10	28,37
T ₅	II	a2	b2	14	13	116	190,0	50,0	7812,5	11	27,55
T ₁₀	II	Testigo		11	12	111	300,9	80,0	7813,0	7	27,57
T ₇	III	a3	b1	12	13	111	237,3	68,0	8333,3	12	28,60
T ₉	III	a3	b3	13	14	111	181,0	44,6	7986,1	12	28,50
T ₃	III	a1	b3	17	10	111	168,0	41,6	7812,5	12	28,61
T ₈	III	a3	b2	13	10	110	203,0	49,3	7986,1	11	28,50
T ₅	III	a2	b2	16	12	108	196,1	52,6	7725,7	12	28,89
T ₁	III	a1	b1	12	12	110	248,9	64,5	7812,5	10	28,60
T ₂	III	a1	b2	11	14	106	192,8	57,0	7638,9	13	27,60
T ₆	III	a2	b3	17	12	105	188,8	56,8	7638,9	13	28,35
T ₄	III	a2	b1	18	12	108	182,9	41,9	7986,1	14	27,60
T ₁₀	III	Testigo		14	12	116	304,9	81,0	7726,0	8	27,55

Cuadro 26. ANVA para el macollamiento a los 45 días después de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
Bloque	2	4,52	2,26	0,30	NS
A	2	39,41	19,70	2,65	NS
B	2	41,41	20,70	2,79	NS
AxB	4	53,93	13,48	1,82	NS
Error	16	118,81	7,43		
Total	26	258,07			

NS : No existe significación estadística.

Cuadro 27. ANVA para el macollamiento a los 90 días después de la siembra

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
Bloque	2	4,67	2,33	0,65	NS
A	2	24,89	12,44	3,47	NS
B	2	9,56	4,78	1,33	NS
AxB	4	13,56	3,39	0,95	NS
Error	16	57,33	3,58		
Total	26	110,00			

NS : No existe significación estadística.

Cuadro 28. ANVA para el número de espiguillas fértiles por panoja

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
Bloque	2	18,25	9,13	1,04	NS
A	2	1298,85	649,43	73,73	AS
B	2	8729,19	4364,59	495,53	AS
AxB	4	7866,38	1966,59	223,28	
Error	16	140,93	8,81		
Total	26	18053,60			

NS : No existe significación estadística

AS : Altamente significativo

Cuadro 29. ANVA para el número de espiguillas infértiles por panoja.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Sig.
Bloque	2	39,31	19,66	7,18	AS
A	2	144,26	72,13	26,36	AS
B	2	365,53	182,77	66,80	AS
AxB	4	1315,51	328,88	120,21	AS
Error	16	43,77	2,74		
Total	26	1908,39			

AS : Altamente significativo