

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



“RENDIMIENTO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) cv. ‘LA CONQUISTA’ EN TRES EDADES DE SIEMBRA Y DIFERENTE NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE, EN EL SISTEMA DE CULTIVO INTENSIVO (SIR) EN TINGO MARIA”

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

JACKIE MELODY PINEDO OCHOA

TINGO MARÍA - PERÚ

2014

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, quien nos da vida,
salud y sabiduría para enfrentar
obstáculos y seguir adelante aun en los
momentos más difíciles.

A mis Padres: Luis y Osiris, razón de mi
ser, por haberme sembrado el deseo de
superación; y a mi hermana Rosy por
brindarme el apoyo moral.

A mi esposo: Moisés, por su apoyo
incondicional y constante. A mí adorado
hijo Rodrigo, fuente inagotable de
alegrías y travesuras e infinita
comprensión por las horas de ausencia
destinadas a la elaboración del presente
trabajo.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a la Facultad de Agronomía, por darme mi formación profesional y por el dedicado apoyo logístico y humano que sin ello no se hubiese realizado el presente trabajo de tesis.
- Al Ing. M. Sc. Fernando Gonzáles Huiman, asesor del presente trabajo, por su orientación constante.
- Al Ing. Jorge Cerón Chávez, por sus valiosos aportes y ayuda permanente como co-asesor.
- A los miembros del jurado de tesis: Ing. Luis García Carrión, Ing. Carlos Miranda Armas y al Ing. Jaime Chávez Matías.
- Al Sr. Concepción Ariza Espinoza, por su amistad y constante empeño en los trabajos realizados en campo para la ejecución del trabajo de tesis.

INDICE

I. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) se cultiva desde hace más de 4000 años. Se calcula que son 7000 variedades de arroz en el mundo y gran parte de estos contienen propiedades nutritivas parecidas, solo cambian en sabor y textura (CIAT, 1981).

Es un alimento básico de mayor consumo, se le cultiva en aproximadamente 110 países, en más de 165 millones de hectáreas, es decir, aproximadamente en un 15% de las tierras de cultivo. En nuestro país, es cultivado por cerca de 90,000 agricultores, en su mayoría pequeños productores, en 18 de los 24 departamentos que tiene el Perú (PALACIOS, 2001).

En el Alto Huallaga es costumbre producir arroz bajo el sistema de inundaciones permanentes, realizando trasplante con plántulas de más de 30 días de almacigo y con 4 y 6 plántulas por golpe, recomendándose de 80 a 100 kg de semilla de arroz por hectárea.

En África y Asia se le cultiva bajo un sistema intensivo, con ahorro de agua y con trasplante de plántulas de 9 a 12 días de edad, máximo 16 días, a muy baja densidad y con riegos intermitentes en fase de crecimiento y madurez e inundación solo en reproducción, disparándose la productividad de 8 a 10 t/ha, sin más fertilizantes químicos, pesticidas o variedades caras de semillas, solo rompiendo reglas convencionales del manejo del arroz (UPHOFF, 2001).

Con este sistema se pretende comprobar el SIR (Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz) bajo condiciones del Alto Huallaga, este sistema no realiza

operaciones convencionales y aprovecha las propiedades fisiológicas de la planta, se inicia con la etapa de macollamiento a edad temprana como a los siete días de edad, que no se manifiesta por la densidad del almacigado y que el trasplante debe hacerse cuando las raíces seminales estén activas antes que se formen las raíces permanentes para evitar daños a la plántula; de ahí nace el presente trabajo de investigación con la hipótesis nula que cualquier edad de trasplante de arroz y con cualquier número de plántulas por golpe producen el mismo rendimiento, y al alternar al menos una edad de trasplante y un número definido de plantas por golpe producen diferente rendimiento.

Considerado lo antes mencionado, se planteó el presente trabajo cuyos objetivos son los siguientes:

1. Determinar la edad óptima de trasplante del arroz, variedad INIA – 507 cv. ‘La Conquista’ que genere incremento en los componentes del rendimiento bajo el sistema SIR.
2. Determinar el número óptimo de plantas por golpe en la siembra de arroz cv. ‘La Conquista’ que genere un incremento en los componentes del rendimiento bajo el sistema SIR.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del arroz

CIAT (1981), reporta que el arroz es uno de los cultivos alimenticios más importantes del mundo y uno de los de mayor consumo y superficie sembrada en América Latina y el Caribe. 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 el Asia que llega incluso a tener repercusiones sobre el idioma y las creencias locales.

2.2. Clasificación taxonómica del arroz

ANGLADETTE (1969), clasifica taxonómicamente al arroz en la siguiente categoría:

Reino	:	Plantae
División	:	Embryophitas
Orden	:	Glumiflorales
Clase	:	Monocotiledónea
Familia	:	Gramineae
Sub-familia	:	Poaideae
Tribu	:	Oryzeae
Género	:	<i>Oryzae</i>
Especie	:	<i>Oryza sativa</i> L.

2.3. Fases de desarrollo del cultivo de arroz

ANGLADETTE (1969), indica que el crecimiento del cultivo de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende, un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano. Este crecimiento muestra un patrón 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 esta 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.

2.4. Fenología del cultivo de arroz

TINARELLI (1989), menciona 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:

Etapas 0: Germinación o emergencia. Comprende desde la siembra hasta la aparición de la hoja llamada coleóptilo. Cuando la siembra se efectúa en suelo con poca humedad, el proceso de germinación se dilata en función a la humedad y profundidad de siembra, que puede demorar entre 5 y 10 días.

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.

Etapa 2: Macollamiento. Abarca desde la aparición del primer hijo hasta cuando la planta alcance el máximo número de ellos o hasta el comienzo del siguiente estado. El macollamiento es el estado más largo y tarda de 45 a 50 días para variedades tempranas (105 días), pudiendo ser mayor en variedades fotosensitivas.

Etapa 3: Elongación del tallo. Abarca 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 elongado. Esta elongación coincide con el desarrollo de la inflorescencia y ocurre en el cuarto entrenudo debajo de la panoja, los demás entrenudos debajo del cuarto nunca se elongan en arrozcs fotosensitivos y tempranos.

Etapa 4: Iniciación de la panoja. La diferenciación del meristema en el punto de crecimiento inicia el primordio de la panoja, 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 más severamente por condiciones adversas.

Etapa 5: Desarrollo de la panoja. Desde cuando la panoja diferenciada es visible hasta cuando la punta de ella está justo debajo del cuello de la hoja bandera. En esta etapa se diferencian las espiguillas, las cuales forman con el raquis la inflorescencia que crece dentro de la vaina de la hoja bandera causando un abultamiento llamado “embuchamiento”. Esta etapa es muy crítica debido a que durante la inflorescencia de las espiguillas el número total de granos por panícula es determinado.

Etapa 6: Floración. La salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera marca el comienzo de la etapa de 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 apariencia blanquecina. El arroz trasplantado tarda hasta 10 días para completar la floración y fertilización de todas las espiguillas en un sitio, mientras que el arroz de siembra directa y densa, desarrollan tan solo 1 a 2 tallos por planta y la floración es muy uniforme.

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, muchos más son fotosintetizadas y se mueven rápidamente para llenar el grano con un líquido lechoso.

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.

Etapa 9: Etapa de maduración. A los 30 días después de la floración, los granos alcanzan el estado de madurez en el trópico cálido, en áreas más 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.

2.5. Requerimientos edafoclimáticos

2.5.1 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 y 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.

2.5.2 Temperatura

VERGARA (1983), menciona que el arroz necesita para germinar un mínimo de 10° a 13° C, considerándose su óptimo entre 30° y 35° C. Por encima del 40° C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene 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 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 de longitud. 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 perjudica.

2.5.3 Suelo

VERGARA (1983), manifiesta que el cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se le 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 la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la 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 y 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.

2.6. Manejo del cultivo de arroz bajo el sistema convencional

2.6.1 Sistema de siembra por trasplante

CIAT (1981), sostiene que esta actividad se inicia con la pre germinación de la semilla, que consiste en llenar las $\frac{3}{4}$ partes de un costal con semilla y ponerlo a remojar sumergiéndolo por 24 horas en agua corriente y luego se somete al abrigo cubriéndolo con mantas, hojas de plátano u otras hierbas frescas durante 24 horas; pero cada 8 horas voltear el saco para obtener una uniforme pre germinación de la semilla. No se recomienda cubrir el saco con hojas secas porque favorece el recalentamiento de semilla pudiendo producirle la muerte y además, porque son un foco de infección en cuanto a enfermedades. Después del abrigo de la semilla esta se volea en la poza lo

más uniforme posible. La poza debe tener una lámina de 3 a 5 cm de agua clara y limpia. Se requiere de 100 a 300 g de semillas por metro cuadrado.

2.6.2 Preparación de las pozas de almácigos

CIAT (1981), informa que las dimensiones recomendables para una poza, es de 6 m de ancho por 25 a 30 m de largo, esto va a depender de la topografía del terreno. Para obtener plántulas para una hectárea se requiere entre 300 a 400 m².

2.6.3 Riegos en el almacigo y fertilización

CIAT (1981), afirma que la lámina de agua se debe mantener por espacio de 2 a 3 días, luego se dan “secas” por las noches o en días nublados y se mantiene con agua en días soleados por un lapso de 8 a 10 días, con la finalidad de que las plantitas “prendan” y se desarrollen con mayor facilidad. Después de que han prendido las plantitas (a los 10 días), se mantendrá una delgada capa de agua en constante circulación, esta capa de agua será de acuerdo al tamaño de la plantita, tratando de no ahogarla. La fertilización se realiza cuando las plantitas tienen una edad de 10 a 12 días, y se tiene en cuenta la fertilidad del suelo aplicando un promedio de 80 a 100 kg/ha de nitrógeno (3 a 4 bolsas de urea), un promedio de 7 a 8,5 kg de urea para 400 m² de almacigo. Para esto la poza debe mantener una lámina de agua de unos 5 cm y las entradas y salidas de agua de las pozas deben estar completamente cerradas por un tiempo de 3 a 4 días después de la aplicación del fertilizante.

2.6.4 Trasplante a campo definitivo

Preparación del terreno

CIAT (1981), manifiesta que se siguen las mismas indicaciones que para el almácigo y para ello se deben construir pozas de mayor magnitud de acuerdo a que lo permita la topografía del terreno. La preparación del suelo para sembrar arroz depende esencialmente del sistema de cultivo que se desea implementar. Cuando se establece una siembra en seco, los métodos y el material de preparación del terreno son idénticos a los empleados por los otros cereales, siendo la primera labor el arado seguido de pases de rastras, siembra al voleo o en líneas. El cultivo bajo riego (acuático) del arroz es muy diferente. En este caso el suelo está durante todo el tiempo del cultivo en fase reductora favorable a la modificación, pero desfavorable para el crecimiento de las raíces del arroz; por lo tanto, es indispensable permitir la oxidación periódica de los suelos y de las de hierro que contienen, así como manganeso, conservando una estructura física conveniente al buen crecimiento de la planta. La preparación del suelo en régimen acuático se compone de dos fases: labranza propiamente dicha y la formación de una capa de lodo (fangueo) sobre una capa inferior relativamente impermeable. El terreno debe roturarse con arado, luego se pasará rastra. En un primer momento el terreno se debe nivelar con una cuchilla niveladora, luego se inunda para hacer el batido o fangueado, y con una regla T de madera de dimensiones de 1 m de ancho x 2 m de largo, se realiza una última nivelación o planchado hasta conseguir una buena nivelación, para manejar adecuadamente el agua. Antes o igual que las labores de almácigo se deben construir los canales de drenaje principales y

secundarios, así como los bordes, los mismos que deben tener un ancho de 0,60 m y una altura 0,70 m.

Saca de plántulas del almacigo

CIAT (1981), indica que la saca de plántulas del almacigo, debe hacerse a partir de los 25 a 30 días de edad, para las variedades indicadas líneas arriba. Esta operación se realiza teniendo en cuenta la disponibilidad del personal para evitar sacar plántulas en exceso que pueden sufrir estrés o muerte. Para facilitar el transporte de las plántulas estas se agrupan en garbas las mismas que se mantendrán en agua para evitar el marchitamiento.

Trasplante

CIAT (1981), afirma que el trasplante es la operación por la cual se sacan las plántulas del semillero cuidadosamente y son trasplantadas en el arrozal del campo definitivo. Se trasplantan de 4 a 6 plantitas/golpe a un distanciamiento de 20 x 20 cm, 20 x 25 cm o de 25 x 25 cm, de acuerdo a la fertilidad del suelo. El recalce se realiza a los pocos días de haber realizado el trasplante. Si la edad del almacigo pasó el límite máximo recomendado de 35 días, se debe aumentar el número de plantitas/golpe. El trasplante se realiza con una lámina de agua no mayor de 5 cm de altura y con las pozas cerradas.

Riegos en el campo definitivo

CIAT (1981), menciona que el manejo del agua se inicia desde la preparación del terreno para una adecuada nivelación de las pozas y contar

con infraestructura de drenaje. Después de 3 a 5 días del trasplante se hará una "seca" y riegos alternados durante 12 a 15 días para facilitar el prendimiento, luego se realizarán riegos normales por espacio de 5 días, para luego dar pase al primer abonamiento nitrogenado (20 días de edad después del trasplante), el mismo que se hace con las pozas cerradas por espacio de 4 a 6 días. Después de los 4 a 6 días del primer abonamiento, se mantiene la poza con una lámina de agua y ésta se va aumentando de acuerdo al creciendo las plantas, considerando como regla general que la lámina de agua debe ser un 10% de la altura de la planta. A partir del máximo macollamiento, se puede aumentar la lámina de agua hasta 10 cm de altura y la panoja tenga coloración "verde limón" o hasta los 20 a 40 días antes de la cosecha, época en que se retira el agua.

VASQUEZ (1975), manifiesta que el volumen de agua que requiere el cultivo de arroz bajo el sistema de siembra convencional en la primera campaña es de 18,000 m³/ha.

Abonamiento

CIAT (1981), indica que es indispensable determinar las fórmulas de abonamiento adecuado para acrecentar los rendimientos. La elección de estas fórmulas debe hacerse teniendo en cuenta el máximo rendimiento que se puede obtener, lo que el suelo aporta y el costo del abono aplicado. Se conocen varios procedimientos para informar a los agricultores las cantidades de fertilizantes que deben aplicar a sus cultivos.

A continuación se propone un procedimiento que se basa en el hecho de que las plantas pueden obtener determinados porcentajes de los fertilizantes del suelo. Matemáticamente la dosis recomendada fue determinada por IBAÑEZ y AGUIRRE (1983), de acuerdo a la siguiente relación:

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

Dónde:

- Q = Dosis de nutrientes en kg/ha
Extr. = Extracción de nutrientes del suelo por el cultivo
S = Aporte de nutrientes por el suelo en kg/ha
F1 = Porcentaje de uso de nutrientes del suelo por la plata.
F2 = Porcentaje de uso de nutrientes del fertilizante inorgánico.

La extracción de nutrientes para el caso de 7 t de arroz es de 103 kg N, 32 kg de P₂O₅ y 119 kg de K₂O.

Porcentaje de fertilización para los diferentes nutrientes:

A continuación se describe los porcentajes recomendados para diferentes nutrientes:

Fuentes:	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
F1 Suelo (% del disponible presente)	40	10-40	40
F2 Eficiencia de la fertilización	30-70	20-30	50-80

Hay que cuidar las dosis de N a aplicar según las necesidades de cada parcela, para evitar el peligro de encamado muy frecuente en este cultivo,

y que reduce la producción o al menos encarece sensiblemente la recolección. El superfosfato triple se distribuye sobre el terreno en seco antes de inundar la parcela, incorporándolos con un pase de cultivador o grada de discos. También es posible aplicarlos en la parcela inundada, incorporándolos con un pase de fanguero. Cada vez se están utilizando más los abonos líquidos en suspensión. Aparte de la comodidad de uso, parece que hay una mayor y mejor absorción de N al principio, lo que da una nascencia más vigorosa y adelanto de unos días en el cultivo. La mayor absorción de nitrógeno y potasa coincide con el período de máximo ahijamiento, mientras que la de fósforo, magnesio y calcio, con la fase final del ahijamiento.

2.6.5 Control de malezas

CIAT (1981), indica que se realiza manejando adecuadamente el agua de riego y usando productos químicos similares a los recomendados para almácigos. Un descuido del control de malezas puede ocasionar serias pérdidas en los rendimientos. Por lo general las malas hierbas aparecen en los bordes y canales, los mismos que se deben limpiar inmediatamente. Otra actividad para evitar las malezas se deben utilizar herbicidas selectivos y sistémicos para gramíneas y de hoja ancha y para ello se pueden aplicar los post y pre emergentes hasta los 15 días de edad del almácigo, por ejemplo, se puede aplicar Saturn 5% GR a razón de 60 kg/ha con lámina de agua cuando la plantita tiene de 1 a 3 hojas. También se puede aplicar Arrosolo de 4 a 5

L/ha o Surcopur de 8 a 10 L/ha cuando las plantitas tienen de 1 a 3 hojas y el suelo debe estar en barro eliminando el agua.

CIAT (1981), manifiesta que en la lucha contra las malezas se establecen dos categorías: la lucha preventiva y la lucha curativa.

Lucha preventiva consiste en utilizar semillas limpias o indemnes de granos de adventicias, preparar bien el terreno, evitando la germinación de semillas de adventicias y tener en buen estado los canales y las cercanías de los arrozales.

Lucha curativa se produce usando técnicas de cultivo propiamente dichas o por vía química. La primera medida curativa es la escarda, que aunque un método eficaz, por desgracia exige una gran mano de obra sobre todo cuando hay que repetir varias veces la misma operación. La primera escarda se recomienda 20 a 30 días después de la siembra (3 ó 4 semanas) hasta 7 a 10 días antes del ahijamiento, lo que significa un arrancado manual de las malas hierbas o por medio de un instrumento manual que puede ser una azada, una horca, una escarbadora o una raedura japonesa. Los herbicidas se presentan en el mercado comercialmente en forma de polvos solubles, en forma líquida no aceitosa, en forma líquida aceitosa o mezclados con agua o emulsivos. Las modalidades de tratamiento para el uso de herbicidas pueden ser de preemergencia del arroz en el cual se aplica el producto antes de la siembra o entre la siembra y el brote de las adventicias. La otra modalidad es la pos emergencia, que se realiza después de la brotación, se hacen cuando las jóvenes plantas presentan un desarrollo determinado por el número de hojas.

2.6.6 Plagas y enfermedades

CIAT (1981), refiere que debemos ser conscientes que el control de plagas y enfermedades debe ser oportuno combatiéndolos desde el momento en que aparecen o tomando medidas preventivas para reducir nuestros costos de producción y para ello se debe usar semillas certificadas de semilleros reconocidos, tratamiento de la semilla, controlar las malas hierbas oportunamente y manejar correctamente el agua de riego. En el país tenemos una amplia gama de insectos y plagas que causan daños al cultivo de arroz y pueden ser transmisores de virus o enfermedades.

A. Plagas

CIAT (1981), indica que el control de plagas se hará a partir de los 8 días de edad del almácigo para masticadores, minadores y chupadores de hojas, utilizando productos químicos como Tamarón a razón de 1 L/ha, Curater 5% GR de 15 - 20 kg/ha y se aplica en los almácigos después de los 8 a 10 días de voleada la semilla. En general, son insectos devoradores de los órganos aéreos, que atacan los limbos de las hojas jóvenes, los cuales se denominan orugas trepadoras o destructoras de plantas tiernas y tienen como plaga principal las del género *Spodoptera*; estas orugas son por lo general, nocturnas y durante el día se esconden en la base de las plantas y entre los restos de materia vegetal, donde pasan el día a ras del agua, salen de noche y ascienden a las hojas de las que se alimentan. Las crisálidas de las espodópteras tienen lugar tanto por debajo como por encima del nivel del agua de riego.

CIAT (1981), indica también que otro método que permite limitar los daños e impedir su extensión cuando el arrozal ha sido atacado, es haciendo un cambio rápido del agua almacenada en las melgas. Los insectos minadores de las hojas se pueden agrupar en dos categorías:

Grandes minadores de las hojas entre los que se destacan los coleópteros crisomélidos y los dípteros que atacan las plantas en los viveros principalmente.

Insectos que causan daños en las hojas y las panículas, depositan e introducen sus huevos en el tallo y atacan las hojas nuevas y las panículas en formación. Los medios de lucha contra los insectos devoradores de las plantas jóvenes de las hojas y de las panículas en formación se realiza con lucha química, usando insecticidas la cual resulta eficaz siempre que se realice a tiempo y que se hagan las aplicaciones adecuadas y oportunas según el insecto de que se trate.

CIAT (1981), reporta que otro método eficaz es la lucha psicológica utilizando especies fitófagas de los parásitos de las categorías descritas más arriba. El mejor método contra las plagas de insectos es usando variedades resistentes.

B. Enfermedades

CIAT (1981), propone que para su control se deben utilizar variedades resistentes o tolerantes a las principales enfermedades del cultivo como el “quemado de arroz” (*Pyricularia grisea*), a la “hoja blanca” (VHB,

transmitido por *Togamosodes oryzicola*) y a “mancha carmelita” (*Bipolaris oryzae*). También se pueden usar fungicidas como Hinosan 500 EC 0,8 a 1 L/ha, Antracol 70 PM 1 kg/ha, Folicur 250 EW 0,5 L/ha o Kasumín 1-2 L/ha y se aplican al follaje al inicio de los síntomas de la enfermedad, con éstos productos se pueden controlar además otras enfermedades del cultivo.

2.6.7 Cosecha

CIAT (1981), informa que como todos los cereales, el arroz puede ser cosechado efectuándose solamente la trilla del grano con cáscara. La costumbre más generalizada consiste en hacer segado y trillado de manera simultánea, haciendo una combinación de las dos operaciones. La trilla del grano con cáscara tiene por objetivo separar el raquis y pedicelos de la panícula dejando el grano provisto de su envoltura sin separar la cariósida de la grano. Los métodos de cosecha que se proponen son como sigue:

Recolección manual: Es el método más comúnmente practicado ya sea sembrando arroz en riego o seco. La cosecha de arroz se efectúa después de la desecación más o menos completa del arrozal, pero con la variante de corte de un país a otro, cuyo rango va desde 0,10 hasta 0,60 m por encima del suelo.

Recolección mecánica: La cosecha mecánica de arroz se practica cada día más, a pesar de que se corre el riesgo de que se produzca el desgrane de las panículas al momento del corte o que por falta de equipo en el momento óptimo de cosecha, lo que produce un secado muy alto que facilita el

desgrave en el campo. La recolección con cosechadora es una operación compleja que realiza una máquina en el campo y las más elementales son: la siega que consiste en reunir la cosecha, el transporte y el abastecimiento de la parte trilladora del aparato. La segunda operación es la trilla, que consiste en la separación del paddy (arroz con cáscara) y de la paja, por último la operación final es la limpieza ensacado y almacenamiento del grano paddy limpio.

2.6.8 Secado

CIAT (1981), manifiesta que el paddy una vez cosechado debe ser trillado; la trilla es a veces realizada con una operación combinada con el corte, en el caso de usar una máquina cosechadora. En otros casos se procede a realizar la cosecha y la trilla con un secado previo del paddy antes de desprenderlo de la panícula, que es siempre el secado natural. Los métodos de secado están limitados por la naturaleza propia del material vegetal a secar y se diferencian unos de otros en función de las condiciones geográficas y climáticas y de las posibilidades humanas.

2.6.9 Rendimientos promedios

CIAT (1981), reporta valores promedio sobre los componentes de rendimiento: el número de macollo por planta oscila de 10 a 20 macollos, el número de panojas por golpe oscila entre 12 a 20 panojas, en el caso del número de espiguillas por panoja se encuentra entre 100 a 200 granos, y el peso de 1000 granos se entre 20 a 30 g, obteniendo como rendimiento promedio entre 6 a 8 t/ha.

INIA (2005), indica que los rendimientos promedios bajo el sistema convencional alcanzados con la variedad “La Conquista” en las localidades de Bagua, Bellavista y Juan Guerra oscilan de 6 a 8 t/ha.

ACOSTA y BETEMI (2006), informan que encontraron un promedio de 120 espiguillas fértiles por panoja en el sistema de labranza convencional.

2.7. Manejo del cultivo de arroz bajo el sistema intensivo (SIR)

GIL (2008), indica que el SIR (siglas en inglés) o SICA (en Español) es un sistema desarrollado en Madagascar por un cura agrónomo H. Laulanie con amigos y estudiantes. Su propósito fue mejorar la calidad y seguridad de vida para toda la gente en Madagascar, que dependía del suelo para su supervivencia, sistema que fue ignorado por muchos años. Posteriormente, N. Uphoff en el 2001 después de conocer el sistema y corroborar los altos niveles de producción, empezó a difundir el sistema SIR o SICA.

2.7.1 Sistema de siembra por trasplante

LAULANIE (1983), manifiesta que este sistema intensivo fue descubierto por casualidad entre 1983 y 84, debido a la escasez de tiempo, un almácigo pequeño tuvo que ser usado 2 veces en un mes, trasplantándose plántulas de 16 días a 1,500 m de altitud. A causa del crecimiento robusto del tallo resultaron muchas emergencias (más de 20 hijuelos o macollos por planta), este promedio fue adoptado como máximo. En trasplantes más jóvenes (9 a 12 días) produjeron tallos más robustos, 40 a 80 macollos por

planta; por lo tanto, comenzó este innovador sistema intensivo de cultivo de arroz. Los primeros en utilizar y desarrollar este sistema fueron los campos típicos cultivados de arroz y esto fue adoptado con éxito en todos los lugares de Madagascar. El trasplante de plántulas de 10 días requiere de buen drenaje del campo. Pero el método puede ser adaptado de tal manera que se ajuste a la mayoría de circunstancias de siembra (para siembra directa los principios tienen que ser modificados, aun no habiendo trasplante, el método puede aplicarse).

BERKELAAR (2001), indica también que el SIR involucra el uso de ciertas prácticas de manejo, las cuales conjuntamente proveen mejores condiciones de crecimiento para las plantas de arroz, particularmente en la zona de las raíces que aquellas cultivadas bajo prácticas tradicionales. Con el sistema innovador, el suelo es mantenido húmedo pero no saturado durante el período de crecimiento vegetativo, asegurando que más oxígeno está disponible en el suelo para las raíces. Ocasionalmente (quizás una vez a la semana) debería dejarse secar el suelo hasta el punto de rajarse. Esto permitirá la entrada del oxígeno al suelo y también inducirá a las raíces a crecer. En condiciones no inundables combinado con deshierbo mecánico, el resultado es más aire en el suelo y mayor crecimiento de raíces, significando que el resto de la planta tendrá acceso a más nutrientes.

2.7.2 Preparación del almácigo e inicio de plántulas

LAULANIE (1983), enfatizó que el almácigo para el crecimiento de plántulas no debe ser tenida en cuenta como un campo en miniatura, ni

mantenida en inundación; más bien debe ser tratado como "jardín", donde el suelo es mantenido húmedo pero no saturado, regar a mano es suficiente, siempre y cuando no haya suficiente lluvia para mantener la humedad en el suelo y para las plántulas. Con el sistema innovador el almácigo es completamente pequeño, puede ser una fracción del campo a ser trasplantada. Los siguientes pasos son recomendados para un método de cama seca modificado, desarrollo de almácigos para las plántulas del sistema innovador. Este autor propone el siguiente procedimiento:

1. Las semillas de arroz deben ser remojadas en agua por 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 a la germinación.

2. La cama debe ser preparada tan cerca posible al terreno definitivo, para minimizar el tiempo de transporte entre el sacado de las plántulas y su trasplante.

3. Aplicar urea a una proporción de 100 g de urea por m².

4. Sembrar al voleo las semillas pre-germinadas sobre la cama en una proporción de 75 g por cada m² y luego cubrir las semillas con una capa de tierra.

5. Regar la cama cada día en las tardes o tan a menudo como sea necesario para mantener un nivel moderado de humedad en el suelo. El suelo no debe estar saturado o mantenido continuamente húmedo. Si durante el día hubo lluvia ningún riego será necesario. La cantidad necesaria de agua depende mucho si el suelo está a capacidad de campo, esto se puede

comprobar cogiendo un puñado de sustrato y comprobar que no chorrea agua.

6. Las semillas no deben ser sembradas todas en el mismo tiempo. En su lugar, lotes apropiados en días sucesivos, así las plántulas cuando estén en campo estarán en edad uniforme todas entre 10 a 16 días.

2.7.3 Preparación del suelo

LAULANIE (1983), indica que la preparación del suelo no requiere pasos especiales, aunque el suelo debe estar bien drenado para conseguir buenos resultados con cualquier método de cultivo de arroz, para esto se puede considerar pasar arados y rastras.

2.7.4 Saca de plántulas

UPHOFF (2001), recomienda que las plántulas deben ser sacadas suavemente con una paleta en lugar de ser jalados. Es importante que la cáscara de la semilla se mantenga pegada a la raíz tierna. Las plántulas deben ser removidas de la cama como si uno cortara césped para propósitos de un parque. El cortado del césped debe luego ser humedecida y una simple plántula (con dos hojas) debe ser suavemente removida del corte con el dedo pulgar y el índice. Cuando trasplanten las plántulas, la raíz debe ser echada horizontalmente, para que así la forma de la planta (incluida la raíz) se parezca a la letra L, con la punta de la raíz capaz de crecer fácil y rápidamente hacia abajo. Las plántulas deben ser siempre trasplantadas del almácigo al campo dentro de ½ hora y preferentemente antes de los 15 minutos. Nunca

debe permitirse secar las raíces, estas no deben ser manejadas bruscamente o maltratadas con la palma de la mano (como lo hacían los agricultores de Madagascar antes de la innovación).

2.7.5 Trasplante

UPHOFF (2001), refiere que el trasplante debe ser hecho cuando las plantas tienen dos hojas y antes de que tengan más. Esto ocurre usualmente entre los 8 y 16 días. Para sembrar un modelo de cuadrado uniforme con regular espacio es usualmente mejor comenzar con el uso de líneas (cuerdas o sogas) amarradas entre palos al borde del campo, espaciadas 25 x 25 cm (30 x 30; 40 x 40, 50 x 50 si el suelo es fértil y bien drenado). Las líneas deben ser marcadas (o anudadas) a intervalos similares que coincidan con el ancho de las líneas entonces si habrá un espaciamiento uniforme que facilite el deshierbo. El espaciamiento es una variable a ser ensayada y evaluada. Es usual comenzar con 25 x 25 cm de espaciamiento posiblemente incrementando la distancia entre plantas a medida que los agricultores ganen experiencia y confianza. Los agricultores, están a menudo preocupados cuando siembran, por la muerte de algunas plantas. En la práctica con el sistema innovado bien aplicado encontraremos, muy poca mortalidad quizás un 2% por lo tanto no vale la pena el esfuerzo de reemplazarlas (recalce), en la medida que las plantas del alrededor crezcan más vigorosas para tomar ventaja del área abierta. Los agricultores que están preocupados deben sembrar algunas plántulas a lo largo del borde del campo que ellos pueden poner dentro, cuando hay un espacio vacante al momento del primer deshierbo.

2.7.6 Riegos

UPHOFF (2001), manifiesta que poco ha sido escrito acerca de la aplicación del agua y manejo por si, posiblemente porque ha habido poca experimentación y evaluación sistemática. La importancia de mantener el suelo no saturado, para conseguir más aire para la raíz de las plantas es evidente. La adición de agua debe ocurrir cerca de una semana después del trasplante y luego del primer deshierbo (usando la rueda dentada), debe ser hecha después de que el suelo está lo suficientemente húmedo. Si hay lluvia intermitente suficiente para mantener la humedad del suelo, no son necesarias adiciones de agua. El mejor momento para añadir agua es antes de los deshierbos periódicos. Durante la fase de crecimiento, aproximadamente durante los 3 primeros meses, el agua debe ser aplicada a los campos solo con propósitos de deshierbo, siendo dejados para que se sequen hasta aún el quebrado de la superficie. Esto contribuirá a la aireación del terreno. Este secado debe ser hecho al menos 3 a 4 veces antes de la fase de floración e iniciación panicular (formación de la panoja o punto de algodón). El mismo autor indica que con este sistema innovador, el arroz es mantenido con riego intermitente durante la fase de crecimiento del ciclo biológico. Aplicándose riego solamente para mantener el suelo húmedo y aun permitiéndose secar por periodos de 3 a 6 días. Esta práctica se realiza para mantener el suelo bien aireado, así se favorece el crecimiento de las raíces. Sólo después de la floración comienza la inundación con 1 a 2 cm de lámina de agua siendo mantenida sobre el campo continuamente durante la fase productiva. Cerca de 25 días antes de la cosecha los suelos son drenados. Es

una práctica que está de acuerdo con todos los métodos del cultivo de arroz bajo riego.

2.7.7 Abastecimiento de nutrientes

UPHOFF (2001), informa que este innovador sistema se ha realizado en los suelos de Ranomafana que es uno de los más pobres del mundo, de acuerdo a los estudios hechos por la Universidad Estatal de Carolina del Norte. La opinión uniforme es: “donde los suelos son intrínsecamente tan bajos en fertilidad la única solución es añadir fertilizantes orgánicos”. Las dos principales restricciones de fertilidad de suelo alrededor de Ranomafana, son bajos niveles de nutrientes y alta acidez. Estas limitaciones no pueden ser realísticamente manejados por tecnologías de bajos insumos, plantas pobres en residuos de nutrientes y estiércol. Hemos encontrado que con el sistema innovador SIR y ensayos con fertilizantes inorgánicos en suelos con baja acidez y moderada fertilidad los agricultores están triplicando sus niveles de productividad. Sin embargo se pueden considerar los estándares que se utiliza en el sistema convencional.

2.7.8. Deshierbo

UPHOFF (2001), indica que en esta práctica uno debe usar el deshierbo para conseguir mejores efectos tanto para remover la mala hierba como la aireación del suelo. La práctica de trasplantar plántulas en un patrón cuadrado (25 x 25 cm), permite el deshierbo en ambas direcciones, arriba abajo en filas y a través de ellas (en cruz). Esto debe ser hecho hasta el

crecimiento, lo que hace difícil pasar entre ellas. Nosotros podemos mostrar los beneficios del deshierbo con los resultados de los agricultores usando el sistema innovador en Ambatovaky durante 1997-98 comparando productividades con el número de deshierbos realizados bajo el sistema convencional (suelos bien drenados), hubieron significativos beneficios haciendo mucho más de dos deshierbos, añadiéndose alrededor de 2 t/ha, por cada deshierbo adicional. Dos agricultores no deshierbaron y lograron 6 t/ha, 8 agricultores hicieron solo 1 deshierbo y lograron 7,7 t/ha; los 27 agricultores que hicieron 3 deshierbos promediaron 9,1 t/ha y los 15 que hicieron 4 deshierbos consiguieron 11,8 t/ha. Esta información nos da justificación y estimula para hacer más deshierbos que el número recomendado.

2.7.9 Control de plagas y enfermedades

UPHOFF (2001), manifiesta que los problemas de insectos y enfermedades parecen ser menores con el sistema innovador, quizás porque los campos son mantenidos menos húmedos. Es conocido que plantas más sanas y vigorosas tienen mayor capacidad para resistir los ataques de insectos y enfermedades. Nosotros tenemos presente que los agricultores usando cualquiera de sus conocimientos, con el sistema innovador superarán cualquier peste o enfermedad que puedan afectar sus cosechas. El sistema innovador focaliza la atención de sus esfuerzos en conseguir plantas de arroz bien establecidas en el suelo y apoyar el incremento activo de sus raíces durante el período vegetativo. Nosotros discutiremos como

debe ser manejado el cultivo de arroz durante sus últimos meses y semanas. La estrategia de manejo de agua cambia una vez que la floración comienza, con una delgada capa de agua (1 a 2 cm) siendo mantenida sobre el campo continuamente, aunque puede haber algunas interrupciones en estas prácticas.

2.7.10 Cosecha

UPHOFF (2001), refiere que el sistema innovador como cualquier cultivo de arroz, excepto que se tiene mucho más arroz para cosechar, hace que la tarea del agricultor sea mucho más difícil, por lo que se realiza en forma manual, cortando los tallos con hoz a 10 cm del suelo; la trilla se realiza inmediatamente después de cortadas las plantas empleando mantas, con ayuda de un tronco delgado se golpean (azote) para desprender los granos, luego son llevados en sacos identificados con sus claves, posteriormente se llevaron a la “era” para el secado por un lapso de 4 horas aproximadamente, luego se venteará para separar las impurezas de la cosecha.

2.7.11 Rendimientos alcanzados

BERKELAAR (2001), indica que los rendimientos promedios alcanzados bajo el sistema innovador intensivo, los productores de Madagascar encontraron rendimientos 8 t/ha considerando que son suelos muy pobres, en algunos casos se han obtenido 10 a 15 t/ha y unos pocos han logrado 20 t/ha.

LAULANIE (1983), reporta valores en promedio sobre los componentes de rendimiento: el número de macollo por planta oscila entre 40 a 90 macollos, el número de panojas por golpe oscila entre 20 a 40 panojas, el número de espiguillas por panoja se encuentra entre 200 a 400 granos y el peso de 1000 granos oscila entre 22 a 36 g, obteniendo como rendimiento promedio entre 12 a 15 t/ha.

2.8 Notas científicas

UPHOFF (2001), comenta las siguientes notas científicas:

2.8.1 Plántulas muy jóvenes, producen buen macollamiento

Según este autor, es una característica de las gramíneas la programación de emergencia en los tallos y si estos tallos secundarios, renuevos, hijuelos o macollos no emergen en su debido tiempo, cualquiera que sea la causa, nunca serán emitidos, "Los macollos que no aparecen en el debido lugar y en su debido tiempo nunca aparecerán". Como todo macollo en su turno soportará otros brotes los cuales llevan otros, si uno se pierde, la pérdida es exponencial. Esto ocurre cuando el arroz se trasplanta después de 16 días y cuando otras prácticas de manejo no son óptimas para el crecimiento de las plantas. El primer macollo muere o está inhibido por la congestión de plántulas en el almácigo por exceso de agua, por violenta extracción que corta el largo de las raíces, dañando algo del sistema radicular por su permanencia muy larga fuera del suelo antes de ser trasplantado o una vez en el campo por un trasplante muy profundo. Por otro lado, trasplantando plántulas de 10 días

de edad, se está ejecutando antes de la emergencia del primer macollo que crece en el tallo primario. La plántula tiene tiempo para restablecerse a sí misma en el campo y la formación del tallo comienza a ser óptima. Los primeros macollos están entonces en mejores condiciones para prosperar y dar origen o todos sus posibles descendientes. Plantas vigorosas de arroz comienzan a ser posibles. A menudo la extracción y trasplante son tan brutales que muchos otros macollos primarios pueden perderse con el resultado de solamente dos o cuatro tallos por planta individual. Entonces trasplantar antes de la emergencia de los primeros brotes permite obtener plantas mucho más vigorosas. La alternativa común es que los primeros macollos y toda su producción este perdida. Trasplantando, temprano puede direccionarse las plantas a tener 50 a 80 macollos, así como otras prácticas pueden reducir este número potencial de macollos a las dos terceras partes o más.

2.8.2. Oxigenación, energía frente a la acidez

El mismo autor UPHOFF (2001), señala que es incorrecto creer que el arroz crece mejor en agua, porque el arroz toma oxígeno a través de sus raíces y usa el oxígeno (O_2) en la producción de energía. Este proceso de producción ocurre en las celdas mitocondrias donde el oxígeno juega un gran rol en cada una de las tres fases del metabolismo:

- En el catabolismo que quiebra los sustratos y libera la energía almacenada.
- En el metabolismo que se balancea los fragmentos (H^+ sobre todo).

- En la síntesis de adenosina trifosfato (ATP es una fuente inmediata de energía, para el trabajo celular) que acumula y libera energía (es un nucleótido formado por adenosina y tres grupos fosfato). El ATP tiene dos enlaces de alta energía. Se llama enlace de alta energía porque ceden fácilmente un alto porcentaje de su energía más que cualquier otro enlace químico).

2.8.3. Calor

Asimismo, UPHOFF (2001), indica que secar el campo durante el macollaje también reduce la pérdida de energía calórica del sol, mucho de lo cual es reflejada sobre la superficie del agua estancada. El arroz como cualquier planta crece más rápidamente con el calor. Los agricultores de California (con radiaciones solares equivalentes a los de Arequipa) han informado, que por esta razón, que dejan sus campos secos en las tardes.

2.8.4. Luz y espaciamiento

De la misma forma UPHOFF (2001), indica que cuando no hay ningún factor limitante el término del macollamiento es determinado por la creciente competencia por la luz, dentro y entre el crecimiento. Cuanto más apretado es el crecimiento, el sombrero mutuo ocurrirá y obstruirá la fotosíntesis y la consecuencia falta de hidratos de carbono (energía) para el crecimiento. Por otro lado, el amplio espaciamiento permite mayor desarrollo y cada planta tiene espacio vital necesario para acceder a mayor cantidad de nutrientes. Es

por esto que plantas de arroz espaciadas 40 x 40 cm logran el doble de macollos (hijuelos) a los espaciados 25 x 25 cm.

2.8.5. Sinergia

Así mismo UPHOFF (2001), menciona que aun cuando el sembrado temprano y oxigenación de la raíz son los mayores factores, los cuatro principios de este sistema de trasplante temprano juntos tienen una poderosa sinergia. Ellos combinan efectos que soportan la economía de la planta. Cada uno de ellos conforman el principio básico físico de la menor acción, por lo cual pueden producir más y mejor: a menor edad de trasplante, menor densidad, menos deshierbo, menos agua, todo orienta a mayor productividad. En la práctica, los cuatro principios se complementan unos con otros. Pequeñas plantas requieren drenaje antes del trasplante. Mayor espaciamiento facilita el deshierbo. El deshierbo oxigena el suelo como lo hace el drenaje.

2.8.6. Potencia y liberación del factor de bloqueo

UPHOFF (2001), sugiere que este sistema trae producción de arroz a un potencial superior. El tamaño de las plantas y de sus raíces hace obvio llevarse por una modificación cualitativa. Estas modificaciones usualmente provienen de sobrepasar ciertos factores de bloqueo, la liberación de la dinámica interna y permitiendo una mejor utilización de la propia energía:

- Trasplantando muy temprano se evita la disminución del crecimiento de las planta.

- La oxigenación de las raíces mitigan los obstáculos de la permanente inmersión.

El arroz tiene un potencial escondido el cual es usualmente bloqueado, pero que puede ser liberado. Su propia actividad biológica puede funcionar más eficientemente. Este sistema de trasplante temprano revela su potencial de una manera ejemplar.

2.9 Componentes del rendimiento del cultivo de arroz

2.9.1 Número de panojas por metro cuadrado

LAULANIE (1983), menciona que el número de macollos formados 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. Con este sistema innovador y con ensayos realizados se ha podido obtener fácilmente 50 macollos por plantas y, en algunos casos y con mejores prácticas se obtuvo hasta 100 macollos por planta; al mismo tiempo se obtuvieron 20 a 40 panojas por planta.

UPHOFF (2001), indica una manera de producir mayor cantidad de macollos por planta realizando el trasplante de plántulas antes de los 16 días y tan temprano como 8 y 10 días, cuando solamente se tenga 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, 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 removida 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 tenderla 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.

2.9.1 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 de 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 prerrequisito para obtener altos rendimientos, considerándose normal para el arroz la ocurrencia del 10 al 15% de granos vanos.

LAULANIE (1983), indica que con el sistema innovador se alcanza a producir de 200 a 400 granos por panoja, alcanzando rendimientos de 12 a 15 t/ha.

2.9.3. Peso de 1000 semillas de arroz

LAULANIE (1983), indica que 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 en zonas 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 cáscara, este valor puede oscilar entre 22 y 36 g.

2.10 Descripción del arroz cv. 'La Conquista'

HERNÁNDEZ (1969), describe al arroz cv. 'La Conquista', de la siguiente manera:

Origen	:	Perú-Programa de Arroz INIA- 507
Cruces	:	PNA 2394-F2-EP4-6-6-AM-VC1
Altura de planta	:	100 cm
Periodo vegetativo	:	130 días
Largo de grano sin cáscara	:	7,3 mm
Peso de 1000 granos	:	28,5 g

Rendimiento total de pila	:	74%
Rendimiento potencial	:	9,6 t/ha
Traslucencia de grano	:	95%
Grano entero	:	64%
Grano quebrado	:	10%

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

3.1.1. Ubicación

La investigación se ejecutó en el Fundo Agrícola 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, entre los meses de abril a agosto del año 2012, ubicado a 1,5 Km de la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. De acuerdo a la clasificación de HOLDRIDGE (1987); corresponde a un clima de bosque muy húmedo tropical (bmh-t), con una temperatura media de 25,3° C cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

UTM	:	8969849,07
18L	:	390636,56
Altitud	:	669,50 msnm

3.1.2. Descripción del área experimental

El suelo experimental consistió en un área de 1219 m², distribuida en bloques de 265 m² y parcelas de 25 m²; los drenes de riego fueron ubicados a lo largo de cada bloque y que operaron por medio de gravedad.

3.2. Datos meteorológicos

En el Cuadro 1, se presentan los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Meteorológica “José Abelardo Quiñonez” de Tingo María, correspondiente a los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto del año

2012. Las características climáticas donde se llevó a cabo el experimento, fue una temperatura promedio de 20 a 30° C, 134 mm de precipitación, 85% de humedad relativa y 191 de horas sol durante el desarrollo del cultivo de arroz, las cuales son condiciones que están dentro del rango adecuado.

Cuadro 1. Datos meteorológicos durante le ejecución del experimento

Año	Mes	Temperatura (°C)			PP (mm)	H.R. (%)	Horas sol
		Máxima	Mínima	Media			
2012	Abril	30,10	20,70	25,40	357,10	86,00	140,50
	Mayo	30,70	20,30	25,50	79,80	85,00	194,10
	Junio	30,10	19,80	24,90	150,20	85,00	203,70
	Julio	29,90	18,90	24,40	49,40	85,00	209,70
	Agosto	30,90	19,30	25,10	35,60	83,00	208,20
Total		151,70	99,00	125,30	672,10	424,00	956,20
	Promedio	23,34	19,80	25,06	134,42	84,80	191,24

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María (2012).

3.3. Análisis físico – químico del suelo experimental

El Cuadro 2, nos revela que el suelo experimental se caracteriza por ser de textura franco, moderadamente ácido (pH= 4,89), con un bajo contenido de materia orgánica (0,99%), N – total bajo (0,04%), alto contenido de fósforo (25,69 ppm) y alto contenido de K₂O (401,49 kg/ha), muy bajo en CICE (3,91 meq/100 g) (IBAÑEZ y AGUIRRE, 1983).

Cuadro 2. Análisis físico - químico del suelo experimental.

Parámetro	Unidad medida	Cantidad	Método
Análisis físico			
Arena	%	45,68	Hidrómetro
Limo	%	27,71	Hidrómetro
Arcilla	%	28,01	Hidrómetro
Clase textural		Franco	Triángulo textural
Análisis químico			
pH		4,89	Potenciómetro
Materia orgánica	%	0,99	Walkley y Black
N-Total	%	0,04	Micro Kjeldahl
P	Ppm	25,69	Olsen modificado
K ₂ O	K/ha	401,49	Ácido sulfúrico 6N
CaCO ₃	%	0,00	Gasovolumétrico
CIC y cationes cambiables			
CIC	Cmol ⁺ /k suelo	3,51	Acetato de amonio 1N pH 7.0
Ca ⁺⁺	Cmol ⁺ /k suelo	2,58	EAA
Mg ⁺⁺	Cmol ⁺ /k suelo	0,93	EAA
K ⁺	Cmol ⁺ /k suelo	0	EAA
Na ⁺	Cmol ⁺ /k suelo	0	EAA

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo de la UNAS-Tingo María (2012).

3.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado es el Bloque Completamente al Azar, (DBCA) con arreglo factorial (3A x 3B) y cuatro repeticiones. Los promedios de las características evaluadas se sometieron a un análisis de variancia (ANVA) en el programa SAS y a la comparación de medias de Duncan ($\alpha=0,05$).

3.5. Componentes en estudio

Variedad de arroz 'La Conquista' (INIA – 507).

Factores en estudio

Factor A	:	Edad de trasplante (ddg).
a ₁	:	10 días
a ₂	:	13 días
a ₃	:	16 días
Factor B	:	Número de plantas por golpe
b ₁	:	1 planta
b ₂	:	2 plantas
b ₃	:	3 plantas

3.6. Tratamientos en estudio

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos usados en el ensayo

Tratamientos	Claves	Edad de trasplante (ddg)	Nº plantas/golpe
T ₁	a ₁ b ₁	10 días	Con una planta.
T ₂	a ₁ b ₂	10 días	Con dos plantas
T ₃	a ₁ b ₃	10 días	Con tres plantas.
T ₄	a ₂ b ₁	13 días	Con una planta.
T ₅	a ₂ b ₂	13 días	Con dos plantas.
T ₆	a ₂ b ₃	13 días	Con tres plantas.
T ₇	a ₃ b ₁	16 días	Con una planta.
T ₈	a ₃ b ₂	16 días	Con dos plantas.
T ₉	a ₃ b ₃	16 días	Con tres plantas

ddg: días después de la germinación.

3.7 Modelo aditivo lineal del análisis individual

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

Dónde:

Y_{ijk} = Es la respuesta que se obtendrá 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-ésima edad de la planta 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-ésima edad de la planta 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, 3,4 bloques o repeticiones.

3.8. Esquema del análisis de variancia

Cuadro 4. Esquema de análisis de variancia para los tratamientos en estudio

Fuentes de variación	Grados de Libertad
Bloques	3
Tratamientos	8
A	2
B	2
A x B	4
Error experimental	24
Total	35

3.9. Características del campo experimental

Dimensiones del campo experimental:

- Largo : 53,0 m
- Ancho : 23,0 m
- Distanciamiento entre bloques : 1,0 m.
- Distanciamiento entre parcelas : 1,0 m
- Área total del experimento : 1219,0 m².

Bloques:

- Número de bloques : 4
- Largo de bloque : 53,0 m
- Ancho de bloque : 5,0 m
- Área de bloque : 265,0 m²

Parcelas

- Número de parcelas/bloques : 9,0
- Total de parcelas : 36,0
- Largo de la parcela : 5,0 m
- Ancho de la parcela : 5,0 m
- Área de la parcela : 25,0 m²

3.10. Características a evaluar y metodología

3.10.1. Número de panojas por metro cuadrado

Se determinó en base a la parcela neta, considerándose panoja a la inflorescencia femenina fecundada. De cada parcela neta se contó los números de panojas por metro cuadrado y se promedió por el número de golpes en el metro cuadrado, el momento del conteo fue poco antes de realizar la cosecha (5 días antes).

3.10.2. Número de espiguillas fértiles por panoja

Esta característica se determinó en base a tres panojas por parcela neta (metro cuadrado) por simple conteo para luego promediarlo, 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.

3.10.3. Peso de 1000 granos

Fue determinado en tres muestras de panojas de la parcela neta (1 m²), al 14% de humedad, pesando en balanza de alta precisión en el Laboratorio de Semillas de la UNAS registrando el peso por cada pesada de 1000 granos y posteriormente se promedió.

3.10.4. 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 secaron hasta el 14% de humedad y luego llevados a t/ha. Inicialmente la

humedad de los granos fue de 25% y para alcanzar el 14% se hicieron secar por dos días a pleno sol.

3.11. Ejecución del experimento

3.11.1. Pre germinado

El pre-germinado de semilla se realizó el 30 de marzo del 2012, remojando 24 horas en chorro de agua continua, para luego al día siguiente enterrarlo por 48 horas con la finalidad de aumentar la temperatura del medio ambiente y favorecer a la germinación, para ello se utilizó 0,450 kg de semillas de la variedad 'La Conquista', que fue adquirida del FUNAS 1.

3.11.2. Almacigado

La cama almaciguera se preparó el 31 de marzo del 2012, se utilizó un área de 6 m² ubicado cerca al campo definitivo para facilitar el trasplante. Se preparó el terreno removiendo el sustrato con pala y azadón a mano aplicando 600 g de urea al voleo. Una vez que se hizo visible el coleóptilo de la semilla, se realizó la siembra al voleo el 02 de abril del 2012.

a) Riego en almácigo

La siembra de la semilla se hizo en terreno con capacidad de campo y se conservó en esas condiciones con riegos alternados hasta el sexto día para favorecer el prendimiento y desarrollo de la plántula, luego se

mantuvo en capacidad de campo hasta la saca, se protegió con malla para el cuidado de las aves.

b) Deshierbo

Se realizó en forma manual tantas veces que fueron necesarios, hubo poca presencia de malezas. La maleza común fue el “moco de pavo”, no se utilizó ningún producto químico.

3.11.3. Campo definitivo

a) Muestreo del suelo

La muestra de suelo para el análisis correspondiente, se tomó del área experimental (fundo agrícola 1) con un muestreador tipo “tornillo” a una profundidad de 20 cm en forma de zig-zag, se tomaron 3 sub muestras, se secaron bajo sombra y posteriormente homogenizadas haciendo un total de 1 kg y llevadas al Laboratorio de Suelos de la UNAS.

b) Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 10 de abril del 2012, se utilizó el tractor Shangai – 540, con una pasada de arado y dos pasadas de rastra, posteriormente se realizó la demarcación de las parcelas utilizando cordel, rafia, estacas y winchas.

c) Saca de plántulas

Para realizar el trasplante las plántulas fueron extraídas suavemente de la cama de almácigo para ello se removió el suelo con ayuda de un azadón, se evitó de esta manera que las plántulas sean jalados, la saca se realizó con el dedo índice y el dedo pulgar de manera que mantenga la cascara de la semilla pegada a la raíz tierna. Esta labor se realizó a los 10, 13 y 16 días después de la siembra en el almacigo para luego ser trasplantadas con 1, 2 y 3 plántulas por golpe según los tratamientos en estudio.

d) Trasplante

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

- Trasplante a los 10 días de edad, el 12/04/2012.
- Trasplante a los 13 días de edad, el 16/04/2012.
- Trasplante a los 16 días de edad, el 19/04/2012.

Las plántulas fueron sembradas con 1, 2 y 3 plantas por golpes según tratamiento en estudio. El distanciamiento utilizado fue de 25 x 25 cm a una profundidad de 3 cm, para ello se trasplantó las plántulas con la raíz echada horizontalmente haciendo que la plántula se parezca a la letra L, con la finalidad de que la punta de la raíz crezca de manera fácil y rápidamente hacia abajo. Todo el proceso de trasplante se realizó dentro de los 15 a 20 minutos después de la saca de plántulas evitando en todo momento que las raíces se sequen.

e) Fertilización

Para determinar la fórmula de abonamiento se tuvo en cuenta el rendimiento de 16,000 kg de arroz chala o paddy y el análisis de suelo. Se empleó la fórmula 330-200-222 kg de N, P₂O₅, K₂O, respectivamente obtenida de acuerdo a la necesidad de nutrientes del cultivo y al análisis de suelo. 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). Todo el fósforo se aplicó a la preparación del terreno, el potasio y el nitrógeno se aplicó fraccionado en 3 partes, la primera a los 7 días del trasplante, la segunda a los 30 días después del trasplante, el tercero coincidiendo con el inicio del encañado (punto de algodón) a los 63 días. Todos los tratamientos recibieron el mismo nivel de fertilización.

Matemáticamente la dosis recomendada fue determinada por la siguiente relación (IBAÑEZ y AGUIRRE, 1983).

$$Q = \frac{(\text{Extr} - SF1)}{F2}$$

Dónde:

Q = Dosis de nutrientes en kg/ha

Extr. = Extracción de nutrientes del suelo por el cultivo

S = Aporte de nutrientes por el suelo en kg/ha

F1 = Porcentaje de uso de nutrientes disponibles en el suelo.

F2 = Porcentaje de uso de nutrientes del fertilizante inorgánico.

La extracción de nutrientes, considerando un rendimiento de 7 y 16 t/ha es como sigue:

Para 7 t/ha : 103 – 32 y 119 kg de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente.

Para 16 t/ha : 235 – 73.14 y 272 kg de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente.

Para la determinación de la fórmula de abonamiento se utilizaron los siguientes coeficientes:

Fuentes:	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
F1 Suelo (del disponible presente) (%)	40	10-40	40
F2 Eficiencia de la fertilización (%)	30-70	20-30	50-80

Cuadro 5. Dosis de fertilizantes y momentos de aplicación

Aplicaciones	Fertilizantes (kg/ha)			Momentos
	Urea	Super fosfato triple	Cloruro de potasio	
1 ^{ra}	----	436	----	Nivelación de terreno
2 ^{da}	240	----	124	A los 7 días después del trasplante.
3 ^{ra}	240	----	124	A los 30 días después del trasplante.
4 ^{ta}	240	----	124	Al llegar al punto de algodón.

f) Riego

Esta labor se realizó con la finalidad de mantener el suelo en capacidad de campo durante la fase de crecimiento, sin inundación, y solo se recurrió a regar el campo ayudándonos con la manguera las veces que las lluvias no eran continuas. Durante la fase reproductiva se inundó el campo tan pronto las panículas comenzaron a desarrollarse con una lámina de agua de 1 a 2 cm de altura de la planta.

g) Roguín o depuración

Esta labor, consistió en eliminar plantas atípicas (plantas que no pertenecen a la variedad), se realizó al inicio de la floración con el fin de mantener la pureza varietal.

h) Control de malezas

Se realizó controles manuales oportunos donde se utilizó azadón y machetes durante el periodo vegetativo del cultivo, las cuales se realizaron a los 15 días y 30 días de trasplante. Durante la fase vegetativa se observó presencia de malezas de hoja delgada llamada comúnmente coquito *Cyperus rotundus* L. La cual pretendió controlar manualmente pero al observar la agresividad se aplicó Arrozolo a razón de 4 L/ha, utilizando en el área experimental (488 ml de Arrozolo), a los 20 días después del trasplante y a los 40 días después del trasplante. Para las malezas de hoja ancha llamada comúnmente “moco de pavo” *Polygonum persicaria* se aplicó Saturn 5% GR a razón de 60 kg/ha, utilizando en el área experimental (7,3 kg de Saturn), se aplicó únicamente a los 35 días después del trasplante.

i) Control fitosanitario

La variedad ‘La Conquista’ presentó resistencia al “quemado” (*Pyricularia oryzae*) y es sensible a la “mancha carmelita” (*Bipolaris oryzae*), para ello se aplicó en forma preventiva tres tratamientos de Kasugamicina al 0,5%, Metamidofos al 0,25% y Alquifenol al 0,125%. La primera aplicación fue a los 16 días del trasplante, la segunda a 65 días del

trasplante (formación de la panoja) y la última a los 90 días del trasplante (estado lechoso).

j) Cosecha

Se realizó la cosecha el 20 de agosto del 2012 en todos los tratamientos, cuando el 95% de los granos de las panojas aproximadamente se encontraron maduros y cuando la planta en general presentó una coloración amarillenta. Esta labor se efectuó en forma manual, cortando los tallos con hoz a 10 cm del suelo.

k) Trillado, secado y pesado

La trilla se realizó inmediatamente después de cortadas las plantas empleando mantas, luego en un tronco delgado se golpearon (azote) para desprender los granos, luego fueron llevados en sacos identificados con sus claves, posteriormente se llevaron a la "era" para el secado por un lapso de 4 horas aproximadamente, luego se ventearon para separar las impurezas de la cosecha.

Los granos cosechados de la parcela neta por tratamiento se pesaron en una balanza de precisión en laboratorio de semilla de la UNAS, determinando el rendimiento cuando los granos tuvieron el 14% de humedad, para ser llevado a kg/ha.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número total de panojas por metro cuadrado

Del análisis de variancia (Cuadro 6), se puede decir que:

El presente ensayo de investigación se realizó en un terreno homogéneo y se encontró que no existe significación estadística entre bloques. Sin embargo se encontró diferencias significativas en los efectos principales del factor A (edades de trasplante) con respecto al número de panojas por metro cuadrado y en los efectos principales del factor B (número de plantas por golpe) no se encontró diferencia estadística significativa con respecto al número de panojas por metro cuadrado. En cuanto a la interacción de la edad de trasplante y el número de plantas por golpe no presentó diferencias estadísticas significativas. Esto estaría indicando que son independientes a la interacción de los efectos principales. Con respecto al coeficiente de variabilidad (10,34) es aceptable para trabajos de campo.

Cuadro 6. Análisis de variancia para el número de panojas por metro cuadrado.

	FV	GL	SC	CM	Sig.
Bloques		3	4267,89	1422,63	ns
Tratamientos		8			
Edad de trasplante (A)		2	11989,56	5994,76	s
Número plantas por golpe (B)		2	3514,89	1757,44	ns
A x B		4	6731,11	1682,78	ns
Error experimental		24	32271,11	1344,63	
Total		35	58774,56		

$$cv = 10,34$$

s : Significativo
ns : No significativo

En el Cuadro 7, la comparación de medias de Duncan $(0,05)$ de los efectos principales nos indica que las siembras o trasplantes realizadas a los 16 días ddg (a_3) produce el mayor promedio (378,68) de panojas por metro cuadrado diferenciándose estadísticamente de los demás. En esta misma característica también se ha visto influenciado el efecto principal del factor B (número de plantas por golpe) en forma independiente, siendo el trasplante con dos plantas (b_2) el mayor promedio aritmético (362,67) que lo diferencia estadísticamente en forma significativa del nivel b_3 (trasplante con tres plantas por golpe).

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias Duncan $(0,05)$ de los efectos principales A (edad de trasplante) y B (número de plantas por golpe) en el número de panoja por metro cuadrado

Factores		N° de panojas/m ²	Sig.
Edad de trasplante A	16 ddg (a_3)	378,68	a
	10 ddg (a_1)	349,83	b
	13 ddg (a_2)	334,67	b
Número de plantas por golpe B	2 plantas/golpe (b_2)	362,67	a
	1 planta/golpe (b_1)	360,00	a
	3 plantas/golpe (b_3)	340,50	b

Nota: Los promedios unidos por igual letra no difieren estadísticamente.

En este sentido UPHOFF (2001), indica que una manera de producir mayor número de panojas por metro cuadro es realizando el trasplante a los 16 días después de la germinación o antes de los 16 días de ddg. Debe indicarse

que en condiciones de Tingo María no responde al trasplante tan temprano como 10 días de ddg, como también dice UPHOFF (2001), indicando que las plántulas deben ser trasplantadas a los 10 días ddg hasta la aparición del primer macollo para la obtención de mayor número de panojas. Comparando con el presente ensayo los efectos principales del factor A y efectos principales del factor B, muestran que a los 16 días de trasplante y con dos plantas por golpe se obtiene mayor número de panojas por metro cuadrado.

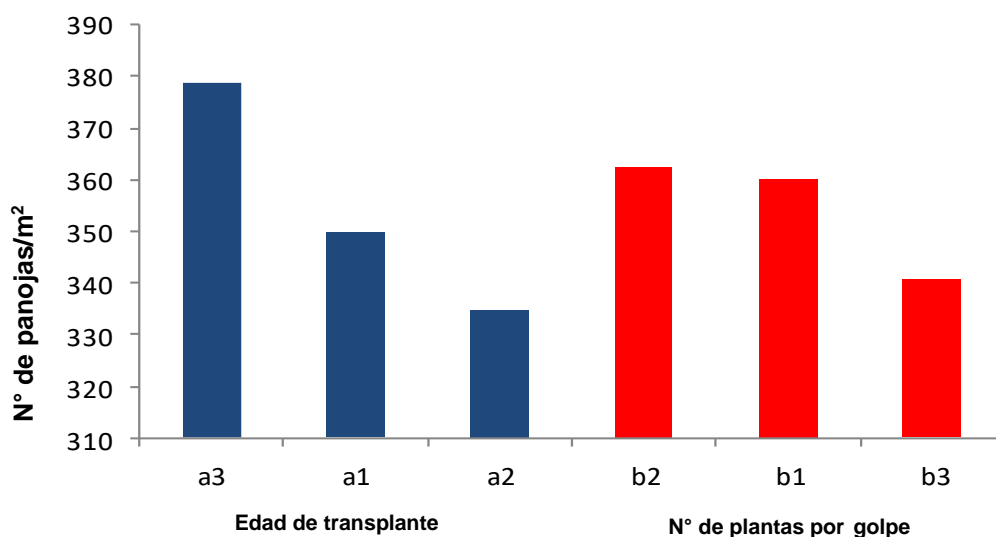


Figura 1. Efecto principal de los factores A (edad de trasplante) y B (número de plantas por golpe) en el número de panojas por metro cuadrado.

4.2. Número de espiguillas por panoja

En el análisis de variancia (Cuadro 8), se observa lo siguiente:

El número de espiguillas por panoja responde estadísticamente de forma significativa a los efectos principales del factor A (edad de trasplante) y a los efectos principales del factor B (número de plantas por golpe). Sin embargo, en

la interacción de las edades de trasplante con el número de plantas por golpe no se encontró significación estadística. El coeficiente de variabilidad en el número de espiguilla por panoja es de 10,93 lo cual es aceptable para trabajos de campo.

Cuadro 8. Análisis de variancia para el número de espiguillas por panoja.

	FV	GL	SC	CM	Sig.
Bloques		3	38,38	12,79	ns
Tratamientos		8			
Edad de trasplante (A)		2	691,39	345,69	s
Número plantas por golpe (B)		2	60,67	30,18	s
A*B		4	49,93	12,48	ns
Error experimental		24	173,59	7,23	
Total		35	1013,66		

cv= 10,93

s : Significativo
 ns : No significativo.

En el Cuadro 9, se puede observar que el componente principal de A (edad de trasplante) a los 10 días de trasplante (a_1) obtiene mayor número de espiguillas por panoja (144,20) ocupando el primer lugar en los promedios aritméticos diferenciándolo estadísticamente de los demás. Esta misma característica también responde a los efectos principales del factor B (número de plantas por golpe) siendo el trasplante con una planta por golpe (b_1) el que presenta mayor promedio (140,76) diferenciándolo estadísticamente en forma significativa del trasplante con tres plantas por golpe.

Cuadro 9. Prueba de comparación medias de Duncan (0.05.) de los efectos principales del factor A (edad de trasplante) y factor B (número de plantas por golpe) en el número de espiguillas por panoja.

Factores		N° de espiguillas/panoja	Sig.
Edad de trasplante (A)	10 ddg (a ₁)	144,20	a
	13 ddg (a ₂)	139,91	b
	16 ddg (a ₃)	133,53	c
Número de plantas por golpe (B)	1 planta/golpe (b ₁)	140,76	a
	2 planta/golpe (b ₂)	139,29	a b
	3 plantas/golpe (b ₃)	137,59	b

Nota. Los promedios unidos por igual letra no difieren estadísticamente

ACOSTA y BETEMI (2006), encontraron un promedio de 119,80 espiguillas fértiles por panoja en el sistema de labranza convencional, que comparado con el presente ensayo se alcanzó 144,20 espiguillas totales por panoja. Ello posiblemente se debe a que las panojas en un menor número de plantas por golpe generaron panojas más llenas y con mayor contenido de espiguillas.

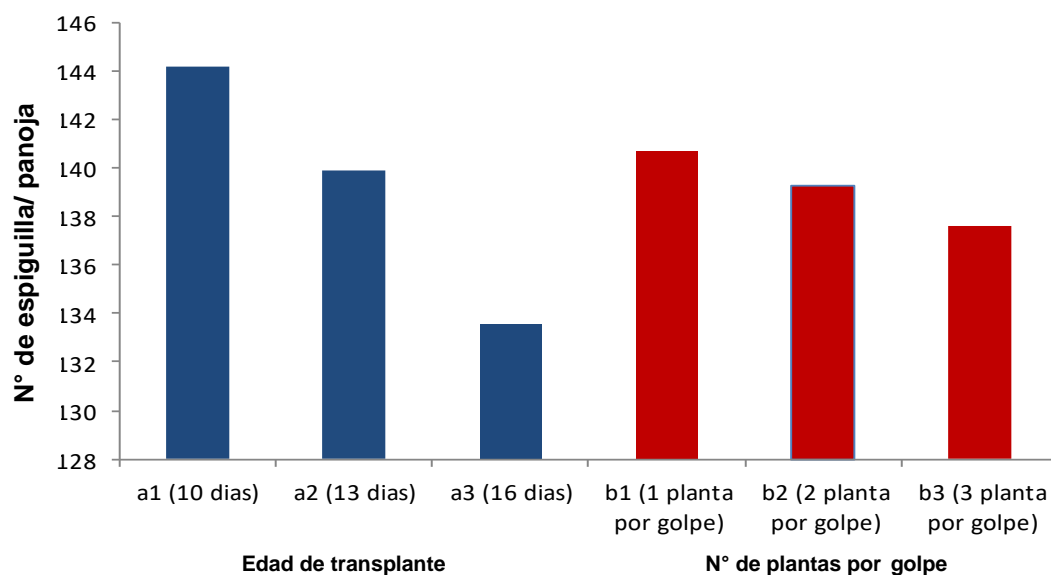


Figura 2. Efecto principal de los factores A (edad de trasplante) y B (número de plantas por golpe) en el número de espiguilla por panoja.

1.3. Influencia de la edad de trasplante y número de plantas por golpe, en el peso de 1000 semillas

En el análisis de variancia del Cuadro 10, se observa que el peso de 1000 granos de arroz no se ha visto influenciado estadísticamente ni por las edades de trasplante, ni por el número de plantas por golpe y ni en los efectos interaccionales de los mismos. El coeficiente de variabilidad en el peso de 1000 granos es de 16,35 el cual es aceptable para ensayos de campo.

La comparación de medias de Duncan (0.05) del Cuadro 11, nos indica que el mayor peso de 1000 semillas aritméticamente se encuentra a los 13 días de trasplante (22,77 g) y con 1 planta por golpe (21,98), como también se puede observar en la Figura 3.

Cuadro 10. Análisis de variancia para el efecto de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe en peso de 1000 semillas

FV	GL	SC	CM	Sig.
Bloques	3	22,88	7,63	ns
Tratamientos	8			
Edad de trasplante (A)	2	50,54	25,27	ns
Número plantas por golpe B	2	4,20	2,10	ns
A*B	4	14,63	3,66	ns
Error experimental	24	297,18	12,38	
Total	35	389,43		

cv = 16,35

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias Duncan (0.05.) de los efectos principales de A (edad de trasplante) y B (número de plantas por golpe) en el peso de 1000 semillas

Factores	Peso de 1000 semillas	Sig.	
	13 ddg (a ₂)	a	
Edad de trasplante	10 ddg (a ₁)	a	
	A	16 ddg (a ₃)	a
		1 planta/golpe (b ₁)	a
Número de plantas por golpe	2 plantas/golpe (b ₂)	a	
	B	3 plantas/golpe (b ₃)	a

Nota: Los promedios unidos por igual letra no difieren estadísticamente.

Al parecer este carácter no muestra diferencia significativa estadísticamente debido posiblemente a las características del suelo experimental que limitan la absorción de los nutrientes por el pH ácido (pH = 4,89) (Cuadro 2), pues para el llenado necesitan elementos nutritivos para desarrollarse como dice UPHOFF (2001) y VERGARA (1983) y que es reafirmado por ANGLADETE (1969) y FRANQUET y BORRAS (2006) al afirmar que el peso de los granos se define en la etapa de espigamiento con buena fertilización y probablemente no es sensible o no responde a pequeñas variancias del suelo o clima.

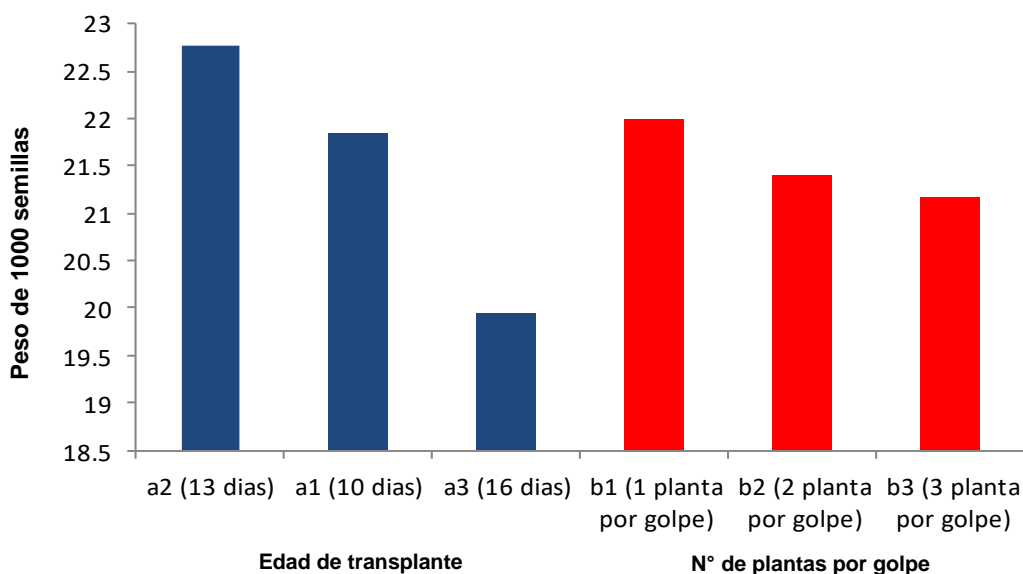


Figura 3. Efecto principal de los factores A (edad de trasplante) y B (número de plantas por golpe) en el peso de 1000 semillas.

1.4. Influencia de la edad de trasplante y número de plantas por golpe en el rendimiento de grano

El análisis de variancia del Cuadro 12, nos indica que el rendimiento promedio no presenta diferencias estadísticas significativas en los efectos principales del factor A (edad de trasplante), en los efectos principales del factor B (número de planta por golpe) y ni en la interacción de ambos efectos. El coeficiente de variabilidad para el rendimiento de grano es de 16,30 lo que está dentro del rango aceptado en ensayos de campo.

Cuadro 12. Análisis de variancia ($\alpha=0.05$) para el efecto de las diferentes edades de siembra y número de plantas por golpe en el rendimiento de grano.

FV	GL	SC	CM	Sig.
Bloques	3	54,97	18,32	s
Tratamientos	8			
Edad de trasplante A	2	3,50	1,75	ns
Número plantas por golpe B	2	6,16	3,08	ns
A*B	4	6,33	1,58	ns
Error experimental	24	73,77	3,07	
Total	35	144,75		

cv = 16,30

Los resultados del rendimiento evaluado a través de la prueba de Duncan (0.05) que se presenta en el Cuadro 13, coloca al efecto principal de A

(edad de trasplante) a₃ (16 días de trasplante) en primer lugar aritméticamente pero que estadísticamente no se diferencia de los demás.

Cuadro 13. Prueba de comparación de medias Duncan (0.05.) de los efectos principales factor A (edad de trasplante) y B (número de plantas por golpe) en el rendimiento de arroz en cáscara

Factores		Rendimiento (t/ha)	Sig.
Edad de trasplante A	16 ddg (a ₃)	11,17	a
	10 ddg (a ₁)	10,66	a
	13 ddg (a ₂)	10,42	a
Número de plantas por golpe B	1 planta/golpe (b ₁)	11,08	a
	2 plantas/golpe (b ₂)	11,00	a
	3 plantas/golpe (b ₃)	10,17	a

De acuerdo al Cuadro 13, la mejor edad de trasplante es a los 16 días ddg (a₃) que produjo 11,17 t/ha de arroz con cáscara al 14% de humedad. Ello obedece al comportamiento positivo de sus componentes del rendimiento como son: número de panojas por metro cuadrado (378) del Cuadro 7 y al número de espiguillas totales por panojas (144) Cuadro 9; del mismo modo se debería al peso de 22 g por cada 1000 granos de arroz; todas estas características se han unido para dar el rendimiento en cáscara conforme lo manifiesta UPHOFF (2001), para obtener mejores rendimientos debe trasplantarse antes de los 16 días y con uno y dos plantas por golpe; esta productividad supera a lo obtenida

a través del sistema de siembra convencional que menciona BERKELAAR (2001), con 6,5 - 8,8 t/ha.

Del Cuadro 14, podemos decir que no existen diferencias estadísticas significativas en la interacción entre los efectos principales con respecto al rendimiento sin embargo se considera con mayor promedio aritmético al T₇.

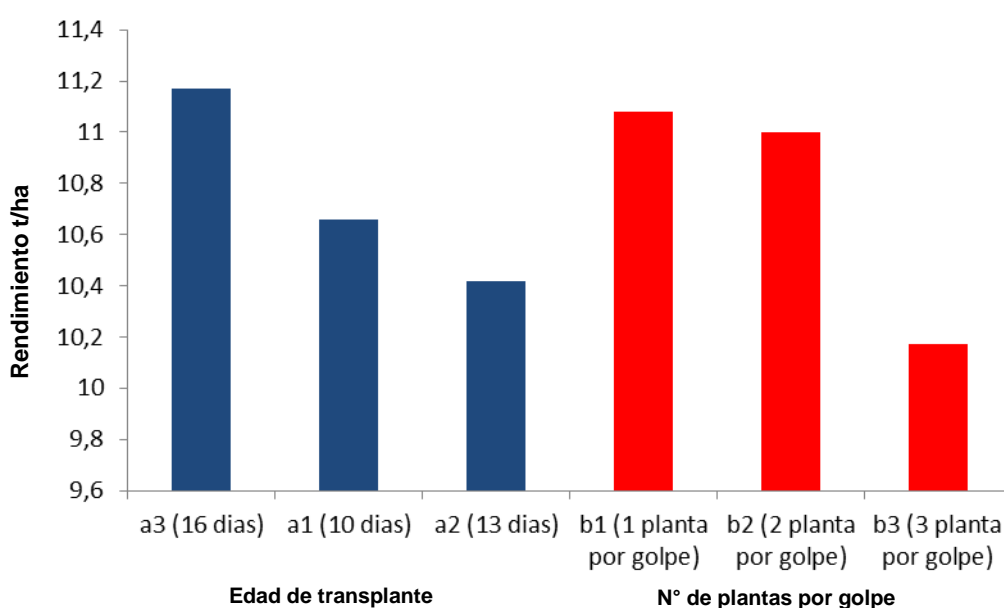


Figura 4. Efecto principal de los factores A (edad de trasplante) y B (número de plantas por golpe) en el rendimiento de grano

V. CONCLUSIONES

1. El mayor número de panojas por metro cuadrado, se obtuvo con los efectos principales de los factores en estudio, siendo el trasplante a los 16 días ddg el de mayor valor (378,68 panojas) y dos plantas por golpe el de mayor valor (362,67) en ambos casos ocupando el primer lugar y el último lugar lo ocupa el trasplante a los 13 días con un menor valor (334,76 panojas) y con 3 plantas por golpe con valor menor (340,50).
2. En cuanto al número de espiguillas por panoja, se encontró que el primer lugar en cuanto a la edad de trasplante lo ocupa (a₁) a los 10 días ddg con un valor de (144,20 espiguillas) y el último lugar lo ocupa a₃ a los 16 días ddg con un valor de (133,53), y con respecto al número de plantas por golpe, se obtuvo mayor espiguillas por panoja con una planta por golpe (140,76), ocupando el último lugar el b₃ con 3 plantas por golpe con un valor de(137,59).
3. El peso de 1000 granos no se vio influenciado por los efectos principales ni por los efectos simples, ocupando el mayor promedio aritmético a los 10 días de ddg (22,70 g).
4. Se obtuvo el mayor rendimiento (11,17 t/ha) de arroz en cáscara con 14% de humedad, a los 16 días de trasplante.

VI. RECOMENDACIONES

1. Corroborar los resultados del presente trabajo en el campo del agricultor, ejecutando trasplantes a los 16 días después de la germinación con el sistema intensivo del cultivo de arroz (SIR).
2. Realizar estudios similares considerando como un factor principal a la densidad de siembra.
3. Realizar estudios similares considerando el volumen de agua a utilizar en función a la capacidad de campo considerando las precipitaciones de la zona en ejecución.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en los meses de abril a agosto del 2012 en los terrenos del Fundo Agrícola 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado a 1,5 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 de 194,00 mm; cuyos objetivos fueron: 1) Determinar la edad óptima de trasplante del arroz, variedad ‘conquista’ que genere incremento en los componentes del rendimiento bajo el sistema SIR. 2) Determinar el número óptimo de plantas por golpe en la siembra de arroz “La Conquista” que genere un incremento en los componentes del rendimiento bajo el sistema SIR. Los componentes en estudio fueron tres: tres edades al trasplante (10, 13 y 16 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 de 330-200-222 de N, P₂O₅, K₂O, obtenida de acuerdo a la necesidad de nutrientes del cultivo para una productividad de 16,000 kg de arroz respectivamente para chala y análisis de suelo. Las fuentes utilizadas fueron las siguientes: urea (46% N) como fuente de nitrógeno, superfosfato triple de calcio (46% P₂O₅) como fuente de fósforo y el cloruro de potasio (60% K₂O) como fuente de potasio. El diseño experimental fue el BCR, con arreglo factorial 3A x 3B, con 4 repeticiones, utilizándose la prueba de Duncan (0.05) para el análisis estadístico. Las observaciones registradas fueron número de panojas por metro cuadrado, número de

espiguilla por panoja, peso de 1000 granos y rendimiento promedio 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 trasplante a los 16 días ddg produjo un rendimiento de 11,17 t/ha. El trasplante a los 16 días después ddg ha producido un mayor número de panojas por metro cuadrado (378,68). Para el número de espiguillas por panoja se encontró mayor producción a los 10 días con una planta por golpe (144,20). En cuanto al peso de 1000 granos (22,77) tampoco se vio influenciado por los factores principales, ni por las interacciones de los factores en estudio.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Blume. Madrid, España. 870 p.
2. ACOSTA, J. y BETEMI, D. 2006. Efectos de dos sistemas de labranzas 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/efectoslabranzabpa.peru-v.com/documentos.htm>. documentado 04 de noviembre del 2013.
3. BERKELAAR, D. 2001. Innovador sistema del cultivo de arroz. [En línea]:http://www.cip.org.pe/Informacion/Documentos/pub/innovatec/sri_itcia.pdf, documentado 22 de enero del 2008.
4. CIAT, 1981. Recuento de las principales actividades en el cultivo de arroz. Cali, Colombia. 112 p.
5. FRANQUET, J. y BORRAS, C. 2006. Economía del arroz. [En línea]<http://www.cumed.net/libross/2006a/fbbp/2>. documentado 17 de agosto del 2013.
6. GIL, J. 2008. Cultivo de arroz. Sistema intensificado SICA-SRI en Ecuador.[En línea]<http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/ecuadorEcuGilLibroCultivodiArroz08.pdf>. documentado 22 de marzo del 2013.
7. HERNÁNDEZ, J. 1969. Desarrollo y fisiología de la planta de arroz. Lambayeque, Perú. 125 p.
8. HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. IICA San José, Costa Rica. 216 p.
9. IBAÑEZ, R. y AGUIRRE, G. 1983. Fertilidad del suelo. Manuel de prácticas Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 78 p.

10. INIA. 2005. Descripción arroz INIA - 507 La conquista [En línea]: www.inia.gob.pe/eventos/evento048/triptico507.htm, documentado 20 de enero del 2008.
11. LAULANIE, H. 1983. Innovadoras prácticas culturales del arroz. Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional. [En línea] http://bpa.peru-v.com/documentos/sri_itcia.pdf. documentado 13 de julio del 2013.
12. LUQUE, B. 2001. Innovadoras prácticas culturales del arroz está triunfando en Madagascar. Colegio de Ingenieros del Perú. [En línea] http://bpa.peru-v.com/documentos/sri_itcia.pdf. documentado 04 de noviembre del 2013.
13. PALACIOS, O. 1997. Capirona-INIA, una nueva alternativa de arroz para la selva alta peruana. Informe técnico. Programa de Investigación en Arroz. INIA. Tarapoto, Perú. 35 p.
14. TINARELLI, A. 1989. El arroz. Trad. Ramón Miguel Carreras Ortells. 2da. Ed. Ediciones Mundi- Prensa. ISSP. España. 240 p.
15. UPHOFF, N. 2001. Implicancias agroecológicas del sistema innovador intensivo de arroz en Madagascar. Cornell International Institute for Food Agriculture and Development Corneel University – Ithaca N.Y. [En línea] http://bpa.peru-v.com/documentos/sri_itcia.pdf. documentado 04 de noviembre del 2013.
16. VÁSQUEZ, A. 1975. Principios básicos del riego en los cultivos, Ministerio de Agricultura – Convenio Perú- AFD. Lima, Perú. 265 p.
17. VERGARA, W. 1983. Influencia de factores climáticos en el cultivo de arroz en el Perú. Informativo arrocero. 2 (6).

IX. ANEXO

Cuadro 1. Datos originales de las características en estudio

Block	Factor A	Factor B	Panojas por m ²	Espigas totales	Espigas fértiles	Espigas infértiles	% de grano lleno	Peso de 1000 semillas	Peso en g/m ²	Rdto. t/ha
1	a ₁	b ₁	380	179	143	36	0,80	18,60	997,00	9,97
1	a ₁	b ₂	360	194	146	48	0,76	20,40	1084,00	10,84
1	a ₁	b ₃	340	162	144	18	0,89	21,50	1054,00	10,54
1	a ₂	b ₁	350	169	139	30	0,83	19,40	954,00	9,54
1	a ₂	b ₂	360	176	135	41	0,78	22,31	1098,00	10,98
1	a ₂	b ₃	310	169	137	32	0,82	25,30	1085,00	10,85
1	a ₃	b ₁	440	181	133	48	0,73	20,60	1203,00	12,03
1	a ₃	b ₂	420	176	138	38	0,78	19,40	1124,00	11,24
1	a ₃	b ₃	410	165	132	33	0,80	19,40	1050,00	10,50
2	a ₁	b ₁	380	162	143	19	0,88	23,00	1250,00	12,50
2	a ₁	b ₂	350	188	145	43	0,77	21,30	1081,00	10,81
2	a ₁	b ₃	310	160	142	18	0,88	21,50	941,00	9,41
2	a ₂	b ₁	360	174	141	33	0,81	21,31	1080,00	10,80
2	a ₂	b ₂	350	178	138	40	0,78	20,36	996,00	9,96
2	a ₂	b ₃	270	161	140	22	0,86	21,30	796,00	7,96
2	a ₃	b ₁	420	175	135	40	0,77	21,10	1194,00	11,94
2	a ₃	b ₂	390	174	131	43	0,75	21,10	1075,00	10,75
2	a ₃	b ₃	400	164	129	35	0,78	19,90	1014,00	10,14
3	a ₁	b ₁	380	190	146	44	0,76	18,50	1013,00	10,13
3	a ₁	b ₂	380	178	143	35	0,81	21,30	1164,00	11,64
3	a ₁	b ₃	330	163	142	21	0,88	19,90	946,00	9,46
3	a ₂	b ₁	410	169	139	30	0,82	19,00	1085,00	10,85
3	a ₂	b ₂	490	188	138	50	0,73	17,00	1150,00	11,50
3	a ₂	b ₃	390	181	138	43	0,76	21,98	1171,00	11,71
3	a ₃	b ₁	300	166	140	27	0,85	23,22	981,00	9,81
3	a ₃	b ₂	420	182	134	48	0,73	20,77	1166,00	11,66
3	a ₃	b ₃	380	161	132	29	0,81	18,90	936,00	9,36
4	a ₁	b ₁	390	179	143	36	0,80	18,50	1032,00	10,32
4	a ₁	b ₂	380	191	148	43	0,77	20,80	1174,00	11,64
4	a ₁	b ₃	360	164	145	19	0,89	23,40	1224,00	12,24
4	a ₂	b ₁	340	179	147	32	0,83	24,00	1211,00	12,11
4	a ₂	b ₂	340	180	146	34	0,81	22,99	1138,00	11,38
4	a ₂	b ₃	260	167	141	26	0,84	22,90	836,00	8,36
4	a ₃	b ₁	440	183	139	44	0,76	18,40	1122,00	11,22
4	a ₃	b ₂	400	174	130	44	0,74	18,40	951,00	9,51
4	a ₃	b ₃	400	162	129	33	0,8	17,90	920,00	9,20

Cuadro 2. Rendimiento por tratamientos

Tratamientos	Claves	Peso de granos de la parcela neta	Rendimiento (t/ha)
T ₇	a ₃ b ₁	1112,50	11,13
T ₂	a ₁ b ₂	1083,00	10,83
T ₄	a ₂ b ₁	1082,50	10,83
T ₅	a ₂ b ₂	1082,30	10,82
T ₈	a ₃ b ₂	1079,00	10,79
T ₁	a ₁ b ₁	1073,00	10,73
T ₃	a ₁ b ₃	1041,25	10,41
T ₉	a ₃ b ₃	980,00	9,80
T ₆	a ₂ b ₃	972,00	9,72

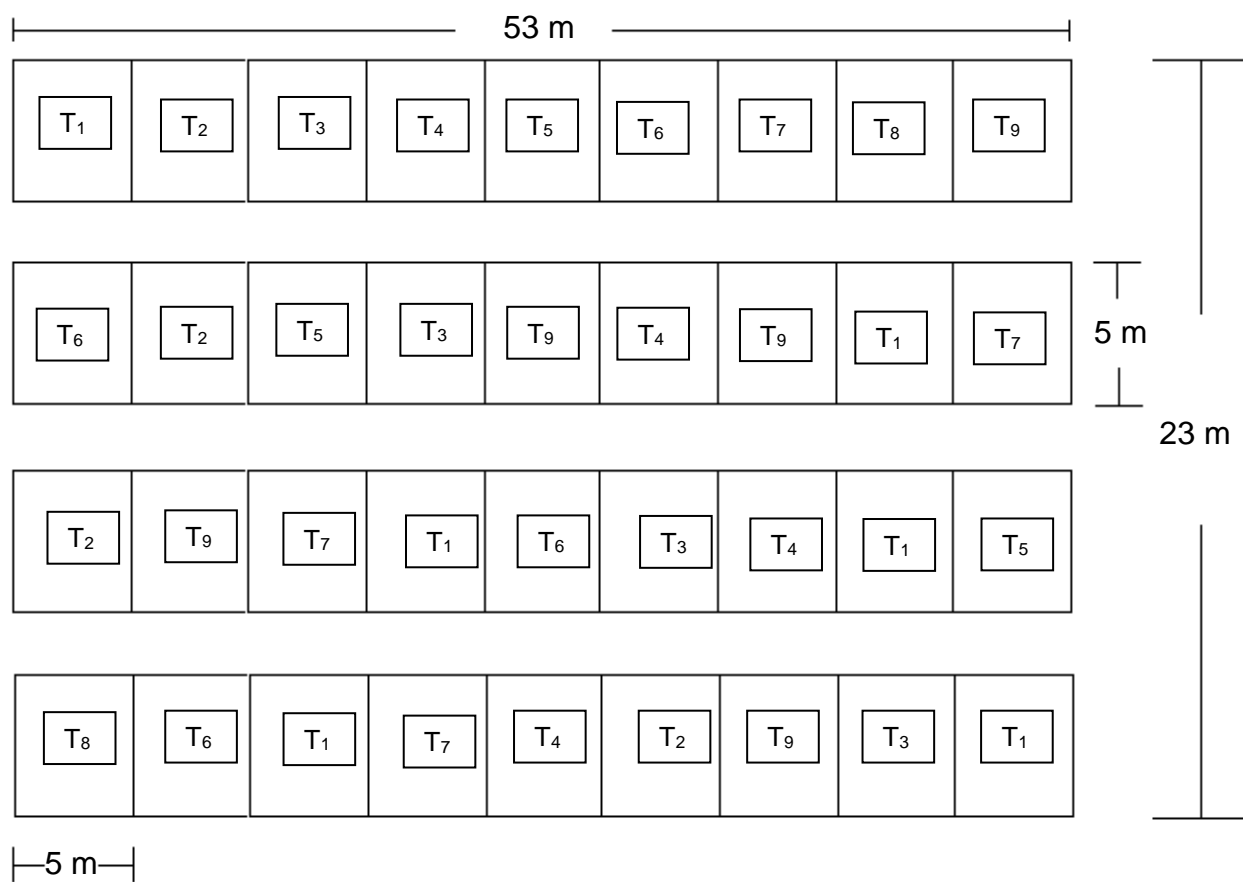


Figura 1. Ubicación de los tratamientos en el campo experimental

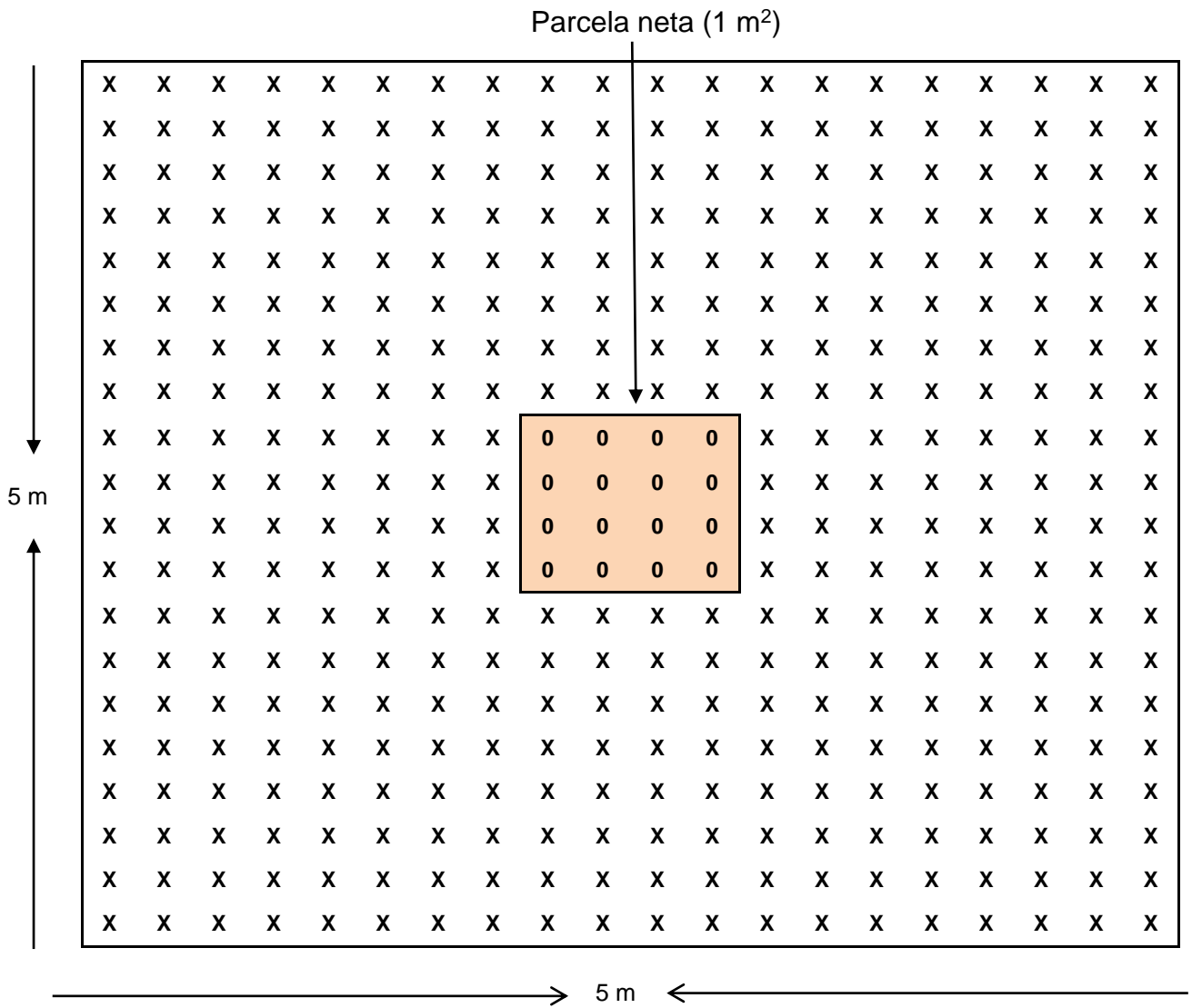


Figura 2. Detalle de una parcela