

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO DE TRES VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN
DOS MÉTODOS DE SIEMBRA BAJO RIEGO EN TINGO MARÍA**

Para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

GUSTAVO ESTEBAN MAYLLE

TINGO MARÍA – PERÚ

2021

VºBº
Gustavo Esteban Maylle
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"Año de la Universalización de la Salud"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 00 -2020-FA-UNAS

BACHILLER : **GUSTAVO, ESTEBAN MAYLLE**

TÍTULO : **Rendimiento de tres variedades de Arroz en un sistema por trasplante y siembra al voleo bajo riego en Tingo María.**

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing° Fausto Silva Cárdenas
VOCAL : Ing° Manuel Viera Huiman
VOCAL : Ing° Jaime J. Chávez Matías

ASESOR : Ing° Carlos M. Miranda Armas

FECHA DE SUSTENTACIÓN : Jueves 10-12-2020

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10.00 am.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala: Sustentación de tesis Virtual-Agronomía

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 14 DE DICIEMBRE DE 2020

Ing° Fausto Silva Cárdenas
PRESIDENTE

Ing° Manuel Viera Huiman
VOCAL

M.Sc. Jaime J. CHAVEZ MATIAS
Miembro de jurado de tesis

Ing° Carlos M. Miranda Armas
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida, y por darme sabiduría, paciencia y salud para lograr mis objetivos.

A mi madre Maura Hermelinda Maylle Alvino, por su amor, apoyo económico y moral, y por darme fuerzas para seguir adelante en cada paso de mi vida.

A mi padre Larco Esteban Toribio, por el apoyo y consejos en mi vida.

A mi hermano Elvis Esteban Maylle, por su compañía, comprensión y cariño, en todo momento de mi vida.

A mi novia y madre de mi hija; Diana Carolina Piro Upiachihua y a mi Hija Avril Ciel Esteban Piro, que son el motivo de mi vida

AGRACEDIMIENTOS

- A mi alma mater; la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en especial a la Facultad de Agronomía por los esfuerzos en la formación y capacitación en mi carrera profesional.
- A los miembros del jurado de tesis por su apoyo en la corrección y culminación del informe de tesis: al presidente Ing. M. Sc. Fausto Silva Cárdenas; vocales Ing. M. Sc. Jaime Josseph Chávez Matías e Ing. Manuel Tito Viera Huiman.
- A mi asesor Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, por haberme guiado, orientado y apoyado en este presente trabajo de investigación. Además, de reforzar el informe final de esta investigación.
- Al Fundo Agrícola de la Facultad de Agronomía por haberme apoyado durante el trabajo de investigación.
- A los alumnos del curso Arroz Maíz del ciclo 2019 – II.
- A mi hermano Elvis Esteban Maylle, por su apoyo en esta investigación.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	10

II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
2.1. Generalidades del cultivo arroz	12
2.1.1. Importancia del cultivo de arroz en el Perú	12
2.1.2. Clasificación taxonómica	13
2.1.3. Morfología de la planta de arroz	13
2.1.4. Etapas de crecimiento y desarrollo fisiológico.....	14
2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo	15
2.1.6. Actividades del cultivo de arroz.....	16
2.1.7. Tipos de siembra en el cultivo de arroz.....	24
2.1.8. Variedades de arroz en estudio	29
2.2. Antecedentes sobre los sistemas de siembra	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. Campo experimental	36
3.2. Componentes en estudio	38
3.3. Tratamientos en estudio	39
3.4. Diseño experimental.....	39
3.5. Características del campo experimental.....	40
3.6. Ejecución el experimento	41
3.6.1. Preparación del terreno	41
3.6.2. Pregerminación las	42
3.6.3. Siembra por trasplante	43
3.6.4. Siembra directa	44
3.6.5. Manejo del cultivo en el campo experimental.....	45
3.7. Parámetros a evaluar	48

3.7.1.	Rendimiento del grano de arroz.....	48
3.7.2.	Altura de la planta.....	49
3.7.3.	Fenología del cultivo.....	50
3.7.4.	Determinar el beneficio y costo (B/C) de los tratamientos.....	50
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1.	Del rendimiento del grano de arroz	51
4.2.	De la altura de planta de arroz	61
4.3.	Fenología del cultivo	66
4.4.	Del análisis económico.....	70
V.	CONCLUSIONES.....	74
VI.	RECOMENDACIONES.....	76
VII.	RESUMEN	76
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	78
IX.	ANEXO.....	91

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Análisis físico y químico del suelo del campo experimental.	37
2. Datos meteorológicos registrados durante el experimento entre los meses de mayo a octubre del 2019.....	38
3. Descripción de los tratamientos en estudio.....	39
4. Esquema del análisis de variancia.....	40
5. Análisis de variancia para el rendimiento del grano de arroz. ...	51
6. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el rendimiento del grano de arroz de los tratamientos en estudio.	54
7. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha=0.05$), del factor sistemas de siembra (A), en el rendimiento del grano de arroz.	54
8. Análisis de variancia para los componentes del rendimiento: número de panojas por m ² , total de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz.....	55
9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los componentes de rendimiento del arroz de los tratamientos en estudio.	57
10. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los componentes del rendimiento de arroz en cada sistema de siembra: número de panojas por m ² , total de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz.....	61
11. Análisis de variancia para la altura de planta del arroz a los 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la germinación.....	62

12. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta del arroz a los 105 días después de la germinación de los tratamientos en estudio.	
	63
13. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta del arroz en dos sistema de siembra a los 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la germinación (ddg).....	65
14. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta de tres variedades de arroz a los 60, 75, 90 y 105 días después de la germinación (ddg).....	66
15. Análisis de variancia para el número de días de las fases fenológicas de tres variedades arroz sembrados en dos sistemas de siembra....	
	67
16. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de días de cada fase fenológica y ciclo fenológico del arroz de los tratamientos en estudio.	
.....	69
17. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de días de cada fase fenológica del arroz sembrados de dos sistemas de siembra. .	70
18. Análisis económico de los tratamientos en estudio para la producción del cultivo de arroz.	73
19. Resultados de la altura de planta de los tratamientos en estudio a los 45 días después de la germinación.	92
20. Resultados de la altura de planta de los tratamientos en estudio a los 60 días después de la germinación.	92

21.	Resultados de la altura de plantas de los tratamientos en estudio a los 75 días después de la germinación.	93
22.	Resultados de la altura de planta de los tratamientos en estudio a los 90 días después de la germinación.	93
23.	Resultados de la altura de planta de los tratamientos en estudio a los 105 días después de la germinación.	94
24.	Resultados del total de panojas/m ² de los tratamientos en estudio. .	94
25.	Resultados del peso de 1000 granos de arroz en gramos (g) de los tratamientos en estudio.	95
26.	Resultados del total de espiguillas por panoja de los tratamientos en estudio.....	95
27.	Resultados del número de espiguillas fértiles por panoja de arroz de los tratamientos en estudio.	96
28.	Resultados del porcentaje de espiguillas fértiles por panoja (%) de los tratamientos en estudio.	96
29.	Resultados del rendimiento del grano de arroz en cáscara (t/ha) de los tratamientos en estudio.	97
30.	Días de la fase vegetativa de los tratamientos en estudio.	97
31.	Días de la fase reproductiva de los tratamientos en estudio. ...	98
32.	Días de la fase de maduración de los tratamientos en estudio.	98

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Análisis de suelo del campo experimental.	97
2. a) Variedades de arroz. b) Preparación del campo experimental. c) Control de malezas de los bordes de la parcela. d) Trasplante. e) Control de malezas. f) A los dos meses después de la germinación.	98
3. a) Aplicación del fertilizante foliar. b) Aplicación del fungicida a los 15 días después del trasplante. c) Medición de la altura de planta. d) etapa R4 de la floración. e y f) Etapa de floración	99
4. a) Cultivar Conquista. b) Cultivar Esperanza. c) Estado punto limón. d) maduración del grano. e y f) Cosecha	100
5. Croquis experimental	101
6. Parcela neta de los tratamientos en base a siembra directa.....	102

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los alimentos básicos para más de la mitad de la población mundial (INIA, 2004); sólo en Perú, el consumo de arroz por persona en el año 2001 fue 45 kg, incrementándose en el 2009, en 56 kg por persona (MINAG, 2010) y para el año 2019, el consumo incrementó en 60 kg por persona al Asociación Peruana de Productores de Arroz (AGRARIA, 2020). Por eso en el Perú, este cultivo se siembra tanto en la costa como en la selva; sin embargo, los altos rendimientos se concentran en regiones como Arequipa (14 t/ha), Ancash (12 t/ha), La Libertad (11 t/ha), Piura (9 t/ha) y Tumbes (8t/ha), y por encima del promedio nacional (8 t/ha) (MINAGRI, 2019).

La región Huánuco es considerado una zona principal de producción del país; pero la producción de arroz es baja; de hecho el 2018, según el INEI citado por ANDINA (2018), la producción de arroz en Huánuco se redujo en 21.90 %. La baja producción de arroz en Huánuco, puede deberse a diversos factores que influyen directamente e indirectamente sobre este cultivo; como las condiciones edáficas del terreno, clima y manejo del cultivo, y aunque el cultivo de arroz se produce bajo cualquier sistema de siembra (trasplante o al voleo); hay reportes de que es menos costoso producir en un sistema de siembra al voleo que en un sistema de siembra por trasplante, porque por siembra por trasplante se necesita más número de jornales de mano calificada y mecanización especial del terreno, lo que implica más costos de producción.

Otro factor importante de la baja producción en esta región; es la elección de variedades de bajo rendimiento o variedades que no se adaptan al sistema de siembra que se elija, tanto por trasplante o al voleo, incrementando los costos

de producción. Por eso es importante encontrar que variedad de arroz alcanza una mejor producción en la provincia Leoncio Prado, región Huánuco bajo dos sistemas de siembra común: sistema de siembra directa o al voleo (con semilla pregerminada en suelo fangueado) y siembra indirecta o por trasplante. Ante esta problemática mediante este trabajo de investigación, se plantea la hipótesis de que al menos una variedad de arroz en uno de los sistemas de siembra debe rendir los mejores resultados.

En base a lo indicado se plantea los objetivos siguientes:

Objetivo general:

1. Efecto de tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en dos métodos de siembra bajo riego en Tingo María

Objetivos específicos:

1. Determinar bajo qué sistema de siembra por riego se obtiene los mejores rendimientos de arroz.
2. Determinar que variedad obtiene una mejor producción de arroz bajo los dos sistemas de siembra bajo riego.
3. Determinar los ciclos fenológicos de los tratamientos en estudio.
4. Determinar el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de arroz

2.1.1. Importancia del cultivo de arroz en el Perú

En noviembre del año 2018, la producción de arroz cáscara en Perú, totalizó 171,207 t, siendo 19.20 % mayor respecto al mismo mes del año 2017 (INEI, 2019). En febrero del 2019, se ha observado una elevada demanda de este cultivo, en 49 % por arriba respecto al año anterior. El año 2018, el 53 % del cultivo de arroz fue en la región de la costa y en la Amazonía un 47%. En las regiones de La Libertad, Lambayeque y Piura, la producción fue de un 39 % del total producido, las regiones de San Martín y Amazonas lo siguen con un 32 % en ambas regiones. Se llegó a cosechar la cantidad de 3.5 millones de toneladas de arroz, incrementándose en un 15.4 % con respecto al año anterior (APIA, 2019). El cultivo de arroz en el Perú, es en uno de los cultivos con mayor relevancia, con mayor área sembrada y cosechada, que en promedio bordea 400,000 ha, y es el componente esencial de la canasta básica de consumo nacional (MINAGRI, 2019).

Los que mayor participación tuvieron en la intención de siembra para la campaña agrícola 2019-2020 de este cultivo fueron las regiones de: San Martín con 102,900 ha (25.10 %), Piura con 54,100 ha (13.10 %), Lambayeque con 50,400 ha (12.20 %), Amazonas con 39,800 ha (9.60 %), Loreto con 34,800 ha (8.40 %), La Libertad con 32,300 ha (7.80 %), Cajamarca con 26,700 ha (6.50 %), Ucayali con 20,200 ha (4.90 %), Arequipa con 18,900 ha (4.60 %) y Tumbes con 16,000 ha (3.90 %); que en total sería 396,200 ha (95.90 %) de las

intenciones de siembra del arroz a nivel nacional. Asimismo, muestra que el 58 % corresponde a siembras en la selva y el 42 % a las de la costa (SIEA, 2019).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Según Integrated Taxonomic Information System of North América (2019), el cultivo de arroz se clasifica taxonómicamente de la forma siguiente:

Reino	:	Plantae.
Subreino	:	Viridiplantae.
Superdivisión	:	Embryophyta.
División	:	Tracheophyta.
Clase	:	Magnoliopsida.
Orden	:	Poales.
Familia	:	Poaceae.
Género	:	<i>Oryza</i> L.
Especie	:	<i>Oryza sativa</i> L.

2.1.3. Morfología de la planta de arroz

El arroz tiene dos tipos de raíces las seminales y las adventicias o temporales, las raíces seminales viven un tiempo corto por la cual son remplazadas por las raíces adventicias que salen de los nudos de los tallos subterráneos y también de los nudos mismos. El cultivo de arroz es una gramínea anual con los tallos redondos, cilíndricos y huecos con nudos y entrenudos de un número variable. Los entrenudos de la base no llegan a elongarse, lo cual hace que la base del tallo seasólidos. El macollo o hijo es un tallo con sus hojas, los macollos se desarrollan

de manera alternada al tallo principal. En un nudo del tallo se desarrollan una hoja, la superior que se ubica abajo de la panícula se le denomina la hoja bandera y es más corta y ancha que las hojas procedentes. En una hoja completa se distinguen la vaina y la lámina. En el arroz las espiguillas se agrupan en una inflorescencia llamada panícula ubicada sobre el nudo apical del tallo, una espiguilla está compuesta por dos lemas estériles, la raquilla y la florecilla. El grano de arroz es un ovalo maduro, seco y deshidratado (RUIZ, 2011).

2.1.4. Etapas de crecimiento y desarrollo fisiológico

RUIZ (2011), hace mención que el cultivo del arroz se divide en las siguientes fases:

a. Fase vegetativa

a.1) Germinación o emergencia (etapa 0): Inicia en el momento de la siembra hasta que aparezca la primera hoja del coleóptilo demora cinco a diez días. a.2) Plántula (etapa 1): Se da a partir de la emergencia hasta antes de aparecer el primer macollo tarda un tiempo de 15 a 20 días. a.3) Macollamiento (etapa 2): Inicia a partir del primer hijo o macollo hasta que la planta alcance mayor número de hojas, tarda de 15 a 20 días. a.4) La elongación del tallo (etapa 3): comienza a partir del momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud hasta el comienzo de la siguiente etapa, lo cual varía de cinco a siete días.

b. Fase reproductiva

b.1) Inicio de la panícula (etapa 4): Inicia cuando el primordio de la panícula es visible como punto de crecimiento, hasta cuando la panícula es

diferenciada y formada. Esta etapa tiene un lapso de diez a once días. b.2) Desarrollo de la panícula (etapa 5): Esta etapa inicia a partir que la panícula es visible; esta etapa tarda de 15 a 18 días. b.3) Floración (etapa 6): Inicia desde la salida de la panoja de la vaina de la hoja bandera hasta cuando se completa la antesis en toda la panoja. Tiene un lapso de uno a diez días.

c. Fase maduración

c.1) Grano lechoso (etapa 7): Inicia cuando las flores se fertiliza hasta que se llenen un líquido lechoso en las espiguillas. Esta etapa varía de siete a diez días. c.2) Grano pastoso (etapa 8): Inicia desde cuando las espiguillas tienen un líquido de consistencia lechosa hasta cuando es pastosa. Esta etapa varía de diez a trece días. c.3) Grano pastoso (etapa 9): Esta etapa inicia cuando el líquido que hay en las espiguillas, tiene una consistencia lechosa hasta cuando están completamente maduros. El periodo es de unos diez a trece días.

2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

a. Clima

Para que el arroz prospere requiere de condiciones de climas cálidos y húmedos, de modo que su zona es la tórrida y subtropical (TORRES, 2013) por eso se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2,500 msnm (MOQUETE, 2010). En la amazonia las variedades de arroz requieren de temperaturas comprendidas entre 25 a 35 °C. Las condiciones de agua bordean los 1500 mm y necesita mayor nivel de luz para lograr el mejor aprovechamiento de los fertilizantes nitrogenados, que es un factor de mayor importancia en la producción de arroz y por lo menos se necesita 1000 horas de sol durante su ciclo vegetativo, con

Temperaturas que varían de 22 a 27 °C (TORRES, 2013). Además, requiere condiciones de luz solar entre 250 a 350 calorías/cm²/día. La mejor época para hacer la siembra debe situarse de tal manera que se eviten vientos fuertes que pueden afectar las hojas y causar aborto en las flores. Son adecuadas a humedades relativas superiores a 80 % (TINOCO y ACUÑA, 2009).

b. Suelo

El suelo en sí mismo no determina las posibilidades de sobrevivir de la planta de arroz, porque esta puede crecer tanto en suelos arenosos como en pesados, o sea que es relativamente indiferente a las propiedades físicas del suelo (RAMÓN, 2014); en suelos planos, ondulados y con pendientes pronunciadas, en suelos aluviales profundos fértiles latisoles ferruginosos muy pobres, arcillas aluviales y limos arcillosos podsoles, podsoles rojos, así como en otros tipos más (TORRES, 2013). La topografía del suelo preferiblemente debe ser plano. La textura puede ser arcillo-arenosa, arcillosa o franco arcillo-limoso y con pH entre 5.5 y 7.0, porque a partir de un valor de 5.5 de pH, se solubiliza el aluminio que es muy tóxico para las raíces del arroz (TINOCO y ACUÑA, 2009). El pH determina la acidez o alcalinidad del suelo y por el mismo se pueden determinar problemas nutricionales; porque el arroz puede prosperar muy bien en suelos ácidos como en los alcalinos; debido a que el pH es neutralizado durante el riego por inundación del suelo (MOQUETE, 2010).

2.1.6. Actividades del cultivo de arroz

PEAH (2019), describe las actividades más importantes del cultivo de arroz en la región de Huánuco:

a. Almacigo en el cultivo

- Instalación y manejo de almácigos

La época de siembra es en base a los requerimientos edafoclimáticos favorables al cultivo de arroz. Las siembras se dan en los meses de noviembre a mayo (campaña grande) y entre los meses de agosto a enero (campaña chica). Para hacer la instalación del almácigo se debe ubicar los almácigos en los terrenos fértiles, cerca de las fuentes de agua para facilitar los riegos oportunos y rápidos. Los almácigos deben estar protegidos de los vientos y lo más cerca al campo de trasplante para facilitar el carguío. La preparación del almácigo se inicia con la limpieza de las pozas, bordes, canales de riego y del drenaje. También deben estar limpias de maleza y plantas de arroz de la campaña anterior.

- Construcción de las pozas

Los canales de riego deben ser trazados en las partes altas o cabeceras de los almácigos, cada poza debe tener su desembocadura hacia un dren, para que el manejo del agua sea eficiente. El tamaño de las pozas, está sujeto al área del terreno a trasplantar, incluida la misma área del almácigo. Se recomienda que las pozas sean preparadas con las siguientes medidas: 6 m de ancho, 30 m o más de largo con un área total de 180 m². Para hacer el trasplante de 1 ha, se necesita 1 poza de 180 m². Los bordes deben tener la forma de un trapecio con una altura de 50 cm, una base de 1.00 m y ancho superior de 70 cm. Los bordes deben quedar limpios para que no crezcan las malezas y faciliten el manejo de agua, voleo de las semillas, aplicación de fertilizantes, control de las malezas, plagas y enfermedades.

- Remojo, batido y nivelación de las pozas

Para remojar las pozas, se echa una capa de agua, hasta que la poza quede totalmente cubierta con aproximadamente 10 cm de espesor. Este remojo dejará muy suave el terreno para facilitar la nivelación. Al día siguiente del remojo, se inician los trabajos de batido, nivelación y planchado, empleando tractores, paleta de maderas y palas. El batido y nivelación consiste en ablandar los terrenos de barro, deshacer y nivelar las pozas, usando tractores y paletas niveladoras. Esto se realiza para facilitar los trabajos de batido, la capa de agua en la poza debe estar a “flor de tierra”, con agua no se hará un buen batido. El planchado consiste en el nivelado final, se emplearán paletas planchadoras, o el tablón planchador. El refuerzo de los bordes se hace para darles mayor resistencia, evitando su derrumbado y evitar el brote de las malezas.

- Preparación de la semilla

Para sembrar en nuestro medio se requiere de 80 kg/ha. Si trasplantamos 1 ha la poza de almácigo tendrá 180 m² y en esta área se sembrará al voleo 80 kg de semilla. Para remojar la semilla, se colocan en sacos de yute no muy llenos (3/4), se amarran de la boca, luego se sumerge en la fuente de agua completamente en circulación entre 24 a 36 horas. Luego del remojo, se sacan los sacos, se los deja escurrir bien y se colocan bajo techo, se acomodan unos sobre otros y se abrigan con sacos de yute humedecidos. El tiempo de abrigo debe durar de 24 a 36 horas dependiendo de las condiciones de abrigo, temperatura del ambiente y de la variedad. Se debe hacer pruebas para determinar el pre germinado en los sacos. La siembra o voleo de la semilla, consiste en la distribución uniforme de la semilla en las pozas, al día siguiente

del fanguero. Para volear la semilla las pozas deben estar con una lamina de agua clara de 3 a 5 cm de espesor.

- Manejo de agua y control de malezas

Al siguiente día de realizar el voleo de la semilla de arroz el agua se retiray se deja con una película de lámina delgada de agua. El almácigo se llega a mantener con variosrepases, para así ayudar a las raíces de las semillas se fijen en el suelo en los primeros días. Paracombatir malezas en los almácigos, se logra realizando una correcta preparacióndel terreno, la adecuada nivelación, un buen manejo de agua y el uso de la semilla certificada. El control químico se hace mediante el uso de sustancias químicas capaces de destruir malezas sin dañar la planta de arroz. El momentoindicado para aplicar herbicidas post emergentes, es cuando la mayor cantidad de malezas tiene de uno a dos hojas.

- Fertilización

La fertilización en almácigo debe realizarse cuando las plantas tienen de 12 - 15 días de edad. Para la fertilización en el almácigo se requiere de lo siguiente: Para una poza de 6 metros de ancho por 30 m de largo (180 m²) se necesita de 12 a 24 kg de sulfato de amonio. Al momento de la fertilización, las entradas y las salidas de agua estarán cerradas, las pozas deberán tener una lámina delgada de agua de 5 a 10 cm de espesor, para que el abono se disuelva y pueda ser tomado por las plantas. Después se deja que el agua se consuma en la poza y cuando este se vuelva barro nuevamente se pondrá agua alternadamente hasta el momento de la “saca”.

b. Trasplante y manejo del cultivo de arroz

- Preparación del terreno

Para preparar el terreno se debe tomar en cuenta las siguientes labores: La preparación del suelo es importante realizarlo 15 a 30 días antes del trasplante. De acuerdo el análisis de suelos realizar la aplicación de las enmiendas agrícolas (cal agrícola, dolomita, cascarilla quemada de arroz, etc.). Se debe realizar la limpieza de pozas, bordes y acequias. Seguidamente debe realizarse una aradura, rastra cruzada y nivelación primaria. Realizar el ingreso del agua hasta inundar las pozas (riego de machaco). Mover las pozas con agua con maquinaria especializada (fangueadora) o utilizando paletas. Nivelar con tablón o con paletas niveladoras. La nivelación a “cero” en el cultivo de arroz es una actividad primordial en el proceso del cultivo. Así en el trasplante, un suelo bien nivelado evita la muerte de la planta por ahogamiento, se puede controlar las malezas y el manejo del agua es más eficiente.

- Saca de plántulas

Para sacar las plántulas jóvenes, se debe realizar de 25 a 30 días, porque las plántulas comienzan a macollar a partir de los 18 días y lograr un mejor prendimiento sin causar estrés o marchitez. La saca de las plántulas de arroz consiste en extraer o arrancar las plántulas y se debe cerrar la entrada y la salida del agua de la poza de almácigo manteniendo con suficiente agua a un nivel de agua de 5 cm aproximadamente, para poder extraer y lavar con facilidad las plántulas de arroz. Para realizar la saca de las plántulas se mete la mano al ras del cuello y se jala suavemente hacia atrás y sin barro. Mojar las raíces de las plántulas en el agua y golpear suavemente en un palo, el cual facilita la limpieza del barro impregnado en las raíces. Se debe formar “garbas” de

tamaños que contengan de 400 a 600 plántulas. Despuntar las plántulas para cortar la dominancia apical, inducir el crecimiento de macollo y uniformizar las plántulas. Dejar orear las garbas en los bordes con la finalidad que escurra el agua para facilitar el transporte. Una vez sacado el almácigo se debe orear o escurrir las “garbas”, seguidamente se procede a transportar.

- Trasplante manual

Un día antes del trasplante se debe volear de uno a dos sacos de fosfato diamónico por hectárea. El trasplante es enterrar las plántulas en el barro a 2 o 3 cm de profundidad a una distancia que varía entre 20 y 25 cm. El sembrador coge cuatro a seis plántulas de tal forma que las raíces queden bien puestas en el barro. Para el recalce siempre se debe dejar una parte del almácigo para realizar la labor de resiembra para cubrir las fallas ocasionadas por mal trasplante, mala nivelación, exceso de agua, entre otros.

- Manejo del agua

El trasplante debe realizarse con lámina delgada de agua, no mayor de 5 cm, para que las plantas se fijen bien en el terreno. Además, cuando las plantas hayan “prendido”, aplicar láminas delgadas de 5 cm de agua, para favorecer la salida de los macollos, y no ahogarlos por exceso. Una vez aplicado la segunda fertilización (inicio de macollamiento) mantener el agua, para que el nitrógeno no se pierda por volatilización. Después de los cuatro a seis días de la segunda fertilización (19 a 21 días después del trasplante), mantener en la poza una delgada lámina de agua, aumentándola según el desarrollo de la planta. A partir del máximo macollamiento (30 días después del trasplante), la lámina de agua puede aumentarse hasta 10 cm a partir del punto de algodón, inicio de

espiga, floración, grano lechoso y maduración. Cuando el cultivo comienza a perder el color “verde limón”, se debe quitar el agua, con previa evaluación del llenado completo de los granos en toda la panoja. Nunca debe faltar el agua en las etapas de macollamiento, floración y llenado del grano.

- Plan de fertilización

Para realizar un adecuado plan para fertilizar el cultivo de arroz se debe realizar el análisis del suelo. La primera fertilización se hace un día antes del trasplante volear fosfato diamónico, cuya fórmula es 18-46-0-0, de N- P-K-S. Aplicar (volar) uno a dos bolsas de fosfato diamónico por hectárea, un día antes del trasplante o en el mismo día que se realiza esta labor. La segunda fertilización y cuya fórmula es 130-0-30-96, de N-P-K-S; por eso se debe aplicar cuatro sacos de sulfato de amonio, dos bolsas de urea y un saco de KCL por hectárea a los 15 días después del trasplante, cuando el cultivo tiene 37 a 40 días de periodo vegetativo, momento en que las plantas “prendieron” e iniciaron con fuerza el macollamiento. Cuando hay un máximo macollamiento, se aplica la tercera fertilización cuya fórmula es 21-0-0-24, de N-P-K-S; se debe aplicar de uno a dos bolsas de sulfato de amonio a los 15 días después de la fertilización anterior; es decir, cuando el cultivo tiene de 52 y 55 días del periodo vegetativo. La cuarta fertilización se debe hacer en la etapa punto de algodón (comienza a formarse la panoja) cuya fórmula es 42-0-60-48, de N-P-K-S; por eso se debe aplicar dos bolsas de sulfato de amonio, más dos bolsas de cloruro de potasio. También es recomendable aplicar microelementos quelatados a base de calcio, boro y zinc, para maximizar el cuajado y calidad molinera. Cuando las plantas de

Arroz tienen entre 10 a 50 % de espigado es recomendable aplicar fertilizante foliar a base de potasio para asegurar un mayor peso del grano.

- Control de malezas

Se puede efectuar haciendo inundar el terreno con bordas o camellones, en el terreno que se desea tratar, y de ahí aplicar una lámina de agua no inferior a 5.0 cm de espesor, mantener inundado por 21 días. Respecto al control químico, deberá hacerse un monitoreo en campo que ayude a verificar las condiciones del terreno, tipo y desarrollo de las malezas y del cultivo; luego se hará la selección de los herbicidas, combinar dosis y momentos de aplicación.

- Control de plagas y enfermedades

El daño causado por ataques de las plagas y enfermedades a las plantas de arroz, influye sobre la producción del cultivo, por el comportamiento de los insectos, ácaros y enfermedades; sin embargo, esto varía dependiendo a las condiciones climáticas, sistema de cultivo, época de la siembra, o el estado de desarrollo de la planta y de la variedad. Para el control de plagas, es necesario saber sus hábitos, el daño que ocasiona la planta, de la edad del cultivo en que atacan y en que época del año en que aparecen; para el control de las enfermedades pueden agruparse según con el organismo que los causa, y se dividen en dos grupos: enfermedades infecciosas y no infecciosas.

- Cosecha y poscosecha

Cuando el cultivo presenta una coloración “verde limón”, se quita el agua y 20 a 30 días después se procede la cosecha mecanizada que es la más óptima para no disminuir la calidad del grano, ni aumentar el porcentaje

de grano quebrado, actualmente es la más económica para cosechar. Luego se hace el transporte de la chala empleándose, tractores con carretas o camiones hacia los molinos donde se procederá el secado. El objetivo básico del secado es disminuir el contenido de agua de los granos que llega al molino con 16 a 18 % de humedad. El secado se hace al sol, y luego es ensacado para su molienda o almacenamiento. El pilado del arroz es la operación que consiste en separar la cáscara del arroz, mediante fricción por medio de piedras muelas o rodillos.

- Calidad molinera

Se define por calidad molinera al grano de arroz a la capacidad de una variedad de arroz para producir granos completo pulidos y tener mayor producción de pila (grano entero más grano quebrado) cuando se realiza el proceso de descascarado del arroz y lustrado en molinos experimentales o industriales. Dentro de estas consideraciones, las variedades que rinden menos del 66 % (para condiciones de selva baja) y 68 % (para las condiciones de costa, o Jaén y Bagua) de rendimiento de pila, son consideradas como de mala calidad.

2.1.7. Tipos de siembra en el cultivo de arroz

a. Generalidades

Para elegir el sistema de siembra del cultivo de arroz, depende básicamente de las condiciones del terreno. Para los sistemas de siembra bajo riego se debe realizar un diseño para las entradas y salidas de agua. Se dice que las utilidades que genera el arroz, producido bajo cualquier sistema de siembra son relativamente similares; sin embargo, reportes demuestran que en la siembra al voleo el gasto total es menos y puede ser más rentable que el

trasplante por su menor costos de producción (GUZMÁN y SERRATA, 2018). Se sabe que en terrenos arroceros del trópico y Sur America; predomina el sistema de siembra directa. En Perú, se ha observado que, por la escasez de la mano de obra, y alto costo de producción y aumento de áreas de siembra; hay un cambio del sistema de trasplante a siembra directa, como en áreas arroceras de Piura, Alto mayo y Huallaga central (HEROS, 2013).

b. Sistemas de siembra en estudio

- Siembra al voleo

La siembra al voleo de semillas de arroz se basa en distribuir al azar y uniformemente sobre una superficie de terreno determinada e inundada, de un suelo bien preparado con buenas condiciones de humedad y temperatura (CÁRDENAS y TOUMA, 2011). Es un sistema que necesita una preparación del terreno con el fin de contener el agua para mantener un nivel de lámina deseado a través de melgas o compartimientos. El terreno elegido debe estar nivelado y provisto de canales de drenaje, diques y una fuente de agua que suministra todo el tiempo de agua al cultivo que este lo requiera (LIRA, 2004).

Esta siembra es propio para semillas pequeñas y se puede hacer de forma manual o con sembradoras (máquinas) (CÁRDENAS y TOUMA, 2011). Las semillas deben estar previamente pregerminada (AGUIRRE, 2009) que asegure un buen porcentaje de germinación y uniformidad en el terreno y tengan una ventaja al crecer mucho más rápido que las malezas, en una película de agua de 5 cm (LIRA, 2004) que debe estar en reposo y sin turbidez (agua clara) para observar la distribución correcta de las semillas. La lámina de agua óptima se mantiene con repases (aplicaciones de agua con bajo volumen) para

“entablar” el riego, porque láminas mayores de 10 cm, arrastran las semillas debido al oleaje que se forma al incidir el viento sobre el agua (HEROS, 2013).

Una de las ventajas de este sistema de siembra es un método rápido y que permite aprovechar mejor el área de siembra; también, se requiere de menos fuerza laboral y disminución del costo en comparación a la siembra de trasplante, aunque llega a depender de la experiencia y habilidad del sembrador (CÁRDENAS y TOUMA, 2011). En este sistema no hay diferencias de rendimiento por trasplante, la ventaja es que los costos de producción son de 15 % más bajos (GUZMÁN y SERRATA, 2018), por el menor uso de mano de obra, también por adelanto de la cosecha de siete a diez días en comparación con el sistema de siembra por trasplante (HEROS, 2013).

Pero si se amontona demasiada semilla en el área, las plántulas van a tener más competencia en su crecimiento y como resultado va a tener un menor desarrollo y problemas de enfermedades por menor aireación (AGUIRRE, 2009). En siembra al voleo, el crecimiento de las malezas es mayor que la siembra a trasplante, porque se emplea más semillas dificultando tareas de desmalezado y extracción de plantas y no es rentable, aunque se uniformice la siembra de las semillas de arroz; también, el exceso de agua o los espacios muy secos puede limitar la germinación de la semilla o causar mortandad de las plántulas recién emergidas (GUZMÁN y SERRATA, 2018).

- Siembra por trasplante

Para realizar el trasplante se requiere la realización previa de un semillero (GUZMÁN y SERRATA, 2018), porque la siembra por trasplante

consiste en no sembrar directamente al suelo, sino en un semillero y que cuando las plántulas alcancen 25 cm de altura y el campo esté inundado, se transfiere de las mismas al suelo (CÁRDENAS y TOUMA, 2011); pero, el rendimiento del semillero depende de la variedad del cultivo, edad de las plántulas y condiciones del terreno, nivelación y humedad, y para el trasplante se usan plántulas de 30 a 40 días después de la germinación (GUZMÁN y SERRATA, 2018).

Antes del trasplante; el semillero debe estar inundado, para que las plantas sean arrancadas de forma cuidadosa del semillero, ocasionando el menor daño posible al follaje y raíces. Por lo general se requiere de 45 kg/ha de semilla para un semillero. El semillero en cama húmeda, consiste en sembrar suelos fangueado y nivelados; con camas de 0.05 y 0.10 m de altura del nivel del suelo, con ancho que varía de 1 a 2 m y largo entre 20 y 30 m. Se recomienda a los 14 días después de la germinación en el semillero, fertilizar una dosis de 120 g de nitrógeno por hectárea y aproximadamente entre los 21 y 25 días, se hace el trasplante (CÁRDENAS y TOUMA, 2011).

Se utiliza plántulas con 18 a 20 días después de germinación y que por lo general se siembra en suelos húmedos y no inundados, de dos a tres plántulas por golpe (LIRA, 2004). El trasplante se puede hacer manualmente o con máquinas especiales (CÁRDENAS y TOUMA, 2011) a distancias de siembra de 0.30 x 0.20 m; 0.25 x 0.30 m o 0.30 x 0.30 m (TORRES, 2013), colocando de cuatro a cinco plantas por golpe (CÁRDENAS y TOUMA, 2011) y posteriormente a unos días después del trasplante; las plantas reciben una cantidad de agua con una lámina de agua que aumenta según la altura de la planta (LIRA, 2004).

La ventaja que cuenta este sistema de siembra, es apropiado para suelos contaminados y mal nivelados; también facilita el control de arroces indeseables y malezas, y con plantas con más resistencia al acame (GUZMÁN y SERRATA, 2018). Este sistema de siembra se caracteriza por garantizar un uso más eficaz de la semilla; las malezas y pérdidas de semillas disminuyen en comparación a la siembra al voleo; además es fácil de regular la densidad de siembra y facilitar el empleo de las herramientas manuales para el desmalezado y la extracción de plántulas. Una de las desventajas es el incremento del costo de producción, porque se requiere más jornaleros por ha/cosecha (CÁRDENAS y TOUMA, 2011) y por el semillero y trasplante (GUZMÁN y SERRATA, 2018).

Para trasplante se requiere en promedio 45 kg/ha de semillas, comparado con la cantidad requerida para la siembra al voleo que en promedio es 100 kg/ha de semillas (CÁRDENAS y TOUMA, 2011) o de 96 a 142 kg/ha de semillas (LIRA, 2004). Respecto al consumo de agua; por trasplante se usan de 8,500 a 9,000 m³/ha/cosecha; un consumo de agua menor usado al voleo que es 14,000 m³/ha/cosecha. Se pierde menor agua por escorrentía si hay manejo adecuado de la lámina de agua, haciendo posible disminuir entre 90 y 100 %. Al nivelar el suelo y la lámina de agua, en comparación al voleo; permiten que se disminuyan la pérdida de suelo en un 60 % (CÁRDENAS y TOUMA, 2011).

Una de las grandes ventajas, es que también se hace menos uso de herbicidas, porque la lámina de agua control la emergencia de malezas; además, debido a las distancias de siembra entre surcos y plantas, y plantas por golpe, hay mayor circulación del aire y el calor, lo que ayuda reducir la presencia plagas y enfermedades. También se puede aprovechar el rebrote del cultivo de

arroz (soca) después de la primera cosecha con producciones con buen manejo pueden alcanzar 80 a 90 % de la producción inicial, lo que permite disminuir las quemadas que destruyen la calidad del suelo (CÁRDENAS y TOUMA, 2011).

2.1.8. Variedades de arroz en estudio

a. INIA 509 – La Esperanza

INIA (2010) describe a la variedad de la forma siguiente:

- Origen

Esta variedad fue originada del cruce triple de (CT7948-AM-14-3-1/CT9038-5-5C-8C-3C-1C-M/Selva Alta) y durante los años 2001-2003, en la estación experimental agraria El Porvenir sede del INIA, y la selección se dio en las generaciones F₄ a F₆ y hasta el año 2009, en Alto Mayo (PEAM), Bajo Mayo, Huallaga Central, Bagua y Jaén (INIA) fue evaluada. En esta evaluación quedó establecida la fenología como: CT15704-9-1-2-EP2-EP1-VC51.

- Características agronómicas

Esta variedad es más resistente a mayor número de razas de *Pyricularia grisea* a la variedad Capirona; esta resistencia nos permite reducir los costos de producción, porque se hace un menor uso de fungicidas y hace posible incrementar los niveles de productividad, debido a un incremento de las dosis de fertilizantes nitrogenados. También la resistencia a *P. grisea* está asociado a la resistencia a tumbada, lo que le hace más resistente que la variedad Capirona. Se sabe que, en el campo, esta variedad presenta una moderada resistencia al virus de la hoja blanca; similar a Capirona. Se ha demostrado que los mayores rendimientos de grano en cáscara, permite tener una rentabilidad superior que la variedad Capirona; además, de presentar mejor sabor culinario, lo que hace

que sea muy preferido por productores arroceros de la ceja de la selva (Bagua y Jaén) y selva alta (San Martín).

- Características cuantitativas

El período vegetativo va de 130 a 145 días, cuya altura varía de 80 a 110 cm, con una hoja bandera erecta con una longitud de 24 a 36 cm y ancho de 1.60 a 2.00 cm. Es resistente al acame con macollamiento bueno, con 128 a 225 granos por panícula, de 26 a 30 g por 1000 granos y de 8.50 a 11.00 t/ha de rendimiento potencial, con 72 % de rendimiento molinero, 62 % de grano entero y 10 % de grano quebrado. La biometría del grano es de 9 a 10 mm de largo y 2 a 4 mm de ancho de grano. La densidad de las panículas es compacta y bien emergida con una longitud de la panícula de 24 a 26 cm. Presenta una longevidad foliar tardía y con respuesta alta al nitrógeno. Presenta resistencia a *Pyricularia* y *Bipolaris oryzae*, y moderadamente resistente a *Rizoctonia*.

- Manejo del almácigo

Durante todo el año se puede sembrar; se recomienda para 1 m², 200 g de semilla. Se debe remojar las semillas de arroz 36 horas y abrigar por 24 horas. El voleo de la semilla pregerminada se debe hacer sobre lámina de agua de 10 cm (transparente) y debe permanecer la capa de agua por un día después del voleo y posteriormente se debe drenar toda la poza. Se debe mantener la humedad del suelo durante tres a cinco días después del voleo tras dar riegos intermitentes y se debe fertilizar de 12 a 15 días después del voleo, que lo recomendable es fertilizar de 1.50 kg de urea para 100 m².

- Trasplante

Durante todo el año se puede trasplantar con 20 a 25 días de edad de almácigo y es recomendable sembrar de 20 x 25 cm entre distancia por golpe de cuatro a seis plantas por golpe. Asimismo, después del trasplante para asegurar el prendimiento se debe realizar secas para promover el macollamiento y posteriormente regar en función al requerimiento y crecimiento del arroz. Con el fin de evitar que las plantas compitan entre ellas, es preferible utilizar herbicidas pre emergente.

b. INIA 507 - La Conquista

INIA (2008) describe a esta variedad de la forma siguiente:

- Origen

En el Programa Nacional de Investigación en Arroz del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en colaboración y con el apoyo técnico del Proyecto Arroz del PDA - PEAM - Alto Mayo; desarrolló la variedad INIA 507 - La Conquista que corresponde a la línea PNA 2394-F2-EP4-6-6-AM-VC1 obtenida por el método de selección genealógica individual en El Porvenir (Tarapoto), que fue iniciada a partir del cruce PNA 2394, entre las variedades Huallaga - INIA y Uquihua, realizado en la Estación Experimental Agraria (EEA) Vista Florida - Lambayeque en 1995.

- Características agronómicas

Se ha encontrado que la variedad INIA 507 - La Conquista su rendimiento es similar a la variedad Capirona, que es la variedad comercial principal de la selva alta; además, presenta características de calidad de grano superior la variedad Capirona. Se ha observado que esta variedad es más

resistente a *Pyricularia* que las variedades comerciales Capirona, Huallaga – INIA, Moro, Selva Alta y Línea 14; lo que para los productores de arroz de la región San Martín, significa una importante alternativa para los productores de arroz, principalmente en el Valle del Alto Mayo, donde la incidencia de *Pyricularia grisea* y de otras enfermedades causadas por hongos es más. Respecto a la resistencia en campo al virus de la hoja blanca, es similar al de la variedad Capirona. Esta variedad, tiene un ciclo vegetativo más precoz que Capirona. Es más susceptible a la tumbaba que la variedad Capirona; pero menos susceptible Línea 14.

- Características cuantitativas

Esta variedad tiene un período vegetativo en promedio de 130 días y con altura de planta de 100 cm en promedio. Respecto al grano de arroz sin cáscara; la longitud y ancho del grano es en promedio igual a 7.30 mm y 2.00 mm respectivamente y con 95.00 % de traslucencia. El peso promedio de 1000 granos es igual 28.00 g, con un rendimiento de 9.60 t/ha, con 64 % de grano entero y 10 % de grano quebrado y 74 % rendimiento total de pila.

- Manejo del almácigo

Durante todo el año se puede sembrar; se recomienda para 1 m², 200 g de semilla. Las semillas de arroz deben remojarse por 48 horas y 36 horas de abrigo. Se debe mantener la lámina de agua transparente por 24 horas después del voleo de semilla pregerminada y luego se debe drenar toda la poza por tres a cinco días después del voleo para mantener húmedo el suelo y aplicar 1.50 kg de urea para 100 m² tras 12 a 15 días después del voleo.

- **Trasplante**

Durante todo el año se puede trasplantar después de 23 a 25 días de edad en el almácigo y es recomendable sembrar cuatro a seis plantas por golpe a una distancia por golpe de 20 x 25 cm entre. Asimismo, después del trasplante se debe hacer secas con el objetivo de asegurar el prendimiento y el macollamiento. Posteriormente dar agua en función al requerimiento y crecimiento del arroz. Con el fin de evitar que las malezas compitan entre ellas con las plantas de arroz, es preferible utilizar herbicidas preemergentes.

c. Fedearroz 60

FEDEARROZ (2000) describe a la variedad de la forma siguiente: Se recomiendan de 120 a 180 kg/ha de semilla de arroz para la preparación en seco y húmedo. Con sembrado de precisión se utilizan de 100 a 130 kg/ha para una óptima producción que va de 200 a 250 plantas/m² y 500 a 600 panojas/m². Esta variedad presenta un alto vigor y alto macollamiento; además es tolerante al volcamiento, aunque se debe tener cuidado el exceso de agua y fertilización nitrogenada. Es tolerante a *Pyricularia grisea*; es susceptible a *Rizoctonia* y a la causante de la hoja blanca en el campo; además bajo condiciones climáticas y manejo desfavorables a *Helminthosporium*. Se recomienda humedades de 22 a 26 % para la cosecha del grano. Según PADILLA (2019), el rendimiento potencial de la variedad Fedearroz 60 es de 9 t/ha.

2.2. Antecedentes sobre los sistemas de siembra

GUZMÁN y SERRATA (2018), evaluó dos sistemas de producción: sistema intensivo (alta densidad de plantas) y convencional (al voleo) del arroz. Concluyéndose superior el rendimiento en kg/ha del sistema intensivo frente a la producción convencional. Respecto a los componentes del rendimiento como tamaño de panículas, humedad e impureza de los granos de arroz y peso de mil granos; fueron superiores en el sistema intensivo en comparación al sistema convencional. Asimismo, la variedad evaluada (Quisqueya) obtuvo resultados iguales en enraizamiento y altura de la planta en ambos sistemas de producción; pero diferente en macollamiento, porque obtuvo un alto número de macollos en el sistema intensivo que en el convencional. Por otro lado, se observó que los costos de producción en los dos sistemas, fue mayor en el sistema de siembra convencional en comparación al sistema intensivo. Respecto a la relación costo - beneficio fue 234.54 % para el sistema intensivo de producción de arroz y para el sistema convencional fue 108.75 %; es decir, la rentabilidad de la variedad en el sistema intensivo es 54 % mayor al sistema convencional.

LIRA (2004) evaluó el sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) comparando a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego. Concluyéndose que el comportamiento que presentaron dos variedades de arroz en el sistema intensivo durante la fase vegetativa (vigor, macollamiento y altura), y en algunas variables de los componentes del rendimiento (fertilidad de tallos, panoja por planta, granos por panoja y longitud de panoja) fue mejor en comparación a los demás sistemas. El sistema que mayor índice de infección de enfermedad en relación con *Pyricularia oryzae*, fue el sistema de siembra al voleo en comparación al sistema intensivo y sistema de siembra por trasplante.

En los sistemas de trasplante se obtuvieron los más altos valores en rendimiento de grano; pero, el sistema de trasplante tradicional fue el más rentable.

En Tingo María, CAMPOS (2009) reportó que la variedad INIA 507 - La Conquista alcanzó un rendimiento de 9.23 t/ha con un ciclo vegetativo de 149 días después de la siembra. En Tingo María, PINEDO (2014) reportó que la variedad INIA 507 - La Conquista trasplantado a los 10 días, 13 días y 16 días, alcanzaron rendimientos de 10.66 t/ha, 10.42 t/ha y 11.17 t/ha, respectivamente. En Tingo María, GARCÍA (2010) reportó que la variedad Capirona trasplantado a los 7 días, 12 días y 17 días, alcanzaron rendimientos de 7.36 t/ha a 8.19 t/ha. También, ORTÍZ (2019) reportó que la variedad La Esperanza trasplantado a los 20 días posterior a su de la germinación, con 3 plantas por golpe, 5 plantas por golpe y 7 plantas por golpe con distancias entre golpes de 15 cm, 20 cm y 25 cm; alcanzaron rendimientos de 6.86 t/ha a 16.90 t/ha En Tocache, FLORES (2017), evaluó los niveles de nitrógeno y el efecto que causan, en tres densidades de siembra directa al voleo del cultivo de arroz variedad INIA 507 - La Conquista, alcanzando rendimientos de 4.90 a 7.10 t/ha. En Tingo María, VÁSQUEZ (2004) evaluó los comportamientos de dos cultivares y de cuatro líneas introducidas de arroz (*Oryza sativa* L.), alcanzando rendimientos de 7.98 t/ha a 8.89 t/ha. También, LEVEAU (2000) evaluó los rendimientos de tres líneas promisorias y tres variedades de arroz, alcanzando rendimientos de 4.60 t/ha a 9.83 t/h

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Campo experimental

A. Ubicación

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo en el área 1 del fundo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado Región Huánuco, cuyas coordenadas se determinó en UTM, con el equipo GPS navegador Germin 12XL y son las siguientes:

Metros Este 0410645

Metros Norte 8983244

Altitud media : 647 m. s. n. m.

B. Zona de vida

Según la clasificación de zonas de vida de HOLDRIDGE citado por INRENA (1995), Tingo María ecológicamente se encuentra en la formación vegetal bosque muy húmedo Pre-montano Tropical (bmh-PT).

C. Suelo

De acuerdo al Cuadro 1, el campo experimental presentó un suelo de textura franca y con pH medianamente ácido, y con niveles medio de materia orgánica y nitrógeno, respectivamente. El suelo presenta alto y bajo contenido de fósforo y potasio disponible, respectivamente. Se observa que la textura y el pH del suelo son aptos para la producción del cultivo de arroz, razón por el cual la aplicación complementaria de fuentes de nitrógeno y potasio, compensará un ambiente edáfico apropiado para la producción de arroz.

Cuadro 1. Análisis físico y químico del suelo del campo experimental.

Parámetros	Valores	Método empleado
Análisis físico:		
Arena (%)	49.00	Hidrómetro
Arcilla (%)	16.00	Hidrómetro
Limo (%)	35.00	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triangulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1)	5.42	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	2.68	Walkey y Black
Nitrógeno total (%)	0.13	% M.O. x 0.05
P disponible (ppm)	26.00	Olsen Modificado
K disponible (ppm)	73.00	Ácido sulfúrico
Ca cambiable (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	3.50	EAA
Mg cambiable (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0.50	EAA
K cambiable (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0.22	EAA
Na cambiable (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0.15	EAA
Al cambiable (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0.00	EEA
H cambiables (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0.00	EEA
Bases cambiables (%)	100.00	-
Acidez cambiable (%)	0.00	-
Saturación del aluminio (%)	0.00	-

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

D. Clima

De acuerdo al Cuadro 2, se registró que las temperatura máxima, mínima y promedio en los seis meses fueron iguales a 30.85, 20.35 y 25.60 °C respectivamente; mientras que los promedios de humedad, precipitación pluvial y horas de sol en los seis meses de evaluación fueron iguales a 83.33 %, 178.82 mm y 185.40 horas respectivamente. Los datos de temperatura son óptimos para la producción de arroz; pero la precipitación anual es muy alta, lo que pudo limitar la producción el cultivo si no se hacían hay buen manejo del agua y, además, la producción se realizó en meses de poca precipitación anual y por ende no hubo problemas fitosanitarios que se propician en altas precipitaciones.

Cuadro 2. Datos meteorológicos registrados durante el experimento entre los meses de mayo a octubre del 2019.

Meses	Temperatura (°C)			H.R. (%)	P.P. (mm)	Horas sol
	Máxima	Mínima	Media			
Mayo	31.00	20.90	25.95	84.00	214.20	181.40
Junio	30.80	20.40	25.60	84.00	128.20	200.40
Julio	30.30	20.20	25.25	84.00	230.60	189.20
Agosto	31.20	19.30	25.25	82.00	64.50	223.80
Setiembre	31.40	20.50	25.95	82.00	122.80	165.30
Octubre	30.40	20.80	25.60	84.00	312.60	152.30
Promedio	30.85	20.35	25.60	83.33	178.82	185.40

H.R. = Humedad relativa. P.P. = Precipitación total.

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María (2019).

3.2. Componentes en estudio

Factor A: Métodos de siembra

a₁ = Siembra por trasplante.

a₂ = Siembra al voleo.

Factor B: Variedades de arroz

b₁ = Fedearroz 60.

b₂ = INIA 507 - La Conquista.

b3= INIA 509 - La Esperanza.

3.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se describen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos en estudio		Descripción de los tratamientos en estudio
Clave	Interacción (AxB)	
T ₁	a ₁ x b ₁	Fedearroz 60 siembra por trasplante
T ₂	a ₁ x b ₂	La Conquista siembra por trasplante
T ₃	a ₁ x b ₃	La Esperanza siembra por trasplante
T ₄	a ₂ x b ₁	Fedearroz 60 siembra al voleo
T ₅	a ₂ x b ₂	La Conquista siembra al voleo
T ₆	a ₂ x b ₃	La Esperanza siembra al voleo

3.4. Diseño experimental

El diseño experimental empleado para el presente trabajo de tesis fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2A x 3B con 4 bloques, para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Duncan, con un nivel de significación de ($\alpha = 0.05$).

A. Modelo aditivo lineal

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

Dónde:

Y_{ijk} = Es el rendimiento (kg/ha), obtenido en la unidad experimental correspondiente al k-ésimo bloques en la i-ésima variedad en la que se aplicó el j-ésimo metodo de siembra.

μ = Es el efecto de la media general.

α_i = Efecto de la i-ésima método de siembra

β_j = Efecto del j-ésimo variedad de arroz.

$(\alpha \beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del j-ésimo método de siembra con la i-ésima variedad.

δ_k = Efecto de la k-ésimo bloques.

ε_{ijk} = Efecto aleatorio de error experimental asociada a dicha observación.

Para:

i = 1, 2, método de siembra.

j = 1, 2, 3, variedad de arroz

k = 1, 2, 3, 4 bloques.

B. Esquema del análisis estadístico

El esquema del análisis de variancia para el presente trabajo de tesis se presente en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de variación	Grados de libertad
Repetición	3
Tratamientos	5
A	1
B	2
A x B	2
Error experimental	15
Total	23

3.5. Características del campo experimental

a. Dimensiones del área experimental

Largo	:	15.50 m.
Ancho	:	17.50 m.
Área total del experimento	:	271.25 m ² .

b. Parcelas o repeticiones

Número de parcelas	:	4
Largo de parcela	:	3.50 m.
Ancho de parcela	:	17.50 m.
Área de la parcela	:	61.25 m ² .

c. Subparcelas

Número de subparcelas/parcela	:	6
Total, de subparcelas	:	24
Largo de la subparcela	:	3.50 m.
Ancho de la subparcela	:	2.50 m.
Área de la subparcela	:	8.75 m ² .
Distanciamiento de siembra por trasplante	:	0.20 x 0.20 m.
Número de plantas por golpe	:	4
Semilla por siembra al voleo	:	8 g/m ² .

3.6. Ejecución el experimento

3.6.1. Preparación del terreno

a. Preparación del campo experimental

El 18 de mayo del 2019; con un tractor agrícola, se hizo el arado, rastreado, fanguero y nivelación del campo experimental de un área de

271.25 m². Posteriormente con estacas y rafia se delimitó el campo experimental, las cuatro parcelas (61.25 m² por parcela) y las seis subparcelas por parcela (8.75 m² por subparcela) según el croquis (Anexo, Figura 13). Finalmente, con palanas y azadones se hizo los bordes a una altura de 0.50 m en todas las parcelas y subparcelas; asimismo, alrededor de las parcelas y subparcelas, se hizo canales de riego para la distribución de agua con una lámina de 5 cm.

b. Preparación de la cama almaciguera

El mismo día de la preparación del campo experimental y a una distancia de 10 m del campo; se realizó el arado, rastreado, fangueo y nivelación de la cama almaciguera para el trasplante en un área del campo experimental de 135 m². Después, con estacas y winchas se delimitó la cama almaciguera de un área de 1.80x1.40 m para 1.20 kg de semillas; pero, como se sembraron tres variedades, la cama almaciguera fue separada a 0.60 m por variedad con un área de 1.40x0.60 m para 0.40 kg de semillas por variedad. Se hizo los bordes a una altura de 0.50 m y canales de riego para el agua con una lámina de 5 cm.

3.6.2. Pregerminación de las semillas

a. Obtención de las semilla

Un mes antes de la siembra al campo experimental, se compraron 25 kg de semillas de arroz certificada por variedad (INIA 507 - La Conquista, INIA 509 - La Esperanza y Fedearroz 60) del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) – Tarapoto. Las semillas fueron almacenadas en un lugar fresco hasta el momento del pre germinación.

b. Remojo y/o hidratación de las semillas

Estas semillas por variedad y por separado, fueron colocadas en costales de yute. A cada costal se les amarró la entrada y se remojó por 36 horas en una fuente de agua en movimiento; el mismo que fue utilizado en el riego del cultivo durante el experimento. Eso sí, se observó a las 24 horas el proceso de hidratación y se volteó el saco para que continúe el uniforme pregerminado.

Abrigado de las semillas

Finalizado el remojo; los sacos se escurrieron por 24 a 36 horas en el almacén del Fundo Agrícola bajo una temperatura ambiente hasta apreciar el inicio de la germinación de la semilla (salida de la radícula en 2 mm).

3.6.3. Siembra por trasplante

a. Siembra a la cama almaciguera

El 10 de junio del 2019, se hizo la siembra de 1.20 kg de semillas pregerminadas de arroz (0.40 kg por variedad) en la cama almaciguera con una lámina de agua limpia de 5 cm. Se tuvo mucho cuidado al dispersar de manera uniforme las semillas, para no mezclar las variedades.

b. Manejo de agua del almácigo

24 horas después de la siembra de las semillas pregerminadas; se hizo el retiro del agua y dejando una delgada lámina (1 cm) para favorecer el enraizamiento de las semillas al suelo en los primeros días. A medida que las plántulas de arroz iban ganando altura, se fue subiendo el nivel del agua.

c. Fertilización del almácigo

Después de 15 días de la siembra, se aplicó 280 g de sulfato de amonio. Al momento de aplicar el fertilizante; se cerró la entrada y salida de agua a la cama almaciguera con el fin de mantener la lámina de agua de 5 cm; luego se dejó que se disuelva el fertilizante hasta que se impregne en el suelo y pueda ser tomado por las plantas de arroz. Constantemente se cambió el agua de la cama hasta realizar el trasplante al campo definitivo.

d. Extracción y trasplante de las plántulas

A los 25 días después de la siembra, se hizo el trasplante. Antes de sacar las plántulas de arroz de la cama almaciguera; se cerró los canales de riego y se dejó una lámina de agua de 5 cm. Manualmente y cuidadosamente se sacaron las plántulas de arroz que presentaron tres hojas verdaderas de la cama almaciguera; luego se extrajeron y lavaron las raíces de las plántulas formando garbas para ser llevadas a cada parcela. Antes de sembrar las plántulas; se hizo el despunte de las raíces para cortar la dominancia apical e inducir el crecimiento de los macollos para uniformizar el tamaño de las raíces y planta. Finalmente se utilizó dos palos rectos de caña brava de 20 cm alineando de extremo a extremo en el suelo de forma recta, cuya intersección de ambos palos fue el punto centro y trasplantándose cuatro plantas por golpe. La distancia de trasplante fue de 0.20 x 0.20 m en todas las parcelas según el croquis experimental.

3.6.4. Siembra directa

a. Siembra al voleo

La siembra al voleo de las semillas de las tres variedades de arroz en estudio (INIA 507 - La Conquista, INIA 509 - La Esperanza y Fedearroz

60), se hizo el mismo día que la siembra en la cama de almaciguera; es decir, el 10 de junio del 2019, se hizo la siembra de 1.92 kg de semillas pregerminadas de arroz (0.64 kg por variedad) en las subparcelas correspondientes por parcela de acuerdo al croquis experimental (Anexo, Figura 12). Antes de hacer el voleo de las semillas desde los bordes de las pozas; se abrieron las bocas las bocas de los bordes para dejar drenar el agua limpia con una lámina de 5 cm. La dispersión de las semillas fue uniforme para no mezclar las variedades.

b. Manejo del agua

Una vez voleada las semillas pregerminadas sobre una lámina de agua de 5 cm en las subparcelas de las parcelas; se le dio seca la poza a partir del segundo al quinto día y luego, se retornó el riego constante para así lograr el crecimiento de la semilla durante los 20 días después de la siembra. A los 20 días se cerró las bocas de las pozas por cinco días con la misma lámina de agua, para no perder nitrógeno por escorrentía. Después del quinto día, se abrieron las bocas de las pozas y se drenó el agua limpia con una lámina que fue aumentando según el crecimiento de las plantas en las subparcelas de las parcelas.

3.6.5. Manejo del cultivo en el campo experimental

a. Riego del campo experimental

El riego por igual para ambos métodos de siembra en el campo experimental se hizo a los 25 días después de la siembra. Cada riego se realizó por 48 horas y posteriormente se cerraba las bocas de la entrada de agua de las pozas manteniéndolo a capacidad de campo y humedeciendo, para no afectar el fertilizante y aprovechamiento de los nutrientes. La lámina de agua de riego se

hizo considerando que la lámina de agua tuvo 10 % de altura de la planta hasta los 15 días antes de la cosecha, época en que se retiró el agua y se mantuvo seco hasta la cosecha de los granos.

b. Fertilización

Según el análisis de suelo (Cuadro 1) y extracción de nutrientes para 8 t/ha de producción de arroz se debe aplicar 130 kg/ha N, 35 kg/ha P₂O₅ y 160 kg/ha K₂O (BERTSCH 2003); se fertilizó al voleo un total de 280 g/parcela (8.75 m²) de una mezcla de urea más cloruro de potasio. Es decir, se aplicó un total de 1.12 kg por tratamiento y 6.72 kg en todo el campo experimental. La fertilización se fraccionó en tres aplicaciones (Anexo) según la recomendación de BERTSCH (2003): la primera se hizo a los 20 días después de la siembra (dds), la segunda se hizo a los 30 dds y la tercera, a los 61 dds. Asimismo, antes de la floración se aplicó el foliar Fetrilon® Combi 1 a una dosis de 1 kg/ha para complementar la nutrición del cultivo.

c. Control de malezas

El control de malezas por dentro de las subparcelas y parcelas del campo experimental; se hizo a través del riego. Sin embargo, en los bordes de las subparcelas y parcelas de arroz; el control de malezas se hizo manualmente con machetes y forma oportuna cada siete días después de la siembra de las semillas hasta el trasplante; después del trasplante el control se hizo cada 15 días. Algunas malezas más comunes reconocidas como: *Ageratum conyzoides*, *Cyperus iria*, *Cyperus difformis*, *Monochoria vaginalis* y *Echinochloa colona*.

d. Control de plagas y enfermedades

La aplicación de insecticidas y fungicidas se hicieron por etapas de forma preventiva a cada variedad de arroz. A los doce días después de la siembra, tanto en el almácigo y las subparcelas de siembra al voleo, se aplicaron el insecticida Precisión (Alpha -cypermethrin) a 200 mL/h y el fungicida Epico (Azoxystrobin + Tebuconazole) a 200 mL/ha. La segunda aplicación fue en la etapa punto de algodón del cultivo, aproximadamente a los 50 días después de la siembra se aplicaron el insecticida Galil (Bifenthrin-Imidacloprid) a una dosis de 200 mL/ha y el fungicida Silvacur (Tebuconazole + Triadimenol) a 250 mL/ha. Aproximadamente a los 80 días después de la siembra e inicio de la floración del cultivo de arroz, se aplicaron el insecticida Albatross (Fipronil + Aditivo) a una dosis de 250 mL/ha y fungicida Epico (Azoxystrobin + Tebuconazole) a una dosis de 200 mL/ha. Finalmente, cuando inicio la maduración de los granos de arroz se aplicaron el insecticida Precisión (Alpha-cypermethrin) a una dosis de 200 mL/ha y el fungicida Silvacur (Tebuconazole + Triadimenol) a 250 mL/ha.

e. Cosecha

La cosecha de cada variedad de arroz se hizo en función a su proceso de desarrollo. Por eso, 15 días antes de realizar la cosecha se drenaron las pozas. La cosecha inició cuando se observó que las plantas presentaron una coloración amarilla y emparejamiento al 100 % de las espigas con más del 90 % de espiguillas con granos maduros y con una consistencia de dureza a la presión del grano con los dedos. Esta labor se hizo manualmente con una hoz, cortando las plantas a 10 cm del suelo y colocándolas en mantas de polietileno para luego liberar los granos de arroz de las panojas.

f. Trilla, secado y pilado

Las variedades de arroz cosechadas fueron separadas según el orden de los tratamientos en estudio (Cuadro 3). La trilla se hizo manualmente, venteando con sacos a los granos de arroz que se cosecharon para eliminar las impurezas. Luego, los granos en cáscara fueron secados al aire libre hasta que alcancen 14 % de humedad y se agrupó en un solo bloque los tratamientos para posteriormente realizar el pilado.

3.7. Parámetros a evaluar

3.7.1. Rendimiento del grano de arroz

a. Potencial de producción

Se calculó el rendimiento de arroz de los tratamientos en estudio para 1 ha mediante la siguiente la fórmula:

$$R \text{ (t/ha)} = NPm^2 \times PS \times PEF \times 0.001$$

Dónde:

R (t/ha) = Rendimiento del arroz.

NPm² = Número de panojas por m².

PS = Peso de 1000 semillas.

PEF = Porcentaje de espiguillas fértiles por panoja.

b. Componentes de rendimiento

- Número de panojas por m²

A Cinco días de la realizar la cosecha, se contabilizó el total de panojas (inflorescencia fecundada) por m² de la parcela neta por tratamiento en estudio.

- **Total de espiguillas por panoja**

A 15 días de la cosecha; se seleccionaron cinco panojas por planta de arroz de la parcela neta de cada tratamiento en estudio y se contabilizó lo siguiente: total de espiguillas por panoja, total de espiguillas fértiles por panoja, y por diferencia, se halló el total de espiguillas infértiles. Posteriormente, con los datos obtenidos se usó una fórmula para determinar el porcentaje de espiguillas fértiles por panoja:

$$\text{PEFP (\%)} = \frac{\text{TEFP}}{\text{TEP}} \times 100$$

Dónde:

PEFP = Porcentaje de espiguillas fértiles por panoja.

TEFP = Total de espiguillas fértiles por panoja.

TEP = Total de espiguillas por panoja.

- **Peso de 1000 granos**

Al final del secado de los granos con una humedad al 14 % de cada parcela neta por tratamiento en estudio; se seleccionaron 1000 granos de arroz y se pesaron en una balanza eléctrica de forma separada.

3.7.2. Altura de la planta

Se evaluó la altura de planta del arroz de los tratamientos en estudio a los 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la germinación (ddg). La evaluación consistió en usar una cinta métrica; cuya cinta sirvió para medir en centímetros la altura de planta de seis golpes competitivos tomadas al azar, desde la base del tallo hasta el ápice de la última hoja.

3.7.3. Fenología del cultivo

Se contabilizó el número de días que duraron las tres fases fenológicas del ciclo del cultivo (RUIZ, 2011): Vegetativa, reproductiva y maduración; es decir la fase vegetativa: Germinación, plántula, macollamiento y elongación del tallo, fase reproductiva: Iniciación de panoja, desarrollo de panícula y floración y fase maduración: Grano lechoso, grano pastoso y maduración.

3.7.4. Determinar el beneficio y costo (B/C) de los tratamientos

Para determinar el análisis de beneficio y costo de los tratamientos en estudio a través del método de análisis comparativo de ingresos y costos de producción mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación (B/C)} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

Para determinar el ingreso bruto de los tratamientos en estudio, se realizó de acuerdo al precio de un 1 kg de arroz al mercado local (S/ 2.50). Los costos de producción se determinaron proyectando para la producción de 1 ha.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Del rendimiento del grano de arroz

De acuerdo al análisis de variancia (Cuadro 5) para el rendimiento de arroz; se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio; también hay diferencias estadísticas altamente significativas entre los sistemas de siembra. Sin embargo, no existen diferencias estadísticas significativas en las demás fuentes de variación; lo que indica que no se someterán a un análisis por la prueba de Duncan. El valor del coeficiente de variación fue 8.06 %, indicando que hubo una excelente homogeneidad entre las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio.

Cuadro 5. Análisis de variancia para el rendimiento del grano de arroz.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		Promedio	
Tratamientos	5	26.54	AS
Sistemas de siembra (A)	1	130.91	AS
Variedades (B)	2	0.29	NS
Interacción (A x B)	2	0.6	NS
Error experimental	18	0.26	
Total	23		
CV: (%)	8.06		

AS : Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

NS: No existen diferencias estadísticas significativas.

Tratamientos en estudio

Los tratamientos de las tres variedades de arroz sembradas por trasplante, estadísticamente obtuvieron iguales rendimientos y por encima de los potenciales rendimientos que pueden alcanzar bajo condiciones normales como ya se mencionó en los párrafos anteriores; además se observa que estos tres tratamientos estadísticamente obtuvieron mayores rendimientos en comparación

a los rendimientos obtenidos por los tratamientos de las mismas variedades que fueron sembrados al voleo (Cuadro 6).

La variedad La Conquista sembrada al voleo (T₅) obtuvo un rendimiento de 7.53 t/ha (Cuadro 9) siendo similar al rendimiento reportado (7.01 t/ha) bajo un sistema de siembra al voleo en la provincia de Tocache (FLORES, 2017); sin embargo, menor a los rendimientos reportados bajo un sistema de siembra por trasplante en Tingo María, cuyos rendimientos fueron iguales a 9.23 t/ha (CAMPOS, 2008), 9.46 t/ha (PÉREZ, 2015) y 9.86 t/ha (ROMERO, 2018), respectivamente. Asimismo, este rendimiento es menor al rendimiento reportado por esta variedad bajo un sistema de cultivo intensivo en la zona de Tingo María que fue igual a 11.17 t/ha (PINEDO, 2014); pero todos esos rendimientos que fueron reportados como bibliografía por los autores en mención, fueron menores al rendimiento obtenido bajo un sistema de siembra por trasplante en nuestro estudio (Cuadro 6).

Respecto al párrafo anterior, las diferencias de rendimientos de esta variedad obtenidos por otros investigadores con nuestro estudio (Cuadro 9), puede deberse a diferentes factores externos e internos que llegan a influir en el rendimiento del grano de arroz; porque en nuestro caso, es probable que la suma de factores como el trasplante de plantas con buen vigor y desarrollo a los 25 días después de la germinación, y la baja densidad entre plantas debido al distanciamiento de siembra de 0.20 x 0.20 m; significativamente influyeron en un mayor rendimiento de las variedades sembrados por trasplante (Cuadro 6) que al voleo.

Estas diferencias de rendimiento que son influenciados por distintos factores externos e internos, pueden explicarse con el rendimiento de la variedad La Esperanza; que al voleo se obtuvo 7.38 t/ha en promedio (Cuadro 9); similar al rendimiento de esta misma variedad reportado bajo un sistema de siembra por trasplante en Tingo María igual a 7.24 t/ha (ROMERO, 2018); pero menor al rendimiento reportado bajo un sistema de siembra por trasplante en la provincia de Tocache, que fue igual a 16.90 t/ha (ORTIZ, 2019) y menor también al reportado en nuestro estudio (12.46 t/ha).

También se puede explicar con la variedad Fedearroz 60, cuyo rendimiento bajo un sistema al voleo es igual 7.59 t/ha (Cuadro 9), siendo mayor a los rendimientos reportados de esta variedad que oscilan de 6.90 t/ha (CUEVAS, 2010), 6.75 t/ha (SAAVEDRA, 2009) y de 1.05 a 5.86 (SÁNCHEZ *et al.*, 2013), respectivamente; pero similar a los rendimientos reportados bajo un sistema de siembra al voleo que va de 7.36 a 8.18 t/ha (GARCÉS y CASTILLA, 2015); aunque todos estos rendimientos reportados por distintos autores, son menores a lo obtenido bajo un sistema de siembra por trasplante que fue igual a 11.64 t/ha (Cuadro 9); pero coincidiendo con El Potrero (s.f.) citado por ABAD (2017) quien reporta que el potencial de esta variedad es 12.24 t/ha; y PADILLA (2019), quien reporta que esta variedad de arroz en San Martín y Amazonas, alcanzan rendimientos de 9 a 11 t/ha, pero su producción se ve afectada por su susceptibilidad al añublo bacterial del arroz.

Cuadro 6. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el rendimiento del grano de arroz de los tratamientos en estudio.

Rendimiento (Tn/ha)		
Tratamientos	Promedio	Sig.
T ₃ (La Esperanza siembra por trasplante)	12.46	a
T ₂ (La Conquista siembra por trasplante)	12.4	a
T ₁ (Fedearroz 60 siembra por trasplante)	11.64	a
T ₄ (Fedearroz 60 siembra al voleo)	7.59	b
T ₅ (La Conquista siembra al voleo)	7.53	b
T ₆ (La Esperanza siembra al voleo)	7.38	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Factor A.

El promedio obtenido de los rendimientos promedios por las variedades Fedearroz 60, INIA 507 - La Conquista e INIA 509 - La Esperanza, sembrados por trasplante; fue significativamente superior al promedio obtenido de los rendimientos promedios de las mismas variedades de arroz sembrados al voleo (Cuadro 6). Estos resultados probablemente se deban a características del sistema de siembra por trasplante en el manejo del cultivo, como la reducción de la presencia de las malezas durante el desarrollo vegetativo y la fácil regulación de la densidad de siembra (CÁRDENAS y TOUMA, 2011).

Cuadro 7. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha=0.05$), del factor sistemas de siembra (A), en el rendimiento del grano de arroz.

Rendimiento (Tn)		
Sistema de siembra	Promedio	
Por trasplante (a ₁)	79.615	a
Por voleo (a ₂)	73.09	b

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significancia estadística

Componentes del rendimiento

Según el análisis de variancia (Cuadro 9) para los componentes del rendimiento de arroz; se observa que:

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio en las evaluaciones de las variables número de panojas por m², total de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles/panoja y peso de 1000 granos de arroz. Es decir, que al menos un tratamiento en estudio, obtuvo un resultado significativamente diferente que los demás tratamientos en estudio en las evaluaciones de las variables en estudio.

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los dos sistemas de siembra en las evaluaciones de las variables número de panojas por m², total de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles/panoja y peso de 1000 granos de arroz. Sin embargo, no existen diferencias estadísticas significativas en las variedades de arroz en todas las variables evaluadas.

Los valores de los coeficientes de variabilidad obtenidos de las variables número de panojas/m², total de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz; fueron menores al 10 %. Estos valores, indican que hubo una excelente homogeneidad entre las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio.

Cuadro 8. Análisis de variancia para los componentes del rendimiento: número de panojas por m², total de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios				Peso de 1000 granos
		Panojas por m ²	Espiguillas (total)	Espiguillas fértiles (%)		
Tratamientos	5	8141.40 AS	290.27 AS	61.28 AS	38.43 AS	
Sistema de siembra (A)	1	40016.67 AS	1290.67 AS	301.04 AS	189.28 AS	
Variedades (B)	2	220.88 NS	79.17 NS	2.63 NS	0.53 NS	
Interacción (A x B)	2	124.29 NS	1.17 NS	0.40 NS	0.90 NS	
Error experimental	18	37.86	89.78	9.46	0.46	
Total	23					
CV: (%)		5.39	7.09	8.37	9.45	

AS: Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

NS: No existen diferencias estadísticas significativas.

Duncan

Estadísticamente, los tratamientos sembrados por trasplante obtuvieron mayor número de panojas por m², mayor número de espiguillas por panoja, mayor porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y mayor peso de 1000 granos, en comparación a los resultados de los tratamientos sembrados al voleo en las variables mencionadas (Cuadro 14), porque las variedades Fedearroz 60, INIA 507 - La Conquista e INIA 509 - La Esperanza tuvieron una mejor respuesta vegetativa y reproductiva al sembrarse por trasplante.

Esta respuesta positiva, se deba probablemente porque este sistema de siembra favoreció a establecer ciertas condiciones como el equilibrio de la densidad de plantas por determinada área de terreno en comparación a las plantas sembradas al voleo, donde se observó cierta aglomeración de plantas por determinada y disparidad entre estas aglomeraciones, lo que probablemente influyó en un mayor sombreamiento entre plantas y reduciéndose así, una mayor uniformidad de la luminosidad, y por ende los resultados de los componentes de rendimiento fueron estadísticamente bajos (Cuadro 14), porque bajo condiciones según GARCÉS (2013), el porcentaje de fertilidad de las espiguillas se reduce ,

y según SING (2005), también se reduce el total de espiguillas por panoja y se incrementa la esterilidad, y por ende baja la tasa de llenado del grano.

Los tratamientos registraron más de 120 espiguillas/panoja, un rango esperado porque el número de espiguillas por panoja varía de 100 a 200 (GUZMÁN, 2006); sin embargo, respecto al porcentaje de espiguillas fértiles, los tratamientos al voleo y por trasplante consiguieron entre 85 a 86 % y 92 a 94 % de fertilidad respectivamente (Cuadro 14), lo que califica al primer grupo como fértiles y al segundo grupo como altamente fértiles (RUIZ y CENTENO, 2007; CAMPOS, 2008 y RODRÍGUEZ, 2017), lo que les diferenció significativamente y determinó sus rendimientos (Cuadro 9), porque la fertilidad de las espiguillas es fundamental para obtener altos rendimientos (LIRA, 2004).

Sin embargo, se observó que el componente peso de los 1000 granos, fue el más afectado bajo un sistema de siembra al voleo en comparación a los demás componentes de rendimientos; de hecho, las variedades de arroz al voleo, en promedio alcanzaron 79.33 % del peso obtenido de las mismas bajo el sistema de siembra por trasplante (Figura 3d), siendo el porcentaje más bajo en comparación a los otros componentes de rendimiento, debido posiblemente a la baja luminosidad, porque GARCÉS (2013), quien reportó en su estudio, que las plantas de arroz con libre exposición al sol, estadísticamente presentaron mejor rendimiento en comparación a las plantas con disminución de la luminosidad, lo que se tradujo en un menor peso de grano.

Cuadro 9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los componentes de rendimiento del arroz de los tratamientos en estudio.

Panojas por m ²			Espiguillas por panoja			Espiguillas fértiles (%)			Peso de 1000 granos		
Tra.	Prom.	Sig.	Tra.	Prom.	Sig.	Tra.	Prom.	Sig.	Tra.	Prom.	Sig.
T ₃	492.75	a	T ₃	144.75	a	T ₃	93.25	a	T ₂	27.75	a
T ₂	482.00	a	T ₂	140.25	a	T ₂	92.75	a	T ₃	27.10	a
T ₁	474.50	a	T ₁	138.00	a	T ₁	92.00	a	T ₁	26.68	a
T ₆	402.50	b	T ₆	129.25	b	T ₆	86.00	b	T ₄	21.80	b
T ₅	402.00	b	T ₅	126.25	b	T ₅	85.75	b	T ₅	21.58	b
T ₄	399.75	b	T ₄	123.50	b	T ₄	85.00	b	T ₆	21.30	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Efectos principales del factor A

Estadísticamente se observa que las variedades de arroz en un sistema de siembra por trasplante alcanzaron mayor número de panojas/m², total de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz; en comparación a los resultados bajo un sistema de siembra al voleo (Cuadro 10), traduciéndose en mayor rendimiento en el sistema de siembra por trasplante que en el sistema de siembra al voleo.

Estas diferencias significativas en los resultados (Cuadro 10) del comportamiento vegetativo/reproductivo que tienen tres variedades de arroz en dos sistemas de siembra (trasplante y voleo); al parecer fue influenciado por diversos factores; pero creemos que fue principalmente influido por la densidad correcta en siembra por trasplante a cierto distanciamiento, en comparación a la alta densidad en áreas pequeñas dentro de las parcelas de siembra al voleo.

Esta desventaja, es debido a la falta de uniformidad que se da al volear las semillas al suelo; por eso, uno de los factores más influyentes en el macollamiento, es la densidad de plantas (MARTÍNEZ, 2010). Porque cuando hay una alta densidad en áreas determinadas, disminuye el número de macollos por planta (PINAZO, 2017) y como la cantidad de panojas está en función de la cantidad de macollos, en parcelas con baja densidad, hay mayor producción de

macollos y cuando hay alta densidad, ocurre lo contrario (PADILLA 2019); por eso, estadísticamente el número de panojas/m² bajo una siembra por trasplante, fue mayor al número de panojas/m² bajo una siembra al voleo (Cuadro 10).

Pero este poco espaciamiento entre plantas en las parcelas de siembra al voleo, reduce la luminosidad dentro de las plantas de arroz, lo cual influyó significativamente en el comportamiento vegetativo y reproductivo de las plantas de arroz de las tres variedades, porque el número total de espiguillas por panoja bajo el sistema de siembra al voleo fue significativamente menor al total de espiguillas por panoja bajo el sistema de siembra por trasplante (Cuadro 10); esto es probablemente posible, porque según SINGH (2005), si durante la fase reproductiva existe una baja luminosidad entre las plantas, se dará una reducción significativa del total de espiguillas por panoja. Además, se observa que existe significativamente un menor porcentaje de fertilidad en las plantas sembradas al voleo (Cuadro 10) en comparación a las plantas de arroz por trasplante, porque según JAGADISH *et al.* (2007), si durante el llenado del grano existen una baja luminosidad, el porcentaje de fertilidad de las espiguillas se ve disminuido.

La luminosidad juega un rol importante en la fotosíntesis de las plantas de arroz, porque la fotosíntesis se debe a la incidencia de la radiación solar, relación del área foliar (tasa/unidad de área), índice del área foliar y de la orientación de las hojas, porque un incremento de la fotosíntesis es la base para un incremento futuro de los rendimientos (EVANS, 2013); es por eso, que sólo incrementando el potencial de la fotosíntesis en la planta, es posible incrementar la productividad a 13 t/ha (QUINTERO, 2009).

Pero si existe una reducción del potencial fotosintético en la planta, debido a diferentes factores como la baja luminosidad; los componentes del rendimiento como el peso de 1000 granos es afectada, por eso, se observa en nuestro estudio que el promedio del peso de 1000 granos bajo un sistema de siembra al voleo es estadísticamente menor en comparación al peso de 1000 granos bajo la siembra por trasplante (Cuadro 11), porque según SALISBURY y ROSS (2000), un bajo potencial de la fotosíntesis puede influir en tener un bajo peso de los granos de arroz, porque tal como mencionan TAKAI *et al.*, (2006), la fotosíntesis juega un rol importante en la acumulación de materia seca al final de la fase reproductiva, que sirve a la planta para tener una buena disponibilidad de carbohidratos no estructurales serán removilizados en el llenado de grano.

Todos los promedios que fueron obtenidos por componente de rendimiento en el sistema de siembra al voleo, fueron aritméticamente menor a los promedios obtenidos en el sistema de siembra por trasplante (Cuadro 10); de hecho, en el sistema de siembra al voleo se obtuvo 83.09 %, 89.60 %, 92.36 % y 79.33 % de panojas por m², espiguillas por panoja, porcentaje de fertilidad de las espiguillas y peso de 1000 granos respectivamente, del total obtenido en el sistema de siembra por trasplante respectivamente.

El peso de 1000 granos de arroz bajo un sistema de siembra al voleo, fue relativamente más bajo en comparación a los demás componentes de rendimiento con 79.33 % del peso total obtenido en la siembra por trasplante. Esto indica, que este componente pudo influir significativamente más que los demás componentes del rendimiento; porque si hay una disminución de la tasa fotosintética por cualquier factor, hay una reducción en la disponibilidad de

asimilados (materia seca), lo que por efecto según SAMARAH *et al.* (2009), reduce los granos/espiga y peso de 1000 granos, coincidiendo con CHEN *et al.* (2012) y WU *et al.* (2008) quienes aseguran que existe correlación directa entre la producción de materia seca y rendimiento en grano.

Cuadro 10. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los componentes del rendimiento de arroz en cada sistema de siembra: número de panojas por m², total de espiguillas por panoja, porcentaje de espiguillas fértiles por panoja y peso de 1000 granos de arroz.

Sistemas de siembra	Panojas por m ²		Espiguillas por panoja		Espiguillas fértiles		Peso de 1000 granos	
	(Total)	Sig.	(Total)	Sig.	(%)	Sig.	(g)	Sig.
Trasplante (a1)	483.08	a	141.00	a	92.67	a	27.18	a
Voleo (a2)	401.42	b	126.33	b	85.58	b	21.56	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

4.2. De la altura de planta de arroz

De acuerdo al análisis de variancia para la altura de planta de arroz a los 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la germinación (ddg); se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio en todos los días de evaluación; es decir, que al menos un tratamiento en estudio estadísticamente se diferenció de los demás tratamientos.

Se observa que no hay diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de siembra a los 60 y 75 días después de la germinación (ddg); sin embargo se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas los 45, 90 y 105 días después de la germinación. Además, no existen diferencias estadísticas significativas entre las variedades de arroz a los 45, 60 y 75 días

después de la germinación; pero, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas a los 90 y 105 días después de la germinación.

Los valores de los coeficientes de variabilidad para la altura de planta de arroz a los 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la germinación (ddg); fueron menores al 10 %. Estos valores, indican que hubo una excelente homogeneidad entre las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio.

Cuadro 11. Análisis de variancia para la altura de planta del arroz a los 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la germinación

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios				
		45 d.d.s.	60 d.d.s.	75 d.d.s.	90 d.d.s.	105 d.d.s.
Tratamientos	5	67.50 AS	67.24 AS	128.46 AS	201.26 AS	117.74 AS
Sistema de siembra (A)	1	243.02 AS	2.78 NS	89.01 NS	528.77 AS	465.22 AS
Variedades (B)	2	8.66 NS	126.5 AS	134.73 NS	205.54 AS	58.46 AS
Interacción (A x B)	2	38.58 NS	40.21 NS	141.93 NS	33.24 NS	3.26 NS
Error experimental	18	13.61	8.93	18.81	5.11	3.05
Total	23					
C.V: (%)		7.54	8.03	6.17	9.51	7.71

AS: Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

NS: No existen diferencias estadísticas significativas.

Tratamientos en estudio

Se tomó como referencia final de la altura de planta lo obtenido a los 105 días después de la germinación; donde se observa que las alturas de planta de las variedades Fedearroz 60, La Conquista y La Esperanza sembrados por trasplante fueron estadísticamente mayores que las alturas de las mismas variedades sembrados al voleo (Cuadro 18), porque influyeron diversos factores como el voleo desuniforme de las semillas al terreno y posteriormente por ello, el espaciamiento reducido entre las plantas durante el desarrollo vegetativo, lo que dificultó el manejo del cultivo y por ende dificultar el crecimiento y producción del cultivo de arroz bajo un sistema de siembra al voleo.

Después de la siembra al voleo, hubo más dificultad en el manejo del cultivo al fertilizar y control de malezas, debido al poco espaciamiento entre las plantas, porque según AGUIRRE (2009), sí se acumula mucha semilla en el terreno, el desarrollo de las plantas tiene más competencia y como resultado hay un menor desarrollo y problemas de plagas y enfermedades por menor aireación; y según GUZMÁN y SERRATA (2018), al emplear excesiva semilla, dificulta el desmalezado y extracción de plantas, y no es rentable y aunque se uniformice la siembra; el exceso de agua o espacios limita el desarrollo de las plantas.

Aunque creemos que los espacios compactos entre plantas en áreas determinadas de las parcelas al voleo; no sólo dificultaron el manejo del cultivo, también jugó un rol preponderante en el desarrollo del cultivo e influyendo en la baja capacidad fotosintética de ellas, debido a la baja luminosidad que pudo existir entre ellas, porque al haber una caída de la tasa fotosintética de la planta, existe un menor desempeño de la planta (GARCÉS, 2013); por ende, esto afecta tanto en el crecimiento y producción del cultivo.

Cuadro 12. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta del arroz a los 105 días después de la germinación de los tratamientos en estudio.

Altura de planta (cm)		
Tratamientos	Promedio	Sig.
T ₁ (Fedearroz 60 siembra por trasplante)	110.48	a
T ₃ (La Esperanza siembra por trasplante)	107.82	b
T ₂ (La Conquista siembra por trasplante)	103.96	c
T ₄ (Fedearroz 60 siembra al voleo)	100.24	d
T ₆ (La Esperanza siembra al voleo)	99.45	d
T ₅ (La Conquista siembra al voleo)	96.16	e

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Efecto principal

A los 90 y 105 días después de la germinación (ddg); la altura de planta de arroz promedio obtenido de las alturas de las tres variedades de arroz sembrados por trasplante, fue estadísticamente mayor comparando con la altura de planta de arroz promedio obtenido de las alturas de las tres variedades de arroz sembrados al voleo, resultado similar al rendimiento de grano y componentes de rendimiento.

Es decir, posiblemente se deba a la influencia de los mismos factores como: a) la desuniformidad de las semillas voleadas en el terreno, dando áreas pequeñas más densas dificultando las labores agronómicas y luminosidad entre las plantas, reduciendo la tasa fotosintética de las plantas de arroz; y b) el trasplante de plantas seleccionadas con buen desarrollo y vigor, que determinó un mejor desempeño vegetativo y reproductivo. Al respecto; es probable que el primer factor haya determinado el crecimiento de la planta de arroz; aunque en la altura de la planta de arroz, hay varios factores que influyen, como la variedad, densidad de siembra, y condiciones ambientales y fertilización (CONTRERAS, 2019), pero cuya característica también influye en la capacidad del rendimiento del cultivo (CAMPOS, 2008).

Para este caso, creemos que también la altura de planta se vio afectada por el poco espaciamiento entre las plantas, reduciendo uniformidad de la luminosidad entre ellas y a su vez, influyendo negativamente en la fotosíntesis, y lo que se traduce finalmente, es en una disminución de fotosintatos vitales para su crecimiento y producción (PENG *et al.*, 2004) y la producción de biomasa (materia seca) y el índice de área foliar (GARCÉS, 2013) y por eso, a los 105 días después de la germinación, las plantas sembradas al voleo alcanzaron una

altura del 91.80 % de la altura de planta alcanzada en la siembra por trasplante (Figura 4b), diferenciándose aritméticamente a los 60 y 75 días después de la germinación (ddg), pero estadísticamente a los 45, 90 y 105 ddg

Cuadro 13. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta del arroz en dos sistema de siembra a los 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la germinación (ddg).

Sistemas de siembra (A)	Altura de planta (cm)					
	45 ddg		90 ddg		105 ddg	
Por trasplante (a ₁)	52.1	a	99.51	a	107.42	a
Por voleo (a ₂)	45.7	b	90.13	b	98.62	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Varietades de arroz (B)

A los 45 días después de la germinación (Cuadro 15) y 75 días después de la germinación (Cuadro 17); estadísticamente no se diferencian las alturas de planta de las variedades Fedearroz 60, INIA 507 - La Conquista e INIA 509 - La Esperanza. A los 90 y 105 días después de la germinación; las alturas de planta obtenidas por las variedades Fedearroz 60 e INIA 509 - La Esperanza, fueron estadísticamente iguales (Cuadro 17); sin embargo, estas alturas fueron estadísticamente mayores a la altura de la variedad INIA 507 - La Conquista.

A los 105 días después de la germinación (hasta la maduración de los granos aproximadamente); la altura de planta en promedio de dos sistemas de siembra de la variedad La Conquista, fue igual a 100.60 cm (Cuadro 17) y fue estadísticamente menor en comparación a las alturas de las dos variedades en estudio, porque es una variedad que alcanza una altura de planta de 100 cm en promedio (INIA, 2008); en cambio las variedades Fedearroz 60 e INIA 509 - La

Esperanza alcanzan promedios de altura de 110 cm (El Potrero, s.f. citado por ABAD, 2017) y de 80 a 110 cm (INIA, 2010) respectivamente.

Las alturas promedios de planta de las variedades Fedearroz 60, INIA 507 - La Conquista e INIA 509 - La Esperanza; fueron aritméticamente menores bajo un sistema de siembra al voleo en comparación al ser sembrados por trasplante (Cuadro 18); sin embargo, las alturas de las variedades tuvieron un progreso polinómico desde la germinación de la semilla (Figura 5); a pesar de que al principio, las plantas de arroz trasplantadas con alturas que variaba de 20 a 30 cm aproximadamente, tuvo cierta dificultad en anclarse al suelo y sufrió un temporal estrés de unos uno a tres días.

Cuadro 14. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta de tres variedades de arroz a los 60, 75, 90 y 105 días después de la germinación (ddg).

Variedades (B)	Altura de planta (cm)			
	90 ddg		105 ddg	
Fedearroz 60 (b1)	98.19	a	105.36	a
La Esperanza (b2)	97.27	a	103.64	a
La Conquista (b3)	88.99	b	100.06	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística

4.3. Fenología del cultivo

De acuerdo al análisis de variancia (Cuadro 19) para el total de días de las fases fenológicas de tres variedades arroz sembrados en dos sistemas de siembra; se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio en todas las fases fenológicas; es decir que al menos un tratamiento en estudio se diferencia estadísticamente de los demás

tratamientos en las evaluaciones del total de días que toman las fases vegetativa, reproductiva y maduración y total de días respectivamente.

También se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los sistemas de siembra en las evaluaciones del total de días que toman las fases vegetativa, reproductiva y maduración del cultivo de arroz, y total de días que dura las fases fenológicas. Caso contrario con las variedades, que no se diferenciaron estadísticamente en las evaluaciones realizadas.

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los dos sistemas de siembra al evaluar cada variedad de arroz de forma independiente, respecto a las evaluaciones del total de días de las fases vegetativa, reproductiva y maduración del cultivo de arroz, y total de días que dura las fases fenológicas. Caso contrario; no hay diferencias estadísticas entre las variedades al evaluar por cada sistema de siembra en todas las evaluaciones realizadas.

Los coeficientes de variabilidad para el número de días de las fases fenológicas de tres variedades arroz sembrados en dos sistemas de siembra; fueron menores al 10 %. Estos valores, indican una excelente homogeneidad entre las unidades experimentales en respuesta a los tratamientos en estudio.

Cuadro 15. Análisis de variancia para el número de días de las fases fenológicas de tres variedades arroz sembrados en dos sistemas de siembra.

Fuente de variación	G.L	Cuadrados medios			
		Vegetativa	Reproductiva	Maduración	Total
Tratamientos	5	50.00 AS	64.64 AS	29.37 AS	404.2 AS
Sistema de siembra (A)	1	240.67 AS	287.04 AS	121.5 AS	1890.84 AS
Variedades (B)	2	0.13 NS	7.29 NS	5.54 NS	24.13 NS

Interacción (A x B)	2	4.54	N S	10.79	NS	7.13	NS	41.38	N S
Error experimental	18	2.22		2.10		3.39		7.96	
Total	23								
C.V: (%)		2.95		3.59		5.92		2.31	

AS: Existe diferencias estadísticas al 1 % de probabilidad.

NS: No existen diferencias estadísticas significativas.

Tratamientos

Los días que duraron la fase vegetativa y fase reproductiva, y ciclo fenológico de las variedades Fedearroz 60, INIA 507 - La Conquista e INIA 509 - La Esperanza sembradas por trasplante; fueron estadísticamente mayores al número de días que duraron dichas fases en las mismas variedades sembradas al voleo; aunque estadísticamente el ciclo fenológico de la variedad Fedearroz 60 sembrada al voleo fue mayor en comparación al ciclo fenológico de la variedad INIA 509 - La Esperanza sembrada al voleo.

Como se observa la fase vegetativa que comprende las etapas de germinación, plántula, macollamiento y elongación del tallo (RUIZ, 2011), ocupó el mayor número de días del ciclo fenológico entre 40 % a 43 % del total del ciclo fenológico, aproximadamente. Sin embargo, creemos que es en esta etapa donde las variedades sembradas al voleo adelantan sus fases fenológicas y ciclo en general, porque las plantas con 28 a 32 cm de altura trasplantadas a los 25 días después de la germinación; sufrieron estrés esporádico mientras sus raíces se anclaban al suelo, lo que posiblemente hizo que el número de días del macollamiento de la planta hasta el inicio de la elongación del tallo (Cuadro 16) fuera mayor que las sembradas al voleo. Sin embargo, esta constante diferencial entre sistemas de siembra, se notó en las siguientes etapas y fases fenológicas.

Sin embargo, es difícil determinar o no se tiene claridad del porqué las cosechas de las tres variedades sembradas al voleo; se adelantaron entre 15 a 21 días en promedio (Cuadro 16) a las sembradas por trasplante; aunque es probable que influyeron significativamente muchos factores que determinaron la diferencia de días tanto en las fases como en el ciclo fenológico del cultivo.

Cuadro 16. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de días de cada fase fenológica y ciclo fenológico del arroz de los tratamientos en estudio.

Fase vegetativa			Fase reproductiva			Fase de maduración			Ciclo fenológico		
Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.
T ₂	54.25	a	T ₂	44.25	a	T ₂	34.75	a	T ₂	133.25	a
T ₃	53.75	a	T ₃	44.00	a	T ₁	33.00	ab	T ₃	130.00	a
T ₁	53.00	a	T ₁	43.00	a	T ₃	32.25	ab	T ₁	129.00	a
T ₄	48.25	b	T ₄	38.00	b	T ₄	30.25	bc	T ₄	116.50	b
T ₆	47.25	b	T ₅	38.00	b	T ₅	28.25	c	T ₅	112.75	bc
T ₅	46.50	b	T ₆	34.50	c	T ₆	28.00	c	T ₆	109.75	c

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

Efecto principal de A

Las tres variedades de arroz en promedio (Cuadro 17) sembrados por trasplante; obtuvieron estadísticamente mayor número de días de duración en las fases vegetativa, reproductiva y maduración, respectivamente. Asimismo, estadísticamente los días que tomó toda la fenología del cultivo de arroz bajo un sistema de siembra por trasplante, fue mayor en comparación al número de días que tomó la fenología del arroz bajo un sistema de siembra al voleo, porque en

la siembra al voleo en comparación a la siembra por trasplante, la cosecha suele adelantarse de siete a diez días (HEROS, 2013), posiblemente porque al volear las semillas germinadas directamente al terreno (CÁRDENAS y TOUMA, 2011), se reduce el tiempo de desarrollo de las plantas en comparación a las plantas que son trasplantadas, las cuales toman cierto número de días en que sus raíces se anclen y se adapten a esas condiciones para desarrollarse vegetativamente.

La cosecha de las variedades sembradas al voleo se adelantó 17.75 días en promedio a las mismas variedades sembradas por trasplante; sin embargo, es en la fase reproductiva donde las variedades sembradas al voleo se adelantaron 6.92 días de diferencia en promedio a las mismas sembradas por trasplante, tomando más días de diferencia entre ambos sistemas de siembra en comparación a las otras fases (Cuadro 20). Asimismo, se observa entre 40.54 % y 42.70 % del total de días que dura la fenología del cultivo, pertenece a la fase vegetativa; siendo la fase más duradera en número de días, la cual es seguida por la fase reproductiva

Cuadro 17. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de días de cada fase fenológica del arroz sembrados de dos sistemas de siembra.

Sistema de siembra (A)	Fases fenológicas			
	Vegetativa	Reproductiva	Maduración	Total
Por trasplante (a1)	53.00 a	43.75 a	33.33 a	130.75 a
Por voleo (a2)	48.25 b	36.83 b	28.83 b	113.00 b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

4.4. Del análisis económico

En el Cuadro 18, se observa que el índice de rentabilidad se obtuvo mediante la división: Utilidad (S/.) entre el costo de producción (S/.), para cada uno de los tratamientos en estudio; es decir, que el tratamiento T₃ () tiene mayor

valor el índice de rentabilidad con 7.43, con una utilidad neta fue de 35143.00 soles/ha, seguido del tratamiento T₆ () con un índice de rentabilidad de 20335.00, finalmente el de menor índice de rentabilidad fue el tratamiento T₅ () con 5.20, se afirma que la producción de arroz con semilla de calidad, permite generar un producto de calidad, proporciona un valor agregado al cultivo.

Cuadro 18. Análisis económico de los tratamientos en estudio para la producción del cultivo de arroz.

Trat.	Costos de producción/ha (S/.)															
	A.										B	C	D	E	F	G
	L. T.	P. T.	C.P.	C.E	C.M.	Sem.	S.	Abo.	Pesticidas	Cos.	C. Tot. (S/.)	Rdto.(kg/ha)	I. B.	U. (S/.)	I. R.	B/C
T ₁	90	750	90	90	120	203	600	562.00	224.00	2000	4729.00	11640	32592.00	27863.00	5.89	6.89
T ₂	90	750	90	90	120	203	600	562.00	224.00	2000	4729.00	12400	33480.00	28751.00	6.08	7.08
T ₃	90	750	90	90	120	203	600	562.00	224.00	2000	4729.00	12460	39872.00	35143.00	7.43	8.43
T ₄	90	0	90	90	120	315	90	562.00	224.00	1700	3281.00	7590	21252.00	17971.00	5.48	6.48
T ₅	90	0	90	90	120	315	90	562.00	224.00	1700	3281.00	7530	20331.00	17050.00	5.20	6.20
T ₆	90	0	90	90	120	315	90	562.00	224.00	1700	3281.00	7380	23616.00	20335.00	6.20	7.20

V. CONCLUSIONES

1. Las variedades Fedearroz 60, La Conquista y La Esperanza sembrados por trasplante, obtuvieron rendimientos promedios de arroz en cáscara iguales a 11.64 t/ha, 12.40 t/ha y 12.46 t/ha respectivamente. Estos rendimientos son estadísticamente mayores a los rendimientos obtenidos por las mismas variedades sembrados al voleo, los cuales fueron iguales a 7.59 t/ha, 7.53 t/ha y 7.38 t/ha respectivamente.
2. El sistema de siembra por trasplante estadísticamente obtuvo los mejores resultados en rendimiento, componentes de rendimiento y altura de planta; en comparación al sistema de siembra al voleo. Asimismo, se observó que las tres variedades de arroz obtuvieron resultados estadísticamente iguales en todas las variables evaluadas.
3. Las variedades Fedearroz 60, La Conquista y La Esperanza sembrados por trasplante, duraron 129 días, 133 días y 130 días, respectivamente; pero sembrados al voleo duraron 117 días, 113 días y 110 días respectivamente. Asimismo, la fase vegetativa abarca entre 40 % a 43 % del total de días del ciclo fenológico; la fase reproductiva abarca entre 32 % a 40 % del total de días del ciclo fenológico; la fase de maduración abarca entre 25 % a 26 % del total de días del ciclo fenológico.
4. Por cada sol invertido en la producción de las variedades Fedearroz 60, La Conquista y La Esperanza sembrados bajo un sistema por trasplante; se puede esperar cobrar el sol invertido más un retorno adicional de S/ 3.21,

S/ 3.49 y S/ 3.51, respectivamente; mientras que bajo el sistema por voleo, el retorno adicional es S/1.45, S/ 1.43 y S/ 1.38, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los productores de arroz de Tingo María, bajo un sistema de riego; la siembra por trasplante porque se obtiene mejores rendimientos de arroz en cáscara en comparación al sistema de siembra al voleo. Pero, además, se obtiene mejor retorno de por cada sol invertido en la producción de arroz en comparación al sistema de siembra al voleo; es decir, se puede reducir los costos de producción adquiriendo mejores utilidades.
2. Se recomienda la producción de las variedades Fedearroz 60, INIA 507 - La Conquista e INIA 509 - La Esperanza, porque bajo riego en un sistema de siembra por trasplante se puede obtener altos rendimientos y excelentes utilidades.
3. Se recomienda un estudio más riguroso sobre la producción bajo estos dos sistemas de siembra; analizando la luminosidad, temperatura, horas de sol y otros parámetros climáticos en relación a la densidad de plantas de arroz, que ayuden a determinar que influencia significativa pueden tener sobre la producción de arroz.

VII. RESUMEN

Durante los meses de mayo a octubre del 2019, en el Fundo Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María; se investigó la producción de arroz en cáscara de tres variedades bajo dos sistemas de siembra (por trasplante y al voleo). Los tratamientos en estudio fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados determinaron que las variedades Fedearroz 60, INIA 507 - La Conquista e INIA 509 - La Esperanza, bajo un sistema de siembra por trasplante; alcanzaron estadísticamente los mejores rendimientos con 11.64 t/ha, 12.40 t/ha y 12.46 t/ha respectivamente; los cuales fueron mayores en comparación a los rendimientos obtenidos por las mismas variedades sembrados bajo un sistema al voleo con 65.21 %, 60.73 % y 59.23 % de los rendimientos obtenidos bajo un sistema de siembra por trasplante. Estadísticamente las alturas de plantas de las variedades de arroz sembrados por trasplante fueron mayores en comparación cuando fueron sembrados al voleo. Además, los ciclos fenológicos de Fedearroz 60, INIA 507- La Conquista e INIA 509 - La Esperanza; duraron menos días bajo un sistema de siembra al voleo en comparación bajo un sistema de siembra por trasplante. Finalmente; las rentabilidades de Fedearroz 60, La Conquista y La Esperanza sembrados al voleo, fueron iguales a 45.00 %, 40.90 % y 39.27 % de las rentabilidades obtenidas por las mismas variedades de arroz bajo un sistema de siembra por trasplante, respectivamente.

ABSTRACT

During the months of May to October 2019, at the Agricultural Farm of the Faculty of Agronomy of the National Agrarian University of La Selva de Tingo María; The paddy rice production of three varieties was investigated under two sowing systems (by transplanting and broadcasting). The treatments under study were distributed in a completely randomized design with four repetitions. The results determined that the varieties Fedearroz 60, INIA 507 - La Conquista and INIA 509 - La Esperanza, under a transplant sowing system; they statistically reached the best yields with 11.64 t/ha, 12.40 t/ha and 12.46 t/ha respectively; which were higher in comparison to the yields obtained by the same varieties sown under a broadcast system with 65.21 %, 60.73 % and 59.23 % of the yields obtained under a transplant sowing system. Statistically the plant heights of the rice varieties planted by transplantation were higher in comparison when they were sown broadcast. In addition, the phenological cycles of Fedearroz 60, INIA 507 - La Conquista and INIA 509 - La Esperanza; they lasted fewer days under a broadcast seeding system compared to a transplant seeding system. Finally; the returns of Fedearroz 60, La Conquista and La Esperanza sown broadcast were equal to 45.00 %, 40.90 % and 39.27% of the returns obtained by the same varieties of rice under a transplant sowing system, respectively.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ABAD, L. 2017. Influencia de bioactivadores fisiológicos en la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el distrito de morales, región San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional De San Martín – Tarapoto. Tarapoto, Perú. 73 p.
2. AGRARIA. 2020. Crédito del estado no supera ni el 5 % de dicha inversión: inversión en cultivo de arroz en Perú alcanza los S/ 3.600 millones en la presente campaña. Publicado por Agencia Agraria de Noticias (AGRARIA). Lima, Perú. ([En línea]: <https://tinyurl.com/ycgpxkh6>, documento publicado en la página web de AGRARIA el 10 de junio del 2020, revisado el 30 de junio del 2020).
3. ANDINA. 2018. Producción de arroz cáscara creció 55.6% en abril del presente año. Publicado por Agencia Peruana de Noticias (ANDINA). Lima, Perú. ([En línea]: <https://tinyurl.com/y8zhmu8p>, documento publicado en la página web de ANDINA el 22 de junio del 2018, revisado el 30 de junio del 2020).
4. AGUIRRE, D. 2009. Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno mediante la aplicación de briquetas de urea como alternativa para pequeños productores de arroz (*Oriza Sativa*), en La Parroquia San Juan, Cantón Pueblo Viejo, provincia De Los Ríos. Tesis para optar el título de Ingeniero Agropecuario. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 125 p.
5. ALVA, C. 2000. Manejo integrado del cultivo de arroz. Editorial CODESE – L. Chiclayo, Perú. 358 p.

6. APIA. 2019. Agro próspero: La ilusión perdida. En AGROTECNIA – Revista Institucional del Profesionalismo Agrario. Editado por Asociación Peruana de Ingenieros Agrarios (APIA). Lima, Perú. 66 p.
7. AZCÓN, J., y TALÓN, M. 2013. Fundamentos de fisiología vegetal. Segunda edición. Editorial McGraw-Hill - Interamericana de España, S. L. Madrid, España. 651 p.
8. BERTSCH, F. 2003. Absorción de los nutrimentos por cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 29 p.
9. CAMPOS, E. 2008. Comportamiento agronómico de cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 99 p.
10. CÁRDENAS, D., y TOUMA, M. 2011. Estudio comparativo de dos métodos de fertilización del cultivo de arroz: usando briquetas de urea con diferentes concentraciones de zeolita y el sistema tradicional en la zona Febres Cordero - Provincia de Los Ríos. Tesis para optar el Ingeniero Agrícola y Biológico. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 143 p.
11. CASTILLO, M. 2016. Estudio de tres distanciamientos de siembra y tres niveles de nitrógeno en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), variedad Tinajones en el valle de San Lorenzo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú. 121 p.

12. CHEN, S.; ZHANG, X.; ZHANG, G.; WANG, D., y XU, CH. 2012. Grain yield and dry matter accumulation response to enhanced panicle nitrogen application under different planting methods (*Oryza sativa* L.). Australian Journal of Crop Science, 6 (12): 1630-1636.
13. CONTRERAS, M. 2019. Implementación y transferencia tecnológica de un sistema productivo de arroz seco (*Oryza sativa* L.) como proyecto demostrativo, en el municipio de Achí – Bolívar. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia. 81 p.
14. CUEVAS, A. 2010. Fedearroz Mocarí y Caracolí: efecto de la densidad poblacional. Revista Arroz, 58 (485): 14-18.
15. DICTA. 2003. Manual técnico para el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Comayagua, Honduras. Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA): Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG). 18 p.
16. EVANS, J. 2013. Improving photosynthesis. Plant Physiology, 162: 1780–1793.
17. FAGERIA, N. 2007. Yield physiology of rice. Journal of Plant Nutrition, 30: 843-879.
18. FEDEARROZ. 2000. Variedad Fedearroz 60. Editado por la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ). Bogotá, Colombia. ([En línea]: <https://tinyurl.com/ycgpxkh6>, documento en la página web de FEDEARROZ publicado 25 de septiembre del 2000, revisado 30 de noviembre del 2019).

19. FLORES, J. 2017. Efecto de cuatro niveles de nitrógeno, en tres densidades de siembra directa al voleo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Cv INIA 507 La Conquista, bajo riego en la provincia de Tocache San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 115 p.
20. GARCÉS, G. 2013. Influencia de las altas temperaturas, la baja luminosidad y la época de siembra sobre el comportamiento fisiológico de dos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis para optar el título de Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Fisiología de Cultivos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 87 p.
21. GARCÉS, G., y CASTILLA, L. 2015. Uso del clorofilometro (índice de verdor) como estrategia en la fertilización nitrogenada en el cultivo de arroz. Revista Arroz, 63 (517): 34 – 38.
22. GARCÍA, E. 2010. 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. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 75 p.
23. GÓMEZ, L.; SOPLÍN, H.; SOSA, G., y HEROS, E. 2017. Siembra directa: una alternativa para mejorar la sustentabilidad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Perú. Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible, 6: 13-26.
24. GUZMÁN, D. 2006. Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; Cañas, Guanacaste,

Costa Rica. Costa Rica. Práctica para optar al grado de Bachillerato en Ingeniería en Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica: Sede Regional San Carlos. Costa Rica. Pp. 20 – 25.

25. GUZMÁN, M., y SERRATA, J. 2018. Evaluación de dos sistemas de producción: sistema intensivo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) y convencional en Ranchito, La Vega. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, menciones Producción de Cultivos y Producción Agrícola. Universidad Autónoma de Santo Domingo. Santo Domingo, República Dominicana. 100 p.
26. HEROS, E. 2013. Guía técnica: manejo integrado en el cultivo de arroz. Editado por AGROBANCO. Rioja, Perú. 26 p.
27. INEI. 2019. Producción de arroz cáscara creció 19.20 % en noviembre de 2018. Nota de prensa N° 009 - 23 enero 2019. Editado por Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Lima, Perú. 2 p. ([En línea]: <https://tinyurl.com/vonlz8p>, documento en PDF revisado 30 de noviembre del 2019).
28. INIA.2004. El cultivo del arroz en Venezuela. Editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Maracay, Venezuela. 202 p.
29. INIA. 2008. Arroz INIA 507 – La Conquista. Boletín informativo de la Estación Experimental Agraria “El Porvenir” – Tarapoto. Editado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Tarapoto, Perú. 2 p. ([En línea]: <https://tinyurl.com/y97rn99c>, documento en PDF revisado 30 de noviembre del 2019).

30. INIA. 2010. Arroz INIA 509 – La Esperanza. Boletín informativo de la Estación Experimental Agraria “El Porvenir” Marzo 2010. Editado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Tarapoto, Perú. 2 p. ([En línea]: <https://tinyurl.com/y8nsspb5>, documento en PDF revisado 30 de noviembre del 2019).
31. INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM (ITIS). 2019. ITIS Report, *Oryza sativa* L. Taxonomic Serial N°: 41976. ([En línea]: <https://tinyurl.com/y5j5ktv8>, documento en línea revisado el 23 de noviembre del 2019).
32. JAGADISH, P.; CRAUFURD, P., y WHEELER, T. 2007. High temperature stress and spikelet fertility in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Experimental Botany*, 58 (7): 1627-1635.
33. JIANG, L.; DAI, T.; JIANG, D.; CAO, W.; GAN, X., y WEI, S. 2004. Characterizing physiological N-use efficiency as influenced by nitrogen management in three rice cultivars. *Field Crops Research*, 88: 239–250.
34. LIRA, E. 2004. Evaluación del sistema de intensificación de arroz (*Oryza sativa* L) en comparación a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego en Darío, Matagalpa. Postrera 2003. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 68 p.
35. LEVEAU, C. 2000. Rendimiento de tres líneas promisorias y tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Tingo María. Tesis para optar

- el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 79 p.
36. MARTÍNEZ, T. 2010. Caracterización y optimización del ahijado de arroz en el Delta del Ebro. Tesis para optar el título de Doctor. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 301p.
37. MINAG. 2010. Arroz en el Perú. Boletín informativo septiembre 2010. Editado por el Ministerio de Agricultura (MINAG). Lima, Perú. 6 p. ([En línea]: <https://tinyurl.com/ydbht5ba>, documento en PDF revisado el 23 de noviembre del 2019).
38. MINAGRI. 2019. Informe: IV Censo Nacional de Arroz - En molinos, almacenes y comercios mayoristas 2019. Editado por Ministerio Agricultura y Riego (MINAGRI). Lima, Perú. 13 p.
39. MOQUETE, C. 2010. Guía técnica: El cultivo de arroz. Editorial Centenario S.A. Santo Domingo, República Dominicana. Pp. 27 – 35.
40. ORTIZ, J. 2016. Comparación técnico – económico del trasplante tradicional vs el trasplante en hileras del arroz (*Oryza sativa* L.) en Bellavista – San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 118 p.
41. ORTÍZ, M. 2019. Rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad INIA 509 - La Esperanza, con tres distanciamientos y diferente número de plantas por golpe, bajo riego en Tocache – San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 96 p.

42. OSORIO, J. 2007. Evolución del crecimiento, rendimiento de grano y partición de fotosintatos en 14 variedades de arroz representantes de diversos ciclos de mejoramiento en Colombia. Tesis para optar el título de Magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitomejoramiento. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 135 p.
43. PADILLA, C. 2019. Tres fuentes de silicio en la producción de biomasa del arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones controladas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 184 p.
44. PEAH. 2019. Manual del cultivo de arroz. En el proyecto: Mejoramiento de capacidades tecnológicas de los productores arroceros del distrito de Cholón, provincia de Marañón – Huánuco. Editado por el Proyecto Especial Alto Huallaga (PEAH). Huánuco, Perú. 28 p.
45. PENG, S.; HUANG, J.; SHEEHY, J.; LAZA, R.; VISPERAS, R.; ZHONG, X.; CENTENO, G.; KHUSH, G., y CASSMAN, K. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. PNAS, 101 (27): 9971–9975.
46. PÉREZ, R. 2015. Influencia de los abonos sintéticos y orgánicos en la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad “Conquista” bajo riego en Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Conservación de Suelos y Aguas. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 107 p.

47. PINAZO, M. 2017. Comparación de tres sistemas de trasplante manual de arroz (*Oryza sativa* L.), en el valle Jequetepeque. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 101 p.
48. PINEDO, J. 2014. Rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad La Conquista' en tres edades de siembra y diferente número de plantas por golpe, en el sistema de cultivo intensivo en Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 82 p.
49. QUINTERO, C. 2009. Factores limitantes para el crecimiento y productividad del arroz en Entre Ríos, Argentina. Tesis para obtener el grado de Doctor. Universidad de La Coruña. La Coruña, España. 179 p.
50. RAMÓN, O. 2014. Efecto del fertilizante de liberación controlada cote N2 y convencional en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Cuca. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador. 64 p.
51. RODRÍGUEZ, H. 1999. Fertilización del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). In 11° Congreso Nacional Agronómico y Recursos Naturales - 3° Congreso Nacional de Suelos. Colegio de Ingenieros Agrónomos, Vol. III. San José, Costa Rica. Pp. 123-136.
52. RODRÍGUEZ, D. 2017. Potencial de rendimiento de líneas mutantes de arroz (*Oryza sativa* L.) desarrolladas mediante aplicación de rayos gamma en condiciones del valle de Jequetepeque. Tesis para optar el título

- de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 67 p.
53. ROMERO, C. 2018. Comportamiento de cuatro variedades y tres líneas introducidas de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 114 p.
54. RUÍZ, S., y CENTENO, N. 2007. Evaluación del comportamiento agronómico de 11 líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa* L.) en el valle de Sébaco, durante la época de postrera del 2006. Tesis para optar el título de Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 49 p.
55. RUIZ, N. 2011. Informe de pasantías realizadas en la hacienda "Jesús María". Tesis para optar el título de Tecnóloga en Agricultura. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 63 p.
56. SALISBURY, B., y ROSS, W. 2000. Fisiología de las plantas: Células, agua, soluciones y superficies. Trad. J.M. Alonso. Editorial Paraninfo. Madrid, España. 305 p.
57. SÁNCHEZ, D.; BEDOYA, C.; ERAZO, A., y SUÁREZ, J. 2013. Desempeño agronómico de dos variedades de arroz en la Amazonía colombiana. Ingenierías & Amazonia, 6 (1): 15 – 22.
58. SAAVEDRA, E. 2009. Las nuevas variedades de Fedearroz y su comportamiento en el Caribe Húmedo. Boletín Informativo de la Federación Nacional de Arroceros-Fondo Nacional del Arroz, 220: 4-5.

59. SAMARAH, N.H., ALQUDAH, A.M., AMAYREH, J.A., MCANDREWS, G.M. 2009. The effect of late-terminal drought stress on yield components of four barley cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 195:427-441.
60. SÁNCHEZ, S. 2019. Evaluación agronómica de las variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) SFL - 011 e INIA 512 - Santa Clara en condiciones de riego. Tesis para optar el título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 71 p.
61. SIEA. 2019. Encuesta nacional de intenciones de siembra 2019: Campaña agrícola agosto 2019 – julio 2020. Editado por el Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias - Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú. 99 p.
62. SINGH, S. 2005. Effect of low-light stress at various growth phases on yield and yield components of two rice cultivars. *IRRN*, 30 (2): 36-37.
63. TAKAI, T.; YANO, M., y YAMAMOTO, T. 2010. Canopy temperature on clear and cloudy days can be used to estimate varietal differences in stomatal conductance in rice. *Field Crops Research*, 115: 165-170.
64. TINOCO, R., y ACUÑA, A. 2009. Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Editado por el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología (INTA). San José, Costa Rica. 78 p.
65. TORRES, R. 2013. Evaluación agronómica de cinco variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) a dos distancias en siembra directa bajo el sistema de cultivo en seco en la comunidad de Nushino Ishpingo del cantón

Arajuno, provincia de Pastaza. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 70 p.

66. VÁSQUEZ, U. 2004. Evaluación del comportamiento de dos cultivares y cuatro líneas introducidas de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo riego en Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 95 p.
67. WELCH, J.; VINCENT, J.; AUFHAMMER, M.; MOYA, P.; DOBERMANN, A., y DAWE, D. 2010. Rice yields in tropical/subtropical Asia exhibit large but opposing sensitivities to minimum and maximum temperatures. PNAS, 107 (33): 14562-14567.
68. WU, W.; ZHANG, H.; QIAN, Y.; CHENG, Y.; WU, G.; ZHA, C., y DAI, Q. 2008. Analysis on dry matter production characteristics of super hybrid rice. Rice Science, 15 (2): 110-114.

IX. ANEXO

Cuadro 19. Resultados de la altura de planta de los tratamientos en estudio a los 45 días después de la germinación.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	55.71	49.17	52.33	49.33	51.64
T ₂	45.83	45.00	51.33	54.33	49.13
T ₃	49.50	52.00	57.67	62.83	55.50
T ₄	41.29	48.29	46.20	49.50	46.32
T ₅	46.71	48.57	44.86	46.00	46.54
T ₆	45.29	44.57	44.57	42.83	44.32

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 20. Resultados de la altura de planta de los tratamientos en estudio a los 60 días después de la germinación.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	67.00	62.50	71.00	62.00	65.63
T ₂	63.67	64.83	66.33	64.00	64.71
T ₃	69.60	73.00	75.67	76.50	73.69
T ₄	66.67	70.83	70.43	72.00	69.98
T ₅	64.60	65.29	63.00	57.29	62.54
T ₆	67.67	71.67	67.00	71.50	69.46

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 21. Resultados de la altura de planta de los tratamientos en estudio a los 75 días después de la germinación.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	79.33	80.33	86.00	80.33	81.50
T ₂	78.83	87.33	82.17	84.60	83.23
T ₃	98.17	95.67	102.00	88.17	96.00
T ₄	75.86	86.29	90.00	89.86	85.50
T ₅	79.86	79.00	81.57	81.29	80.43
T ₆	81.67	84.50	79.67	87.17	83.25

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 22. Resultados de la altura de planta de los tratamientos en estudio a los 90 días después de la germinación.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	101.57	103.97	101.79	103.76	102.77
T ₂	86.72	95.92	91.13	93.06	91.71
T ₃	106.95	103.12	104.27	101.91	104.06
T ₄	91.50	94.43	92.71	95.83	93.62
T ₅	84.19	87.52	87.25	86.13	86.27
T ₆	93.00	89.67	90.67	88.60	90.48

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 23. Resultados de la altura de planta de los tratamientos en estudio a los 105 días después de la germinación.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	112.67	109.52	109.15	110.60	110.48
T ₂	103.22	106.30	105.56	100.78	103.96
T ₃	110.95	107.12	106.63	106.58	107.82
T ₄	101.50	98.67	100.00	100.79	100.24
T ₅	95.20	94.60	97.07	97.76	96.16
T ₆	98.07	100.58	100.33	98.83	99.45

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 24. Resultados del total de panojas/m² de los tratamientos en estudio.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	480.00	476.00	470.00	472.00	474.50
T ₂	488.00	478.00	488.00	474.00	482.00
T ₃	497.00	493.00	484.00	497.00	492.75
T ₄	410.00	400.00	393.00	396.00	399.75
T ₅	408.00	403.00	395.00	402.00	402.00
T ₆	401.00	395.00	405.00	409.00	402.50

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 25. Resultados del peso de 1000 granos de arroz en gramos (g) de los tratamientos en estudio.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	26.10	26.30	27.20	27.10	26.68
T ₂	27.30	27.90	27.60	28.20	27.75
T ₃	28.10	27.90	25.90	26.50	27.10
T ₄	22.50	21.30	21.10	22.30	21.80
T ₅	21.40	21.10	21.50	22.30	21.58
T ₆	22.10	20.60	21.30	21.20	21.30

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 26. Resultados del total de espiguillas por panoja de los tratamientos en estudio.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	146.00	140.00	129.00	137.00	138.00
T ₂	135.00	132.00	146.00	148.00	140.25
T ₃	140.00	157.00	151.00	131.00	144.75
T ₄	134.00	118.00	127.00	115.00	123.50
T ₅	123.00	135.00	132.00	115.00	126.25
T ₆	127.00	117.00	128.00	145.00	129.25

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 27. Resultados del número de espiguillas fértiles por panoja de arroz de los tratamientos en estudio.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	135.78	131.60	112.23	128.78	127.10
T ₂	128.25	116.16	132.86	143.56	130.21
T ₃	134.40	144.44	135.90	124.45	134.80
T ₄	109.88	100.30	110.49	98.90	104.89
T ₅	107.01	116.10	116.16	94.30	108.39
T ₆	106.68	97.11	115.20	126.15	111.29

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 28. Resultados del porcentaje de espiguillas fértiles por panoja (%) de los tratamientos en estudio.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	0.93	0.94	0.87	0.94	0.92
T ₂	0.95	0.88	0.91	0.97	0.93
T ₃	0.96	0.92	0.90	0.95	0.93
T ₄	0.82	0.85	0.87	0.86	0.85
T ₅	0.87	0.86	0.88	0.82	0.86
T ₆	0.84	0.83	0.90	0.87	0.86

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 29. Resultados del rendimiento del grano de arroz en cáscara (t/ha) de los tratamientos en estudio.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	11.65	11.77	11.12	12.02	11.64
T ₂	12.66	11.74	12.26	12.97	12.40
T ₃	13.41	12.65	11.28	12.51	12.46
T ₄	7.56	7.24	7.21	7.59	7.40
T ₅	7.60	7.31	7.47	7.35	7.43
T ₆	7.44	6.75	7.76	7.54	7.38

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 30. Días de la fase vegetativa de los tratamientos en estudio.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	52.00	51.00	54.00	55.00	53.00
T ₂	53.00	54.00	57.00	53.00	54.25
T ₃	55.00	53.00	55.00	52.00	53.75
T ₄	47.00	48.00	49.00	49.00	48.25
T ₅	46.00	47.00	47.00	46.00	46.50
T ₆	49.00	45.00	48.00	47.00	47.25

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 31. Días de la fase reproductiva de los tratamientos en estudio.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	43.00	42.00	44.00	43.00	43.00
T ₂	46.00	46.00	44.00	41.00	44.25
T ₃	43.00	44.00	45.00	44.00	44.00
T ₄	37.00	36.00	40.00	39.00	38.00
T ₅	37.00	38.00	38.00	39.00	38.00
T ₆	35.00	33.00	36.00	34.00	34.50

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.

Cuadro 32. Días de la fase de maduración de los tratamientos en estudio.

Clave/Repetición	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Promedio
T ₁	32.00	36.00	32.00	32.00	33.00
T ₂	34.00	34.00	35.00	36.00	34.75
T ₃	34.00	35.00	32.00	28.00	32.25
T ₄	29.00	30.00	32.00	30.00	30.25
T ₅	28.00	27.00	28.00	30.00	28.25
T ₆	28.00	28.00	26.00	30.00	28.00

Leyenda:

T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante.
T₃ = La Esperanza siembra por trasplante.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.
T₅ = La Conquista siembra al voleo.

T₂ = La Conquista siembra por trasplante.
T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.
T₆ = La Esperanza siembra al voleo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisedesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: GUSTAVO ESTEBAN MAYLLE							PROCEDENCIA: FUNDO UNAS - TINGO MARIA															
N°	CODIGO DEL LAB.	DATOS DE LA MUESTRA	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+) / kg						CICe	%	%	%
		Referencia	Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1	%	%	disponible	Ca		Mg	K	Na	Al	H	Bes.		Ac.	Sat. Al	
1	S1623	Aplicó fertilizantes	49	16	35	Franco	5.42	2.68	0.13	26	73	-	3.50	0.50	0.22	0.15	-	-	-	100	0	0

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

Recibo N° 980728

TINGO MARIA, 22 DE ABRIL 2019



Figura 1. Análisis de suelo del campo experimental.



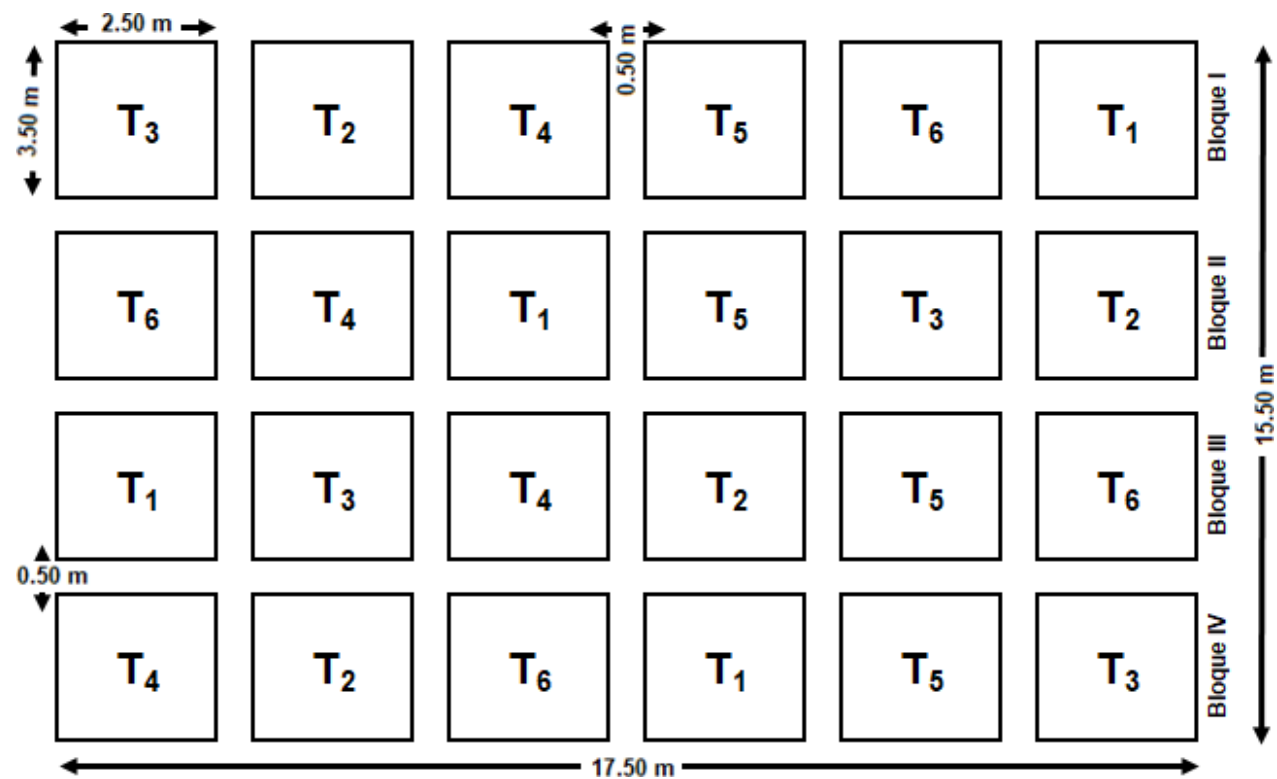
Figura 2. a) Variedades de arroz. b) Preparación del campo experimental. c) Control de malezas de los bordes de la parcela.
d) Trasplante. e) Control de malezas. f) A los dos meses después de la germinación.



Figura 3. a) Aplicación del fertilizante foliar. b) Aplicación del fungicida a los 15 días después del trasplante. c) Medición de la altura de planta. d) etapa R4 de la floración. e y f) Etapa de floración.



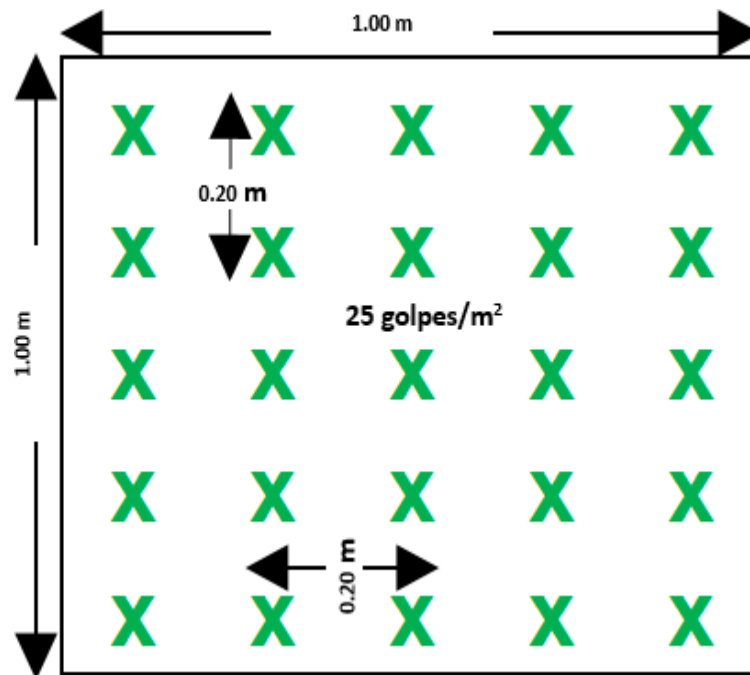
Figura 4. a) Cultivar Conquista. b) Cultivar Esperanza. c) Estado punto limón. d) maduración del grano. e y f) Cosecha.



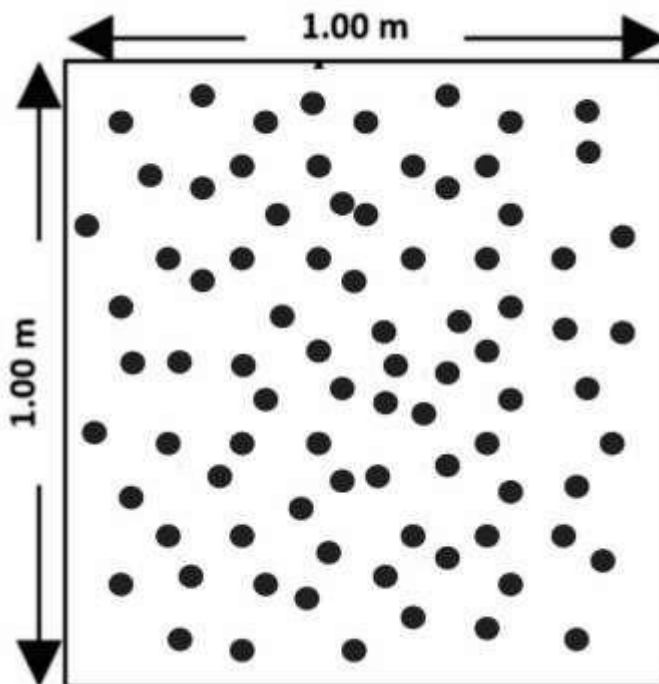
T₁ = Fedearroz 60 siembra por trasplante
 T₂ = La Conquista siembra por trasplante
 T₃ = La Esperanza siembra por trasplante

T₄ = Fedearroz 60 siembra al voleo
 T₅ = La Conquista siembra al voleo
 T₆ = La Esperanza siembra al voleo

Figura 5. Croquis experimental.



Siembra al trasplante



Siembra directa o al voleo

Figura 6. Parcela neta de los tratamientos en base a siembra directa.