

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**“INFLUENCIA DE LOS ABONOS SINTÉTICOS Y ORGÁNICOS EN
LA PRODUCCIÓN DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) VARIEDAD
“CONQUISTA” BAJO RIEGO EN TINGO MARIA”**

TESIS

Para optar al título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCION CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS**

REINERIO PEREZ CHAVEZ

Tingo María – Perú

2015

DEDICATORIA

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida que han servido de gran ejemplo a seguir, y a mi esposa, quien fue fuente de inspiración para poder culminar la investigación.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a dios por el sustento de cada día, a mis hermanos y amigos quienes colaboraron en el desarrollo de mi tesis

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION.....	01
II. REVISION DE LITERATURA.....	03
2.1. El cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	03
2.1.1. Importancia agroeconómica.....	03
2.1.2. Características productivas.....	03
2.1.3. Condiciones agroclimáticas.....	04
2.1.4. Morfología de la planta del arroz.....	08
2.1.5. Fisiología de la planta del arroz.....	09
2.1.6. Manejo agronómico.....	12
2.1.7. Recomendaciones del cultivo de arroz variedad “La Conquista”.....	18
2.1.8. Cosecha y poscosecha.....	20
2.2. Fertilización en el cultivo de arroz.....	21

2.2.1.	Importancia de la fertilización.....	21
2.2.2.	Fertilización orgánica.....	24
2.3.	Abonos orgánicos.....	25
2.3.1.	Abono orgánico Bocashi.....	26
2.3.2.	Biol.....	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1.	Campo experimental.....	31
3.1.1.	Ubicación del campo experimental.....	31
3.1.2.	Descripción e historia del área experimental.....	31
3.1.3.	Datos meteorológicos.....	32
3.1.4.	Análisis de suelo.....	32
3.2.	Materiales.....	33
3.2.1.	Materiales de campo.....	33
3.2.2.	Maquinaria de campo.....	34
3.2.3.	Insumos.....	34

3.3.	Componentes en estudio.....	34
3.3.1.	Cultivo (A).....	34
3.3.2.	Abonos sintéticos (B).....	35
3.3.3.	Abonos orgánicos (C).....	35
3.4.	Tratamientos en estudio.....	35
3.5.	Diseño estadístico.....	36
3.6.	Características del campo experimental.....	37
3.6.1.	Área experimental.....	37
3.6.2.	Bloques.....	38
3.6.3.	Parcelas.....	38
3.7.	Ejecución del experimento.....	38
3.7.1.	Limpieza del terreno.....	38
3.7.2.	Muestreo del suelo.....	39
3.7.3.	Preparación y demarcación de la parcela experimental.....	39
3.7.4.	Pre germinado de la semilla.....	39

3.7.5. Almacigado de la semilla.....	40
3.7.6. Saca de plántulas y trasplante.....	40
3.7.7. Control de malezas.....	40
3.7.8. Fertilización.....	41
3.7.9. Riego.....	42
3.7.10. Control fitosanitario.....	42
3.7.11. Cosecha.....	43
3.7.12. Trillado, secado y pesado.....	43
3.8. Características a evaluar y metodología.....	44
3.8.1. Análisis físico - químico del suelo al inicio del experimento.....	44
3.8.2. Análisis físico - químico del suelo al final del experimento.....	44
3.8.3. Altura de planta.....	44
3.8.4. Número de macollos por golpe de siembra.....	45
3.8.5. Número de panojas por metro cuadrado.....	45

3.8.6. Número de espiguillas fértiles por panícula.....	45
3.8.7. Número de espiguillas infértiles por panícula.....	45
3.8.8. Peso de 1000 semillas.....	46
3.8.9. Rendimiento.....	46
IV. RESULTADOS.....	47
4.1. Análisis de suelos de los tratamientos en estudio.....	47
4.2. Altura de planta.....	50
4.3. Número de macollos.....	55
4.4. Número de panojas por m ²	58
4.5. Espigas fértiles e infértiles.....	61
4.6. Rendimiento del cultivo de arroz.....	63
V. DISCUSIÓN.....	66
5.1. Análisis de suelos	66
5.2. Altura de planta.....	69
5.3. Número de macollos.....	71

5.4.	Número de panojas por m ²	72
5.5.	Espigas fértiles e infértiles.....	73
5.6.	Peso de 1000 granos y rendimiento de arroz.....	74
VI.	CONCLUSIONES.....	77
VII.	RECOMENDACIONES.....	78
VIII.	ABSTRACT.....	79
IX.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	81
X.	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Datos meteorológicos registrados durante el experimento.....	32
2. Análisis físico-químico del suelo experimental.	33
3. Descripción de los tratamientos.	35
4. Modelo del Análisis de Variancia.....	36
5. Momento y dosis (%) de aplicación de los abonos por tratamiento.....	41
6. Resultados del análisis físico-químico de suelos, según tratamientos.	48
7. Análisis de variancia (ANVA) para el parámetro altura de la planta (cm) en la primera, segunda y tercera evaluación.....	52
8. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro altura de la planta (cm) en la primera, segunda y tercera evaluación .	53
9. Análisis de variancia del parámetro número de macollos en la primera, segunda y tercera evaluación.....	56
10. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro número de macollos en la primera, segunda y tercera evaluación.....	57

11. Análisis de variancia del parámetro número de panojas por m ² en la primera y segunda evaluación.....	58
12. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro número de panojas por m ² en la primera y segunda evaluación.....	59
13. Análisis de variancia del parámetro número de espigas fértiles e infértiles del cultivo de arroz.	61
14. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro número de espigas fértiles e infértiles.	61
15. Análisis de variancia del parámetro peso (g) de 1000 granos de arroz y rendimiento (kg ha ⁻¹) de grano.	64
16. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro peso de 1000 granos y rendimiento de grano.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Valores de pH de los tratamientos en estudio.	47
2. Relación entre los valores de materia orgánica y nitrógeno total.	49
3. Relación de potasio y fósforo disponible.	50
4. Altura de planta (cm) de los tratamientos en estudio.	54
5. Número de macollos de los tratamientos en estudio.	58
6. Número de panojas por m ² de los tratamientos en estudio.	60
7. Número de espigas fértiles e infértiles de los tratamientos.	63

RESUMEN

La investigación se desarrolló de enero a abril del 2009 en los terrenos del Fundo N^o.1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situada a 1.5 km de la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Se evaluó la “Influencia de los abonos sintéticos y orgánicos en la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad “conquista” bajo un sistema de riego en Tingo María”. La aplicación de fertilizantes se realizó en base a los resultados de los análisis de suelos se empleó la fórmula de NPK (120 – 80 150 kg ha⁻¹), y como fuentes orgánicos se aplicaron el bocashi y el Biol.

Los resultados obtenidos de los análisis de suelos inicial presentaron un suelo con textura franco arcilloso, un pH (5.60), materia orgánica y nitrógeno medio con 2.20 y 0.10%, fósforo y potasio disponible bajo con 6.60 ppm y 300.00 kg ha⁻¹, los mismos que se incrementaron o disminuyeron al momento de la fertilización; el pH del suelo, materia orgánica, nitrógeno, fosforo y potasio se incrementó por la aplicación del bocashi y biol, respecto al pH inicial. Los tratamientos T1, T5 y T2 estadísticamente presentaron una altura de planta, número de macollos, número de panojas por m², espigas fértiles y rendimiento, mayor a los demás tratamientos; el tratamiento T7 (Testigo) estadísticamente obtuvo resultados muy inferiores para todos los parámetros evaluados; los tratamientos T1, T5 y T2 con 9,430.59; 7598.82 y 7,539.49 kg ha⁻¹; los demás tratamientos T3, T4 y T6 obtuvieron un rendimiento inferior 5,782.85; 5,691.62 y 5463.15 kg ha⁻¹ respectivamente, el tratamiento T7 dónde no se abonó ni fertilizó se obtuvo 4227.05 kg ha⁻¹.

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es un cultivo principal de la agricultura y es un integrante básico de la canasta familiar de todos los peruanos. En el Perú, el arroz se cultiva tanto en la costa como en la selva, los departamentos con mayor área de este cultivo son: Lambayeque y Piura; ambos ubicados en la costa peruana y en la selva destacan los departamentos de San Martín y Loreto (MINAG, 2012). El mundo, para el año 2025 requerirá 400 millones de toneladas adicionales de arroz para suplir la demanda (CIAT, 1981) esta demanda potencial del cereal constituye una amenaza para el deterioro de las propiedades del suelo debido a la alta cantidad de agua, fertilizantes químicos y pesticidas que se usan para la producción convencional de dicho cultivo. En África y Asia, el arroz se le cultiva bajo un sistema intensivo de riego (SIR) y novedoso con ahorro de agua que consiste en realizar el trasplante con plántulas de nueve a doce días de edad, máximo a los quince días, a muy baja densidad y riegos intermitentes en fases de crecimiento y madurez e inundación solo en reproducción, elevándose la productividad a 2 t ha^{-1} a más de $8 \text{ a } 10 \text{ t ha}^{-1}$ sin más fertilizantes químicos, pesticidas o variedades caras de semillas, rompiendo así las reglas convencionales (MINAG, 2012).

La producción convencional de arroz con inundación y deterioro de suelos utilizando maquinarias como fangueadoras para la preparación del

terreno deteriora cada vez al suelo de manera que esto ha hecho que cada campaña se tenga que suplir o ir aumentando la cantidad de agua y fertilizantes que requiere el cultivo.

Respondiendo a la interrogante la utilización de abonos orgánicos aplicado al cultivo de arroz bajo el sistema SICA mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, e incrementa los rendimientos del cultivo, y se acepta la hipótesis: donde todas las fuentes de abonamiento mejoran las propiedades físicas y químicas de un suelo con arroz e incrementan su productividad. Planteandonos los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la influencia del abonado inorgánico y orgánico en la producción sostenible del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad “Conquista” bajo un sistema de riego.

Objetivos específicos

Determinar la mejor fuente de abono que mejore las propiedades físicas y químicos deseables del suelo para un cultivo del arroz.

Determinar el mejor rendimiento del arroz y sus componentes con la aplicación de abonos sintéticos y orgánicos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

2.1.1. Importancia agroeconómica

El arroz *Oryza sativa*, es una planta gramínea que pertenece a la familia poaceae, es uno de los principales cultivos de importancia nacional, es el producto que más aporta al PBI agropecuario y agrícola, generando la mayor cantidad de empleos en el sector agrario. Aportó el 4.5% del PBI agropecuario y con el 7.7% del PBI agrícola del país en el año 2011; a su vez genera alrededor de 44.7 millones de jornales los que equivalen a 161,300 empleos anuales permanentes, es por esto que tiene en el medio rural una fuerte influencia económica y social, estimándose que la inversión en mano de obra, representa casi el 30% de la producción bruta arroceras nacional (MINAG, 2012).

2.1.2. Características productivas

En 1994, según el III Censo Nacional Agropecuario, la producción está atomizada en pequeños productores, cada cual con diferente nivel de tecnificación, el 26.2 % de los cultivos de arroz provienen de unidades agropecuarias con superficies menores a 5 has; el 42.7%, de unidades entre 5

y 20 has y el 31.1% de los cultivos de las grandes unidades agropecuarias (más de 20 ha). De acuerdo a los sistemas del cultivo, de arroz se produce bajo condiciones de riego, en secano y en barrial, cubriendo el área irrigada entre 85 a 90% de la superficie nacional arrocera, aportando casi el 95% de la producción nacional. Existe grandes fluctuaciones de los niveles de producción entre valles y dentro de los valles determinados por los niveles de tecnología utilizados y factores ambientales.

Los rendimientos más altos se obtienen en el sistema irrigado en los valles de Camaná y Majes en Arequipa, con 13,708 kg/ha, en las áreas de barrial, en las playas de los ríos amazónicos, que se forman en el período de vaciante son casi 50% más bajos que las áreas irrigadas; las áreas de secano registran los rendimientos bajos, debido al uso de cultivares de bajo rendimiento, plagas y enfermedades, suelos ácidos, entre otros factores. El consumo de este producto cubre el 19% del total diario de requerimientos en calorías, para ello requiere una temperatura entre 22 y 26 °C para su producción, buena luminosidad y humedad entre 70 y 80% durante su floración, los suelos para su siembra deben ser de textura fina, arcilla (40%) con un pH aproximado entre 5.0 y 8.0 (MINAG, 2012).

2.1.3. Condiciones agroclimáticas

2.1.3.1. Clima

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y climas templados.

El cultivo se extiende desde 49 a 50 grados de latitud norte a los 35 grados de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500 m. de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la alta variabilidad de las mismas (MINAG, 2012).

2.1.3.2. Temperatura

El arroz necesita, para germinar, un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima de 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces requiere un mínimo de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen rápidamente, los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influenciado por la temperatura y por la disminución de la duración de los días. Las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos. Un tiempo lluvioso y con temperaturas bajas perjudica la polinización. El

mínimo de temperatura para florecer se considera de 15 °C, el óptimo de 30 °C. Por encima de los 50 °C no se produce la floración (MINAG, 2012).

2.1.3.3. Radiación solar

La radiación solar es la fuente de energía que las plantas utilizan en el proceso de fotosíntesis. La radiación solar (calorías -gramos /cm²) es más alta mientras menos nubes o neblina existan. La Costa Sur del Perú tiene uno de los índices más altos de radiación solar, seguida de la Costa Norte entre las zonas arroceras del mundo. En la Selva la radiación solar es menor debido a las lluvias. Mientras más altos sean los índices de radiación solar entre el “encañado” y la cosecha, más altos serán los rendimientos del arroz. Mientras más radiación solar exista, menos será la estatura de las plantas, ya que no tienen que crecer mucho para obtener más luz. Mientras más baja sea la estatura, menos se va a tumbar la planta (MINAG, 2012).

2.1.3.4. Humedad relativa

La humedad relativa ambiental no tiene por si efectos directos en el cultivo del arroz, sin embargo ejerce una profunda influencia en el grado de los ataques de plagas y enfermedades. Las cabeceras de estos valles, así como los valles de la Costa Sur y la Selva integra, poseen humedades relativas altas y serios problemas de plagas y las enfermedades, principalmente el “quemado” causado por *Pyricularia oryzae*. Por este motivo es importante que las nuevas variedades de arroz que se lancen comercialmente para la Selva Alta, entre otras características tengan resistencia principalmente a piricularia o

“quemado del arroz” y a hoja blanca, así como a plagas como la mosca minadora y cogollero.

2.1.3.5. Suelo

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes. El pH de la mayoría de los suelos tiende a cambiar hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario.

El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de los nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico. Los suelos de la Selva Alta, son suelos arcillosos fértiles, de tipo vertisólico, pH neutro a alcalino (6.5 a 8.5), moderados en materia orgánica y nitrógeno, bajos en fósforo y altos en potasio, pequeñas áreas están afectadas por sales. El arroz solo responde a aplicaciones de nitrógeno. Los suelos de la Selva Baja, predominan en un 90%

suelos ácidos, infértiles de tipo laterítico y podzoles rojo - amarillos, de textura variable, pH entre 4.2 a 5.2, variables en materia orgánica y nutrientes (MINAG, 2012).

2.1.3.6. Agua

El insuficiente o inconsistente abastecimiento de agua es una de las mayores dificultades en la producción de arroz. Los altos rendimientos de las variedades modernas han sido posibles por el agua de riego, cíclicamente el agua escasea ocasionando “sequías” parciales que también retrasan el inicio de la campaña arrocera o afectan los rendimientos cuando se presentan después de instalada la campaña. En valles costeros prácticamente no llueve, mientras que en las zonas de la selva las precipitaciones anuales varían desde 602 mm, en Bagua hasta 3,456 mm, en Tingo María. El cultivo del arroz bajo condiciones de riego de inundación consume entre 12,000 y 14,000 m³ en la Costa y entre 16,000 y 18,000 m³ en la Selva (MINAG. 2012).

2.1.4. Morfología de la planta del arroz

En la planta del cultivo de arroz, las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. El tallo es erguido, cilíndrico, con nudos, de 60 a 120 cm de altura. Las hojas que son alternas envainan el tallo, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de la unión de la vaina con el limbo, se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida. Las flores son de color verde blanquecino, que están dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panícula grande, terminal y colgante a medida que se llena el grano. Cada espiguilla es uniflora,

conformada por 6 estambres y un pistilo y esta provista de una lema y una palea. El fruto es una cariósida (DICTA, 2003).

2.1.5. Fisiología de la planta del arroz

En las plantas que producen semilla, se distinguen tres fases de desarrollo, las cuales tienen períodos de crecimiento definidas en cuanto a la diferenciación de la planta y los días de duración de estas tres fases. En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables. Cuando las temperaturas son bajas durante la fase vegetativa, el período de desarrollo del cultivo puede alargarse por unos días más hasta cinco meses (150 días). En el caso del arroz, estas fases son las siguientes (DICTA, 2003).

2.1.5.1. La fase vegetativa

Por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Va desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. Esta fase es la que diferencia unas variedades de otras, según sea la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su respectivo ciclo de cultivo. En la fase vegetativa es cuando se determina en gran parte, el número de espigas por planta o por la unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas (DICTA, 2003) esta fase se divide en cuatro etapas (MOQUETE, 2010):

- **Etapa 0. Germinación o emergencia:** Desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja por parte del coleóptilo. Siendo la duración promedio de cinco a diez días.
- **Etapa 1. Plántula:** Desde la emergencia de la plántula hasta inmediatamente antes de aparecer el primer hijo, tarda de quince a veinte días.
- **Etapa 2. Macollamiento:** Desde la aparición del primer hijo hasta cuando la planta alcanza el número de hijos máximo. Su duración depende del ciclo de la variedad.
- **Etapa 3. Elongación del tallo:** desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud, hasta el comienzo de la siguiente etapa. Varía de 5 a 7 días.

2.1.5.2. La fase reproductiva

Incluye desde la formación del primordio floral, embuchamiento (147 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía poco. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los tres componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz (DICTA, 2003). Esta fase se divide en tres etapas (MOQUETE, 2010):

- **Etapa 4. Iniciación de la panícula o primordio:** Desde cuando se inicia el primordio de la panícula en el punto de crecimiento hasta cuando la panícula diferenciada es visible como punto de algodón. Tiene un lapso de diez a once días.
- **Etapa 5. Desarrollo de la panícula:** Desde cuando la panícula es visible una estructura algodonosa hasta cuando la punta de ella está inmediatamente de bajo del cuello de la hoja bandera. Esta etapa demora entre quince y dieciséis días.
- **Etapa 6. Floración:** Desde la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera, hasta cuando se completa la antesis en toda la panícula. Tiene un lapso de siete a diez días.

2.1.5.3. La fase de madurez

Abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Y se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, siendo uno los componentes de rendimiento en una plantación (DICTA, 2003). Esta fase se divide en tres etapas (MOQUETE, 2010):

- **Etapa 7. Grano lechoso:** Desde la fecundación de las flores hasta cuando las espiguillas estén llenas de un líquido lechoso.

- **Etapa 8. Grano pastoso:** Desde cuando el líquido que contienen las espiguillas tiene una consistencia lechosa, hasta cuando es pastosa dura. Su período es de diez a trece días.
- **Etapa 9. Grano maduro:** Desde cuando los granos tengan una consistencia pastosa dura, hasta cuando estén completamente maduros. Su tiempo es de seis a siete días.

2.1.6. Manejo agronómico

2.1.6.1. Preparación del terreno

Esta depende de la técnica a utilizar en la siembra ya sea el arroz inundado, como ocurre en la mayoría de las veces, para los cultivos en seco. Además de considerar en la preparación esos factores se deben tomar en cuenta otros, que al final del ciclo del cultivo van a influir sobre el volumen de producción (FERNÁNDEZ, 1980). La preparación del terreno en húmedo es un poco más laboriosa, por lo que se realiza en seco, su costo se justifica ya que con ella es posible el control de malezas. Un inconveniente en su utilización es que, en zonas cálidas, donde el agua es un factor limitante es difícil disponer de los volúmenes de agua necesarios para inundar y fanguear (DÍAZ, 1989).

2.1.6.2. Nivelación del terreno

La aplicación de las técnicas de nivelación de los lotes destinados para la siembra bajo riego implica inicialmente altos costos, pero se amortizan

rápidamente con las ventajas que se obtienen si el trabajo se ejecuta con cuidado (FERNÁNDEZ 1980). Para una más eficiente operación de siembra y preparación, así como para el manejo del cultivo y el uso adecuado del equipo para cosecha y manejo del agua de riego, los diques o caballones deberían ser paralelos y las melgas tener un ancho uniforme. Este resultado se logra efectuando la nivelación del terreno de manera tal que se puedan obtener curvas de contornos ligeramente rectos y uniformemente esparcidos (Tascon, 1985; citado por GUZMÁN, 2006).

2.1.6.3. Fanguero

Días antes de que se proceda a fanguer se inunda el terreno a preparar con el fin de que se humedezca, de tal forma que al pasar las máquinas el suelo este bien mullido y las malezas sean destruidas, ya que se forma un charco bajo el cual quedan las semillas de las malezas (DÍAZ, 1989). En las condiciones húmedas es difícil afinar el terreno con el uso de las rastras, se hace necesario utilizar implementos de sencilla construcción como ruedas fanguadoras. En esta labor a los tractores se les sustituye la llanta convencional por ruedas fanguadoras. Luego de que se concluye la labor queda en el bancal un charco o fango (FERNÁNDEZ, 1980).

2.1.6.4. Selección de la semilla

La selección de una buena variedad y de la utilización de una semilla de muy buena calidad, depende en gran medida el éxito de un proyecto

arrocero. Con buena semilla estamos garantizando un buen porcentaje de germinación, un buen vigor y un crecimiento uniforme de las plántulas, que después resulta en un cultivo con plantas sanas y mejor establecidas. También con la utilización de semillas, de buena calidad evitamos contaminar el terreno con malezas nocivas como la caminadora y el arroz rojo (DICTA, 2003).

2.1.6.5. Densidades de siembra

Una cobertura adecuada del cultivo de arroz, se logra con 150 a 300 plantas de arroz por metro cuadrado. Se puede llegar a obtenerse rendimientos satisfactorios de grano con una menor cobertura o un número menor de plantas por m², si las malezas se mantienen bajo control y se fertiliza en forma suficiente y oportuna. La cantidad de semilla a utilizar en un área determinada dependerá entonces de varios factores: como la variedad, el método de siembra, el sistema de cultivo, la calidad de la semilla, la fertilidad del suelo, etc. por lo general las recomendaciones varían entre 100 y 200 libras (45.36 y 90.72 kg) de semilla de buena calidad por manzana (hectárea) (DICTA, 2003).

2.1.6.6. Siembra al voleo

Los factores que favorecen buena germinación y establecimiento del cultivo son: adecuada nivelación y preparación del suelo, empleo de semilla de buena y alta calidad, buen sistema de riego y drenaje (Cheaney, 1979; citado por GUZMÁN, 2006). La siembra al voleo es la más generalizada en

América, por rápida y económica. Existe el voleo manual o con máquinas. Además pueden utilizarse semillas secas, húmedas y pregerminadas, según el tipo de preparación de suelo. Las siembras al voleo son irregulares y la germinación de la semilla es desuniforme (Tascon, 1985; citado por GUZMÁN, 2006).

2.1.6.7. Semillero

Después de preparar y así nivelar el terreno se procede a hacer el semillero. Se debe establecer en un sitio libre de malezas, con disponibilidad de luz agua y cerca al sitio definitivo de trasplante. Los semilleros se trazan de acuerdo al área que se va a sembrar. Se usa un área de 300 m² para trasplantar una hectárea. Se trazan camas de 2 metros de ancho por el largo que permita el lote y se dejan calles entre camas de 50 cm. En el semillero se utilizan 45 kg de semilla certificada ha⁻¹ a trasplantar, la semilla debe sembrar pregerminada, es decir se deja 24 horas en agua y 24 horas en la sombra, teniendo en cuenta que se debe dividir el bulto en dos costales de tal manera que quede espacio para cuando la semilla gane tamaño. Luego se siembra al voleo al área del semillero, sin tapar la semilla. Se le dan riegos continuos. Después, cuando las plántulas tienen entre dos y tres hojas se empieza a manejar lámina de agua (PRONATTA, 2002).

2.1.6.8. Trasplante

Cuando las plántulas tenga 25 a 30 días de germinado o estas presenten de 5 a 7 hojas, dependiendo de la variedad, se procede a la labor de trasplante que comprende tres pasos (PRONATTA, 2002):

- **Labor de arrancada:** El semillero debe tener buena cantidad de agua para facilitar el arranque de las plántulas. La raíz se debe lavar muy bien y se debe quitar la parte terminal de la hoja (capada). Esto se hace para reducir la transpiración de la planta y evitar que se volteen y hagan contacto con el lodo de la piscina después de trasplantada.
- **Transporte de las plántulas al sitio definitivo de trasplante:** Generalmente se hace en empaques de abono, lo cual no es conveniente porque las plántulas se maltratan debido a las altas temperaturas y a la poca oxigenación. Se recomienda hacer el transporte en los empaques abiertos por un lado, para facilitar la aireación de las plántulas.
- **Trasplante de la plántula:** Debe hacerse a una distancia de 20 cm entre plantas y 20 cm entre surco (75 plantas m²). En cada sitio se deben colocar tres plantas y a una profundidad debe ser de 4 a 5 cm; cuando la profundidad es mayor puede darse alta mortalidad o las plantas pueden tardar mucho en recuperarse.

2.1.6.9. Manejo del agua

La profundidad óptima del agua es difícil de definir con precisión. En gran parte depende del grado de control que se tenga del agua y del estado de nivelación del campo (FERNÁNDEZ, 1980). El manejo eficiente del agua lleva a lograr rendimientos más altos con menos agua. El control del agua llega a resultar esencial si se quiere dar al cultivo en crecimiento las cantidades adecuadas de ella cuando las necesita. El drenaje periódico resulta importante si la provisión de agua es incierta o su control es imperfecto, ya que la imposibilidad de volver a inundar los campos pondría en peligro el cultivo. El rendimiento resulta muy afectado si la provisión del agua es insuficiente en la época de espigamiento. Un periodo extenso de inundación profunda indudablemente afecta al desarrollo de la planta: reduce el macollamiento y el número de panículas y por lo tanto, baja el rendimiento. Donde se espera que el cultivo vaya a quedar expuesto a aguas profundas, las plántulas se deben colocar más juntas y aumentar su densidad (Grist, 1982; citado por GUZMÁN, 2006).

2.1.6.10. Manejo integrado de malezas

Para efectuar un control integrado de maleza, se necesita conocer su biología y dependencia ecológica. Uno de los problemas de las malezas es la dormancia de sus semillas en el suelo, por lo que es básico impedir la formación de semillas (VARGAS, 1993). Existen dos clases de maleza: las de hoja ancha y las de angosta (TRILLAS, 1993). Se ha comprobado cuando se hace por siembra directa, que la competencia de las malezas, en los primeros 30 días de edad del cultivo, puede ocasionar una disminución de los

rendimientos alrededor de 30% a 60%. Por lo que se recomienda que el cultivo se desarrolle libre de la competencia de plantas extrañas durante las primeras etapas de crecimiento (SALAZAR, 1973). Uno de los mecanismos para el control es el laboreo del suelo, y el uso de los residuos de cosecha (VARGAS, 1993).

2.1.7. Recomendaciones del cultivo de arroz variedad “La Conquista”

2.1.7.1. Características de la variedad

EL POTRERO (2014), indica:

Período vegetativo	134 días.
Altura de planta	100 cm.
Rendimiento potencial	9.6 t ha ⁻¹ .
Peso de 1000 granos secos	28.0 g.
Rendimiento total de pila	74%.
Grano entero	64%.
Grano quebrado	10%.
Período de dormancia	45 días.

2.1.7.2. Características cualitativas

EL POTRERO (2014), indica:

- Es una variedad de arroz con un potencial de rendimiento similar a la variedad Capirona – INIA.

- Posee un nivel de resistencia a *Pyricularia* superior a Capirona, Moro, Línea 14, Selva Alta.
- Presenta un nivel de resistencia en campo al virus de la hoja blanca similar al de Capirona.
- Tiene un ciclo vegetativo de diez a catorce días más precoz que Capirona.
- Presenta un rendimiento de grano pilado entero a la molinería superior a los de Capirona.
- Constituye una alternativa para los valles donde la incidencia de *Pyricularia* y de otras enfermedades fungosas son altas.

2.1.8. Cosecha y poscosecha

2.1.8.1. Determinación de la madurez

Para conocer el momento óptimo de cosecha, se toma la espiga o cola con la mano, se ejerce cierta presión y cuando se desprende el 50% de los granos está en su momento (INTA, 2009).

2.1.8.2. Cosecha

Lo primero que debe considerar el productor para cosechar el arroz, es conocer el ciclo vegetativo de los híbridos y variedades mejoradas que sembró. Otra forma es tomando una muestra de grano para determinar el porcentaje de humedad. Si la humedad del grano es de 20 a 24%, éste estará en su punto de cosecha. La humedad del grano nunca debe llegar al 16% en el

campo. Otra forma práctica es apretando con las manos una panoja de arroz, si ésta se desgrana fácil y abundante es tiempo de cosechar (INTA, 2009).

2.1.8.3. Secado

Cosechado el grano deberá ser trasladado a una secadora en carpa, secado en patios de cementos para bajar la humedad a 13% (INTA, 2009).

2.1.8.4. Almacenamiento

El grano de arroz, deberá ser secado al 13.0% de humedad, esto permitirá guardarlo sin peligro de enfermedades y plagas (INTA, 2009).

2.2. Fertilización en el cultivo de arroz

2.2.1. Importancia de la fertilización

La condición química de los suelos inundados difiere de aquellos que no lo están. Los primeros se caracterizan por deficiencia de oxígeno y un exceso de dióxido de carbono. El efecto de la inundación es iniciar la descomposición de la materia orgánica y aumentar la solubilidad de los fosfatos y la sílice (Grist, 1982; citado por GUZMÁN, 2006). El elemento nitrógeno es el elemento clave para aumentar los rendimientos de arroz. Para conseguirlo, la planta depende en forma principal de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, las primeras etapas de crecimiento lo absorbe en

forma amoniacal. Muchos experimentos han demostrado que la aplicación de nitrógeno nítrico no tiene efecto, hasta resultan perjudiciales para éste, debido a su conversión en nitritos; en estas etapas luego del crecimiento a veces han resultado satisfactorio el abonamiento con nitratos (CORDERO, 1993).

El nitrógeno que existe en el aire y también disuelto en el agua de inundación, puede ser fijado por algas y bacterias transformándolas en nitrógeno orgánico. Este nitrógeno y el proveniente de los residuos de plantas y animales, puede sufrir una mineralización hasta transformarse en amonio utilizable por las plantas de arroz (CORDERO, 1993). Además de los fosfatos acarreados en la solución o suspensión, en el agua de riego, coexisten los medios naturales para incrementar la cantidad de fósforo en el terreno y como la planta remueve de este un monto considerable de los fosfatos, pudiendo predecirse que el cultivo responderá con facilidad a estos abonos. En los suelos arroceros con frecuencia se manifiesta un efecto residual de duración de los fertilizantes fosfatados, en especial en aquellos de arcilla de tipo montmorillonítico (Grist, 1982; citado por GUZMÁN, 2006).

Las plantas toman de la solución del suelo la cantidad de fósforo que necesitan para su desarrollo. Cuando las plantas son cosechadas, el fósforo que contienen residuos puede retornar la polución del suelo. El fósforo aprovechable es bajo en los suelos alcalinos, o muy ácidos, aumenta a medida que sube el pH y llega a un máximo en los suelos neutros (Tascon, 1985; citado por GUZMÁN, 2006). La respuesta del arroz al potasio ha sido siempre

menos frecuente que las respuestas al nitrógeno y al fósforo y a veces es errática. No obstante, a este elemento se le atribuye la resistencia al volcamiento, la baja susceptibilidad a algunas enfermedades y el incremento de la eficiencia del nitrógeno y el fósforo que se añaden al suelo. Parece que la aprovechabilidad del potasio tiende a disminuir en condiciones de inundación pues forma compuestos insolubles con el aluminio y hierro reducidos, cambian porque el exceso de dióxido de carbono y ácidos orgánicos y la falta de oxígeno hacen que la planta pierda la capacidad de absorber este elemento (CORDERO, 1993).

La falta del elemento azufre ocasiona un crecimiento achaparrado de color amarillo de las hojas, aunque es muy raro que se le encuentre en forma aguda, sí se ha observado en algunas áreas y es posible que una deficiencia de ese elemento esté más difundida de lo que se piensa. Por lo general, el azufre contenido en fertilizantes tales como el sulfato de amonio y el superfosfato simple es suficiente para satisfacer cualquier deficiencia de este. De hecho, es posible que las respuestas a abonos comunes no siempre se deban solo al nitrógeno o al fósforo que contienen, sino también al azufre que aportan. El arroz es único en su género en cuanto a que la planta absorbe grandes cantidades de silicio ya que este elemento se encuentra presente en todas las partes de la planta. Los beneficios del silicio son de naturaleza mecánica, como dar resistencia a los ataques de plagas y enfermedades, al acame, estimular el crecimiento erecto y reducir las pérdidas por transpiración (CORDERO, 1993).

Aunque en otras gramíneas la falta de silicio afecta su rendimiento solo en forma ligera, en el arroz disminuye de manera considerable (CORDERO, 1993). El conocimiento del papel que desempeñan los elementos menores o micro nutrientes con relación al crecimiento del arroz es incompleto, pero hay razones para pensar que tienen una función importante en todas las etapas de desarrollo de la planta. Con frecuencia es posible que se encuentre que el factor limitante del desarrollo o del rendimiento sea la deficiencia o el exceso en el suelo de un elemento, o elementos distintos al nitrógeno, al fósforo y el potasio, aunque los requerimientos de ese elemento o elementos sean muy pequeños (Grist, 1982; citado por GUZMÁN, 2006).

2.2.2. Fertilización orgánica

CASTILLA (2000) hace referencia que la aplicación de grandes cantidades de enmiendas orgánicas a base de los residuos vegetales, residuos orgánicos de animales, compost, entre otros, se ha incrementado pero su baja eficiencia ha terminado por afectar la rentabilidad del cultivo de arroz, debido a la aplicación de enmiendas orgánicas, que no es acompañada por una fertilización química adecuada (ÁLVAREZ, 2005). El arroz responde muy bien a las aplicaciones de nitrógeno (Eagle *et al.*, 2001; citado por ÁLVAREZ *et al.*, 2008). GONZÁLEZ (1992) muestra que existe influencia positiva del nitrógeno sobre el rendimiento de arroz y que este efecto es mayor cuando se fracciona en dos aplicaciones: 1/2 en la siembra y 1/2 a los 45 días posteriores a la siembra. Tisdale y Nelson (1966); citados por ÁLVAREZ *et al.* (2008) afirmaron que en promedio la materia orgánica presenta un 4% de N, en el caso de la

gallinaza, como abono orgánico; CASTILLA (2002) mostró que aportes de 1.0 t ha⁻¹ de materia orgánica (MO), incrementaron a 7.7 t ha⁻¹ los rendimientos del cultivo de arroz. BOLÍVAR (1991) no obtuvo resultados significativos de N a nivel foliar en máximo macollamiento al aplicar únicamente MO (gallinaza, 160 kg ha⁻¹ de N); pero, con aplicaciones de mezclas compuestas de MO y fertilizantes inorgánicos (urea y superfosfato triple) si hubo respuesta. Para P, K y Ca, fue significativa en el macollamiento, como también para N y K en estado de floración, debido a la lenta liberación del N de las formas orgánicas.

CASTILLA (2002) afirma que al incrementar la materia orgánica en el suelo de 17.7 a 30.4 g kg⁻¹ se observó una disminución del pH y un incremento en la concentración de P y S haciéndolos disponibles para la planta; así mismo, con los incrementos de materia orgánica la rentabilidad del cultivo fue más alta, pues la fertilización bajó de 225 a 160 kg ha⁻¹ disminuyendo así los costos de producción. Del mismo modo MURAOKA *et al.* (2001) probaron abonos verdes versus 80 kg ha⁻¹ de N en forma de úrea, encontrando que cantidades de 149 kg ha⁻¹ de crotalaria mostraron los mismos resultados que la fertilización química. El Slaton *et al.* (2002), citados por ÁLVAREZ *et al.* (2008) reportaron que los mejores rendimientos de arroz paddy se obtuvieron con 44.5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ que son aplicados en presiembra y primer abonada; estas épocas fueron mejores que segunda abonada y a mitad del periodo vegetativo, siendo esta última la que presentó rendimientos similares a los del testigo, que se dan debido a la baja movilidad del fósforo en el suelo, que disminuye su disponibilidad para la planta.

2.3. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos pueden categorizarse por la fuente principal de nutrientes, que puede ser un organismo que se inocula sobre un acarreador orgánico, tal es el caso de los biofertilizantes, donde el aporte de nutrientes es el resultado directo de la actividad de la bacteria o el hongo, ejemplos típicos de estos son *Rhizobium*, micorrizas, *Azotobacter*, *Bacillus* etc. (MELÉNDEZ, 2003). El contenido de nutrientes de los abonos orgánicos es variable, dependiendo en gran medida de su fuente y de su contenido de humedad. La mayor parte de N de los abonos presenta en forma de compuestos orgánicos. En 1999, el Centro Internacional de Agricultura Orgánica, menciona, los abonos orgánicos facilitan la diversidad de microorganismos y generan un suelo en equilibrio; favoreciendo nutrición adecuada de las plantas, las cuales llegan a ser menos susceptibles a las plagas y enfermedades, se elimina la utilización de plaguicidas sintéticos. Se obtiene una reducción en los costos de producción y se evita la eliminación de organismos y animales benéficos en el desarrollo de las plantas, también la contaminación del ambiente (suelo, agua, aire y alimentos) y por consiguiente muchos riesgos para la salud del hombre (MENGEL y KIRKBY, 1987).

2.3.1. Abono orgánico bocashi

El bocashi, es un abono orgánico resultado de la descomposición y transformación de materia vegetativa, y animal como, la cascarilla de arroz, tierra cernida, la gallinaza o estiércol, carbón vegetal, pulido de arroz, tierra

negra, cal, ceniza, melaza y levadura de pan (RODRIGUEZ y PANIAGUA, 1994). El objetivo principal del bocashi, es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos del suelo, pero también se persigue nutrir el cultivo, y suplir alimentos, para los organismos del suelo (MASAKI *et al.*, 2000). Los beneficios del abono fermentado son: mejorar la fertilidad de los suelos, conservando su humedad, y mejora la penetración de los nutrientes, de modo que se protege el ambiente, fauna, flora, y biodiversidad, favoreciendo el establecimiento y la reproducción de los microorganismos benéficos en los terrenos de la siembra (GIRÓN *et al.*, 2012).

2.3.1.1. Ventajas del bocashi para el uso agrícola

El bocashi se obtiene de forma rápida el producto final respecto a otros abonos, es favorable con las plantas y causa menos daño que el uso directo del abono, también contribuye a mejorar el suelo y de esta forma activa los microorganismos, una de sus ventajas es que puede ser elaborado por cualquier persona, en la cantidad necesaria y que utiliza el material que está disponible en la zona, constituyendo fuente de nutrientes para las plantas; aumentando el contenido de la materia orgánica en el suelo, y a la vez mejorando la retención del agua, mejor trazabilidad del suelo y aumentando de la resistencia frente a la erosión, se puede sustentar que representa una de las alternativas más económicas que el uso de otros abonos (MAU, 2006). El Bocashi, es utilizado entre 5 y 21 días después del tratamiento (fermentación), este abono puede ser usado en la producción de cultivos, aun cuando la materia orgánica no se haya descompuesto todo; cuando es aplicado el

bocashi al suelo, la materia orgánica es utilizada como alimento para microorganismos eficaces, descomponiendo y mejorando la vida del suelo; sólo sule los nutrientes al cultivo (Martínez, 2004; citado por RAMÍREZ y RESTREPO, 2006).

La materia orgánica contiene el 5% de nitrógeno total. La materia orgánica contiene otros elementos esenciales para las plantas tales como: el fósforo, magnesio, calcio, azufre y los micronutrientes (RAMÍREZ Y RESTREPO, 2006). Los abonos orgánicos aportan bacterias y elementos necesarios para las plantas; pero, en general, no tienen efectos tan rápidos. Sin embargo, a medio plazo, aportan a la fertilidad del suelo, que permite ser nutritiva en las plantas (BEJARANO y MENDEZ, 2004). El abono fermentado, al ser aplicado en el suelo, mejora su fertilidad ya que conserva su humedad y mejora la penetración de nutrientes, protegiendo la fauna, flora y la biodiversidad, favoreciendo así el establecimiento y la reproducción de los microorganismos benéficos en los terrenos de siembra; incorporan al suelo materia orgánica y los nutrientes esenciales como: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre y boro; los cuales mejoran condiciones físicas y químicas del suelo. Se prepara en corto tiempo y no produce malos olores (GIRÓN *et al.*, 2012).

2.3.2. Biol

El biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastrojos, etc., en

ausencia de oxígeno; contiene nutrientes fácilmente asimilado por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. La técnica empleada para lograr éste propósito son los biodigestores (Inia, 2008; citado por JIMÉNEZ, 2011). El biol es una fuente de fitoreguladores, se obtiene como producto de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos (SUQUILANDA, 1996). El Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial (1983), citado por BEJARANO y MÉNDEZ (2004) la fermentación anaeróbica es un proceso, mediante una gran variedad de desechos orgánicos como: heces fecales, estiércol de animales, desechos industriales, desechos vegetales, aguas cloacales y otros, en un ambiente sin aire, es convertido en un combustible rico en metano, llamado “Biogás”, y un residuo semisólido, rico en nitrógeno, llamado “Bioabono” o efluente.

2.3.2.1. Ventajas del biol para el uso agrícola

Claire (1992) citado por BEJARANO y MÉNDEZ (2004) afirma que el biol es el principal producto de efluente y está constituido casi totalmente de sólidos disueltos y agua. Es el efluente líquido que se descarga frecuentemente de un digestor. Por medio de filtración y floculación se puede separar la parte líquida de la sólida, obteniendo un biofactor que promueve el crecimiento de los vegetales. El biol es un biofactor que promueve el crecimiento en la zona trofogénica de los vegetales, mediante un incremento apreciable del área foliar. MEDINA y SOLARI (1990) sustentan, el biol es considerado un fitoestimulante complejo, que al ser aplicado a las semillas y el follaje de los cultivos, permitiendo aumentar la cantidad de raíces e incrementa la cantidad de

fotosíntesis de las plantas, mejorando la producción y calidad de las cosechas. El biol contiene hormonas y precursores hormonales que conllevan a un mejor desarrollo de la planta. Rodríguez (2011), citado por GUANOPATÍN (2012), manifiesta que la actividad de las plantas se refleja en la continuidad de crecimiento de los brotes y sus hojas, lo cual repercute en mayor área foliar para maximizar la eficiencia fotosintética de los cultivos mediante hormonas que permite estimular la división celular y establecer una “base” o estructura sobre la cual continúa el crecimiento.

Estos abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos (Basaure, 2006; citado por GUANOPATÍN, 2012). El uso del biol permite un mejor intercambio catiónico en el suelo. Con ello se amplía la disponibilidad de nutrientes del suelo. Ayuda a mantener la humedad del suelo y a la creación de un microclima adecuado para las plantas. El biol, fuente orgánica de fitoreguladores en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo el enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejorando la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traducándose todo esto en un aumento significativo de las cosechas (DE LA ROSA, 2012). También se puede aplicar biol junto con agua de riego permitiendo mejor distribución de las hormonas y los precursores hormonales que contiene, mejora la actividad de los microorganismos del suelo (Gomero, 2000; citado por GUANOPATÍN, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Campo experimental

3.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se ejecutó en los terrenos del Fundo de Universidad Nacional Agraria de la Selva, situada a 1.5 Km de la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región de Huánuco, cuyas coordenadas Geograficas son las siguientes:

Longitud Oeste : 75° 57' 00".

Latitud sur : 09° 09' 08".

Altitud : 670 m.s.n.m.

3.1.2. Descripción e historia del área experimental

El terreno experimental está constituido por un área de 697.00 m², distribuido en bloques de 136 m², y las parcelas de 16 m², el riego se realizó mediante canales y por el sistema de gravedad. El campo experimental ha sido sometido al siguiente cronograma de explotación agrícola:

1. Año 2007: Cultivo de Arroz (Tesis).
2. Año 2008: Cultivo de arroz (Tesis).

3. Año 2008 - 09: Ejecución del presente trabajo de investigación.

3.1.3. Datos meteorológicos

En el Cuadro 1, se presentan los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Meteorológica: José Abelardo Quiñónez de Tingo María, de enero a abril del 2014. Las características climáticas donde se llevó a cabo el presente trabajo, es un clima de bosque muy húmedo tropical (bmh-T).

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados durante el experimento

Meses	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Horas sol
Enero	25.4	86.0	375.0	132.6
Febrero	24.1	91.0	446.8	58.7
Marzo	25.3	86.0	463.2	136.8
Abril	25.4	86.0	235.7	140.6
Mayo	25.4	86.0	357.1	140.5
Promedio	25.1	87.3	410.5	117.2

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñónez de Tingo María

3.1.4. Análisis de suelo

Se extrajo una muestra representativa del suelo previo a la siembra, la misma que se llevó al Laboratorio de análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectivo análisis.

Cuadro 2. Análisis físico-químico del suelo experimental

Elementos	Contenido	Nivel	Método empleado
Análisis físico:			
Arena (%)	56.00		Hidrómetro
Limo (%)	29.00		Hidrómetro
Arcilla (%)	15.00		Hidrómetro

Clase textural	Franco A ₀		Triangulo textural
Análisis químico:			
pH (1:1) en agua	5.60	Bajo	Potenciométrico
CO ₃ Ca (%)	0.00		Gasó – Volumétrico
M.O. (%)	2.20	Bajo	Walkley y Black
N -Total (%)	0.10	Bajo	% M.O. x 0.05
Fósforo disponible (ppm)	6.60	Bajo	Olsen Modificado
K ₂ O disponible(kg/ha)	300.00	Bajo	Absorción atómica
Ca cambiable(cmol ⁽⁺⁾ . kg/ha)	4.40		EAA
Mg cambiable(cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	1.20		EAA
K cambiable(cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	1.10		EAA
Na cambiable(cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	0.02		EAA
C.I.C. (cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	6.72	Bajo	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de campo

- Machete, palas y los azadones, se usaron para realizar el trabajo de manejo del terreno.
- Tubo muestreador, se utilizó en el muestreo de suelos del campo.
- Cinta métrica, se usó para la demarcación del terreno y de los bloques por tratamiento en estudio.
- Vernier mecánico, se utilizó para la medición de las características morfológicas de la planta de arroz.

- Cuaderno de apunte y lapicero, para la anotación de la evaluación que se realiza en la investigación.

3.2.2. Maquinaria de campo

- Piladora de arroz y tractor agrícola.

3.2.3. Insumos

- Semillas de arroz, variedad “conquista”.
- Fertilizantes NPK y abonos orgánicos.

3.3. Componentes en estudio

3.3.1. Cultivo (A)

- Arroz variedad “conquista”.

3.3.2. Abonos sintéticos (B)

- Urea (N) (Fuente de nitrógeno).
- Cloruro de potasio (P) (Fuente de fósforo).
- Superfosfato triple (K) (Fuente de potasio).

3.3.3. Abonos orgánicos (C)

- Bocashi, Bioles.

3.4. Tratamientos en estudio

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos

Clave	Tratamientos	
	Nombre de los tratamientos	
T ₁	NPK sintético	
T ₂	NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)	
T ₃	Puro Bocashi	
T ₄	Bocashi (50%) + Biol (50%)	
T ₅	NPK (50 %)+ Biol (50 %)	
T ₆	Puro Biol	
T ₇	Testigo (sin abonamiento)	

Fuente: Elaboración propia

3.5. Diseño estadístico

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DCBA), con siete tratamientos y cuatro bloques (repetición) haciendo un total de 28 unidades experimentales. Los promedios de las características evaluadas se sometieron a la Prueba de Análisis de Variancia (F. tab. = 0.05 y 0.01) y la comparación de medias por la Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) (CALZADA, 1982).

Cuadro 4. Modelo del Análisis de Variancia

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Bloques	r-1	SCB	SCB/gl _B = CMB	CMB/CM _{ee}	F _α (gl _B ,gl _{ee})
Trat.	t-1	SC _{trat}	SC _{trat} /gl _{trat} =CM _{trat}	CM _{trat} /CM _{ee}	F _α (gl _{trat} ,gl _{ee})
Error exp.	(t-1)(r-1)	SC _{ee}	SC _{ee} /gl _{ee} = CM _{ee}		
Total	tr-1	SC _{total}			

t: tratamiento, r: repetición (unidades experimentales)

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Respuesta obtenida de la i - ésimo tratamiento en el j - ésimo bloque.

μ = Efecto de la media general.

t_i = Efecto de la i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental de unidad experimental correspondiente al j -ésimo bloque del i -ésimo tratamiento.

Para:

i = 1,...,7 tratamientos.

j = 1,..., 4 bloques.

3.6. Características del campo experimental

3.6.1. Área experimental

Largo	34.0 m.
Ancho	20.5 m.
Distanciamiento entre bloques	0.5 m.
Distanciamiento entre parcelas	0.5 m.
Área total del experimento	697.0 m ² .

3.6.2. Bloques

Número de bloques	4.
Largo de bloque	34.0 m.
Ancho de bloque	4.0 m.
Área de bloque	136.0 m ² .

3.6.3. Parcelas

Número de parcelas/bloques	7.0
Total de parcelas	28.0
Largo de la parcela	4.0 m.
Ancho de la parcela	4.0 m.
Área de la parcela	16.0 m ² .

3.7. Ejecución del experimento

3.7.1. Limpieza del terreno

Previa delimitación del área total del terreno, se procedió a realizar la limpieza manual, con la finalidad de facilitar las posteriores labores de preparación mecanizada del terreno.

3.7.2. Muestreo del suelo

Se procedió a sacar las muestras del suelo haciendo un recorrido en forma de “zig zag” a un distanciamiento de 4.0 m entre hoyos y a una profundidad de 30 cm, utilizándose un muestreador de suelo; posteriormente

las muestras fueron secadas bajo sombra, mullidas, homogenizadas y tamizadas con malla de 2 mm, obteniéndose una muestra representativa de 1.0 kg de suelo, la misma que fue analizada en Laboratorio de Análisis de Suelos de Universidad Nacional Agraria de la Selva, para su respectivo análisis.

3.7.3. Preparación y demarcación de la parcela experimental

El terreno se preparó en forma mecanizada con tractor con arado de discos irreversible, seguido de una pasada de rastra, dejando bien mullido el suelo, luego se efectuó la demarcación de acuerdo al croquis de la disposición experimental, demarcándose los bloques y parcelas. Después se realizó el trazado y construcción bordas para la distribución de los bloques y los canales de riego y drenaje del mismo.

3.7.4. Pre germinado de la semilla

La semilla certificada de la variedad "Conquista" fue adquirida del INIA de Tarapoto. Se realizó el pre germinado consistente en colocar las semillas en una bolsa de tela y puesto en una fuente de agua corrida por espacio de un día al término de la misma se hizo un hoyo en el suelo por espacio también de un día hasta que salga el coleóptilo (germinación).

3.7.5. Almacigado de la semilla

Consistió en preparar seis metros cuadrados de terreno en forma manual con azadones y palas nivelándolo uniformemente. Antes de la siembra de la semilla pre germinada, el terreno fue regado hasta su capacidad de

campo, para luego sembrar la semilla al voleo en base a 70 gramos por metro cuadrado. Cuando la plántula tuvo 15 días de almacigado se realizó el trasplante al terreno experimental definitivo. El almacigo se mantuvo siempre en capacidad de campo hasta la saca.

3.7.6. Saca de plántulas y trasplante

Consistió en extraer las plantas de arroz cuando estas alcanzaron una edad de 15 días y un tamaño promedio de 25 cm. El distanciamiento de siembra fue de 25 x 25 cm, en forma cuadrada. Se colocaron dos plantas por golpe de siembra.

3.7.7. Control de malezas

Esta labor se realizó en forma manual y oportunamente a los ocho días después de la siembra, a los 20 y a los 40 días. Así mismo se controló las malezas de los bordes y canal de riego.

3.7.8. Fertilización

- a. La aplicación de fertilizantes se realizó en base a los resultados de los análisis de suelos (Cuadro 5) se empleó la fórmula de N - P - K (120 – 80 150 kg ha⁻¹), obtenida de acuerdo a la necesidad de nutrientes del cultivo para una productividad de 10,000 Kg. de arroz chala o paddy por hectárea y del análisis del suelo experimental.

Cuadro 5. Momento y dosis (%) de aplicación de los abonos por tratamiento

Momento de la aplicación	Fuente de abono	Tratamientos						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇ (testigo)
Preparación del Terreno	Urea	20%	20%	-	20%	-	-	-
	CLK	-	-	-	-	-	-	-
	SFT	100%	100%	-	100%	X	x	-
	Bocashi	-	30%	30%	-	-	-	30%
	Biol	-	-	-	-	-	-	-
05 días después del trasplante	Urea	-	-	-	-	-	-	-
	CLK	-	-	-	-	-	-	-
	SFT	-	-	-	-	-	-	-
	Bocashi	-	-	-	-	-	-	-
	Biol	-	-	-	-	20%	20%	-
15 días después del trasplante	Urea	30%	30%	-	30%	-	-	-
	CLK	30%	30%	-	30%	-	-	-
	SFT	-	-	-	-	-	-	-
	Bocashi	-	30%	30%	-	-	-	30%
	Biol	-	-	-	30%	20%	20%	-
Inicio de Encañado o punto de algodón	Urea	30%	30%	-	30%	-	-	-
	CLK	30%	30%	-	30%	-	-	-
	SFT	-	-	-	-	-	-	-
	Bocashi	-	20%	20%	-	-	-	20%
	Biol	-	-	-	30%	30%	30%	-
Después de floración	Urea	20%	20%	-	20%	-	-	-
	CLK	40%	40%	-	40%	-	-	-
	SFT	-	-	-	-	-	-	-
	Bocashi	-	20%	20%	-	-	-	20%
	Biol	-	-	-	40%	30%	30%	-

CLK: Cloruro de potasio; SFT: Superfosfato triple de calcio. (-): Sin aplicación

- b. Como fuentes orgánicas se aplicarán el Bocashi y el Biol, previo análisis, para así determinar su cantidad. Todos los tratamientos recibieron el mismo nivel de fertilización, aplicando las siguientes dosis y momentos.
- c. Las fuentes de abono que se utilizó fueron los siguientes: Urea, (46% N), Superfosfato triple de calcio (46% P₂O₅) y el cloruro de potasio (60% K₂O).

3.7.9. Riego

Esta labor consistió, en aplicar agua hasta su capacidad de campo durante la etapa vegetativa, para luego mantener una delgada capa de agua (10 cm aproximadamente) a partir de la fase reproductiva hasta el final del período de llenado de grano de la fase de maduración.

3.7.10. Control fitosanitario

Se realizó con la aplicación de un insecticida orgánico denominado M5 con tres aplicaciones a los 15 días después del trasplante 52 días y 92 días, también se aplicó un insecticida Lasser.

LASSER® 600 es un insecticida organofosforado que actúa por contacto e ingestión. El insecticida penetra en la planta en pocas horas y se moviliza por el sistema vascular que tiene acción sistémica. LASSER® 600 es un inhibidor de la colinesterasa, la cual se encarga de desactivar un neurotransmisor en el sistema nervioso central terminando en la parálisis y muerte del insecto. LASSER® 600 posee un amplio espectro de acción contra insectos masticadores, barrenadores, minadores y picadores chupadores

3.7.11. Cosecha

Se realizó cuando aproximadamente el 80% de los granos de las panojas se encontraron maduros y la planta presentó una coloración amarillenta. Se realizó en forma manual, cortando los tallos con hoz a 10 cm del suelo; cuando la planta haya alcanzado los 130 días.

3.7.12. Trillado, secado y pesado

- a. La trilla se realizó inmediatamente después de cortar las plantas empleando mantas, luego en un tronco delgado se golpeó para desprender los granos, que se llevaron en sacos identificados con sus claves, y colocados en la “era” para el secado hasta un 14% de humedad.
- b. El grano cosechado por tratamiento se pesó en una balanza de precisión, determinando el rendimiento ajustado a 14% de humedad del grano, para ser llevado a kg/ha.

3.8. Características a evaluar y metodología

3.8.1. Análisis físico - químico del suelo al inicio del experimento

Se extrajo una muestra del suelo experimental antes de la preparación del terreno definitivo, se mezclaron y en un volumen con peso de 1 kg, se envió al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para el correspondiente análisis físico y químico.

3.8.2. Análisis físico - químico del suelo al final del experimento

Al final del experimento (después de la cosecha), se obtuvieron 4 sub muestras de suelo por cada tratamiento, las mismas que fueron enviados al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para los correspondientes análisis.

3.8.3. Altura de planta

Se tomaron datos de altura de planta cada quince días después de la siembra hasta el inicio de la floración. Para ello se registró la parte aérea de la planta y en forma conjunta se ha medido desde el suelo hasta la punta de la hoja más larga. Esta característica se tomó al azar dentro de la parcela neta en cinco golpes de siembra.

3.8.4. Número de macollos por golpe de siembra

Esta característica se evaluó cada quince (dds) días después de la siembra hasta el inicio de la floración (80% de plantas en floración por parcela neta). Para ello se registró todos los macollos en cinco golpes de siembra y se sacó el promedio para fines del análisis estadístico.

3.8.5. Número de panojas por metro cuadrado

Se tomaron dos momentos de medidas de esta característica, el primero se tomó a los quince días después del 80% de las plantas floreadas y el segundo, al momento a la cosecha.

3.8.6. Número de espiguillas fértiles por panícula

Esta característica se tomó a los 30 días después del 80% de las plantas floreadas por metro cuadrado o parcela neta. Para ellos se tomaron cinco espigas y se registró el número de espiguillas llenas o fértiles por espiga.

3.8.7. Número de espiguillas infértiles por panícula

Esta característica se tomó también a los 30 días después del 80% de plantas floreadas por metro cuadrado o parcela neta. Para ellos se tomó cinco espigas y se contó el número de espiguillas vacías o infértiles.

3.8.8. Peso de 1000 semillas

Después de la cosecha en la parcela neta se cuantifico 1000 semillas así estas fueron ajustadas al 14% de humedad, para ello se utilizó el detector de humedad del laboratorio de semillas de la UNAS.

3.8.9. Rendimiento

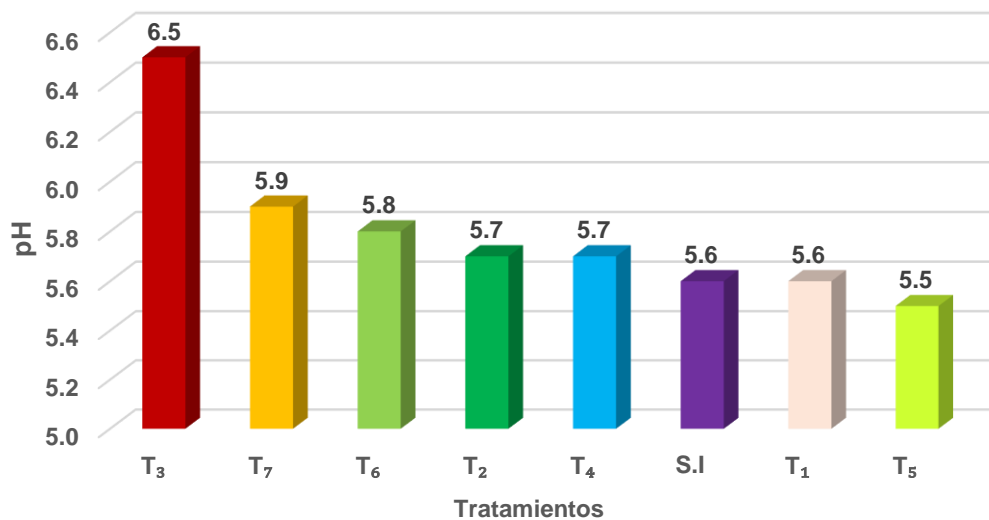
En gabinete se calculó el rendimiento por hectárea al 14.0% de humedad, que fue contrastado con el rendimiento obtenido con la fórmula:

Rendimiento (Kg/ha) = (Número de panojas/m² x Número de espiguillas fértiles
m² x Peso de 1000 semillas x 0.0001.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de suelos de los tratamientos en estudio

En la Figura 1, se muestra el valor de pH del suelo experimental en comparación a los tratamientos, dónde el S.I (suelo inicial) tenía un 5.6 de pH y después del abonamiento el tratamiento T₃ (puro bocashi) obtuvo el mayor pH (6.5) y el tratamiento T₅ (NPK (50%) + biol (50%)) obtuvo el pH menor (5.5).



Leyenda:

S.I : Suelo inicial.

T₁ : NPK sintético.

T₂ : NPK sintético (50%) + Bocashi (50%).

T₃ : Puro Bocashi.

T₄ : Bocashi (50%) + Biol (50%)

T₅ : NPK (50 %) + Biol (50%)

T₆ : Puro Biol

T₇ : Testigo (sin abonamiento)

Figura 1. Valores de pH de los tratamientos en estudio

Cuadro 6. Resultados del análisis de suelos en los parámetros, clase textural, pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio disponible, y capacidad de intercambio catiónico de los tratamientos en estudio

Elementos	Tratamientos							
	S.I	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Análisis físico:								
Clase textural	Franco Ao	Franco	Franco	Franco Ao	Franco	Franco	Franco	Franco
pH (1:1) en agua	5.60	5.60	5.70	6.50	5.70	5.50	5.80	5.90
M.O. (%)	2.20	2.30	1.25	1.88	2.51	1.88	2.51	2.93
N -Total (%)	0.10	0.10	0.06	0.08	0.11	0.08	0.11	0.13
Fósforo disponible (ppm)	6.60	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00
K ₂ O disponible (kg/ha)	300.00	375.29	313.91	403.92	281.96	364.82	246.40	215.60
C.I.C. (cmol(+).kg/ha)	6.72	7.77	6.36	5.50	6.85	6.63	6.38	6.65

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

T₁ : NPK sintético.

T₂ : NPK sintético (50%) + Bocashi (50%).

T₃ : Puro Bocashi.

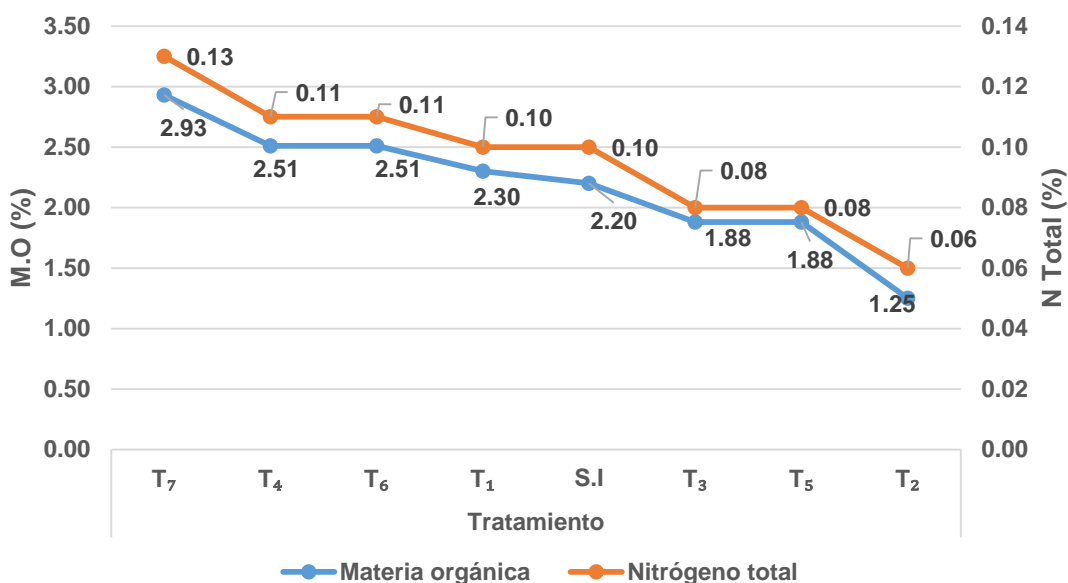
T₄ : Bocashi (50%) + Biol (50%)

T₅ : NPK (50 %) + Biol (50%)

T₆ : Puro Biol

T₇: Testigo (sin abonamiento)

En el Cuadro 6, se muestra los parámetros que bajo el análisis del suelo realizado en el suelo experimental antes de abonamiento tenía un pH, % de materia orgánica, % nitrógeno, fósforo (ppm) y potasio disponible (kg ha⁻¹), y CIC capacidad de intercambio catiónico de, 5.60, 2.20 0.10, 6.60, 300.0 y 6.72 respectivamente.



Leyenda: S.I : Suelo inicial.

T₁ : NPK sintético.

T₂ : NPK sintético (50%) + Bocashi (50%).

T₃ : Puro Bocashi.

T₄ : Bocashi (50%) + Biol (50%).

T₅ : NPK (50%) + Biol (50%).

T₆ : Puro Biol.

T₇ : Testigo (sin abonamiento).

Figura 2. Relación entre los valores de materia orgánica y nitrógeno total

En la Figura 2, se muestra la relación entre valores del porcentaje de materia orgánica y nitrógeno total, observándose una simetría casi aritmética de los valores para ambos parámetros de cada tratamiento, donde el tratamiento T₇ (Testigo (sin abonamiento)) obtuvo el mayor porcentaje (%) de materia orgánica y porcentaje de nitrógeno; también el tratamiento T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)) obtuvo aritméticamente un porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno inferior en comparación a los demás tratamientos. En la Figura 3, se muestra que el tratamiento T₃ (Puro Bocashi)

obtuvo mayor potasio (kg ha^{-1}) y fósforo (ppm) disponible en comparación a los demás tratamientos.

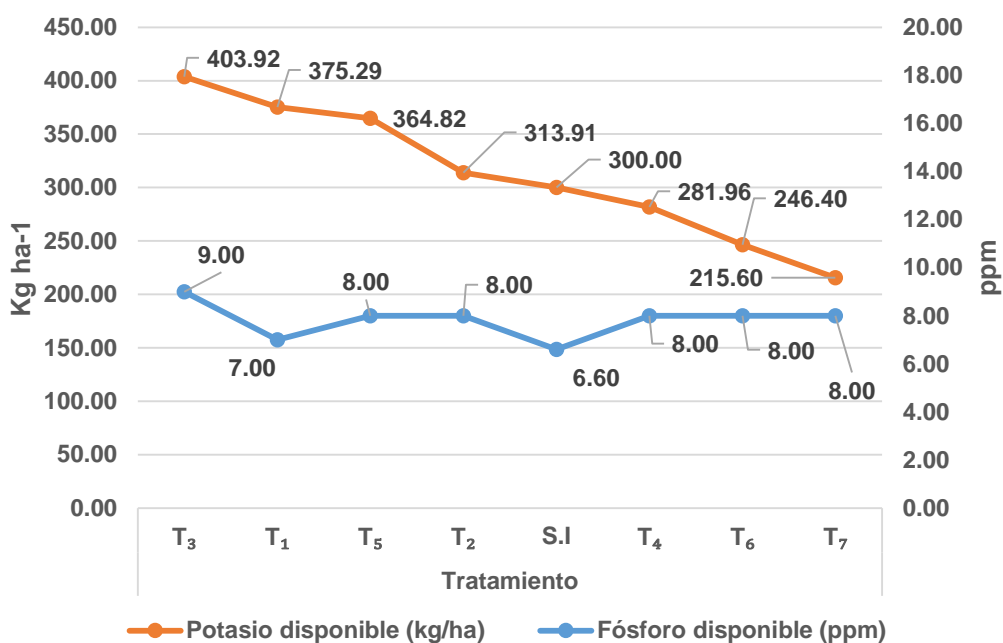


Figura 3. Relación de potasio y fósforo disponible

4.2. Altura de planta

En el Cuadro 7, se muestra el análisis de variancia para el parámetro altura de planta (cm) en la primera, segunda y tercera evaluación. Observándose que no existe significancia entre los bloques para las tres evaluaciones, sí existe significancia entre los tratamientos en la primera evaluación; existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en la segunda y tercera evaluación en la altura de planta de arroz. El coeficiente de variabilidad la primera, segunda y tercera evaluación es, 10.47, 1.21, 2.78% respectivamente, existiendo así una excelente homogeneidad entre las

unidades experimentales de los tratamientos en estudio. En el Cuadro 8, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro altura de la planta en la primera, segunda y tercera evaluación. Se observa que en la primera evaluación no existe una amplia significancia entre los tratamientos, donde el tratamiento T₁ (NPK sintético) aritméticamente fue mayor en altura respecto a los demás tratamientos; en la segunda evaluación de altura, el tratamiento T₅ (NPK (50%) + Biol (50%)) estadísticamente obtuvo una mayor altura de planta; en la tercera evaluación se muestra que el tratamiento T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)), T₅ y T₁, estadísticamente obtuvieron la mayor altura de planta, en comparación de los demás tratamientos.

Cuadro 7. Resumen del análisis de variancia (ANVA) para el parámetro altura de la planta (cm) en la primera, segunda y tercera evaluación del cultivo de arroz

Fuente de variación	GL	Cuadrados Medios					
		1 ^{era} Evaluación	Sig.	2 ^{da} Evaluación	Sig.	3 ^{era} Evaluación	Sig.
Bloques	3.0	1.049	NS	29.209	NS	12.919	NS
Tratamiento	6.0	8.201	AS	191.383	AS	398.439	AS
Error Experimental	18.0	1.836		21.890		7.198	
Total	27.0						
C.V (%)		23.80%		18.19%		9.91%	

Leyenda:

NS : No existe significancia

AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad

C.V: Coeficiente de variación

Cuadro 8. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro altura de la planta (cm) en la primera, segunda y tercera evaluación del cultivo de arroz

1era Evaluación			2da Evaluación			3era Evaluación		
Clave	N°	Sig.	Clave	N°	Sig.	Clave	N°	Sig.
Macollos			Macollos			Macollos		
T ₁	7.40	a	T ₁	34.05	a	T ₁	39.93	a
T ₂	7.05	a b	T ₅	33.60	a b	T ₅	35.98	a b
T ₅	7.00	a b c	T ₂	28.45	a b c	T ₂	34.80	b c
T ₄	5.40	a b c d	T ₆	26.10	c d	T ₄	24.02	d
T ₃	4.70	d	T ₄	23.05	c d e	T ₃	21.33	d e
T ₆	4.20	d	T ₃	18.50	e	T ₆	21.03	d e f
T ₇	4.10	d	T ₇	16.30	e	T ₇	12.43	g

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística

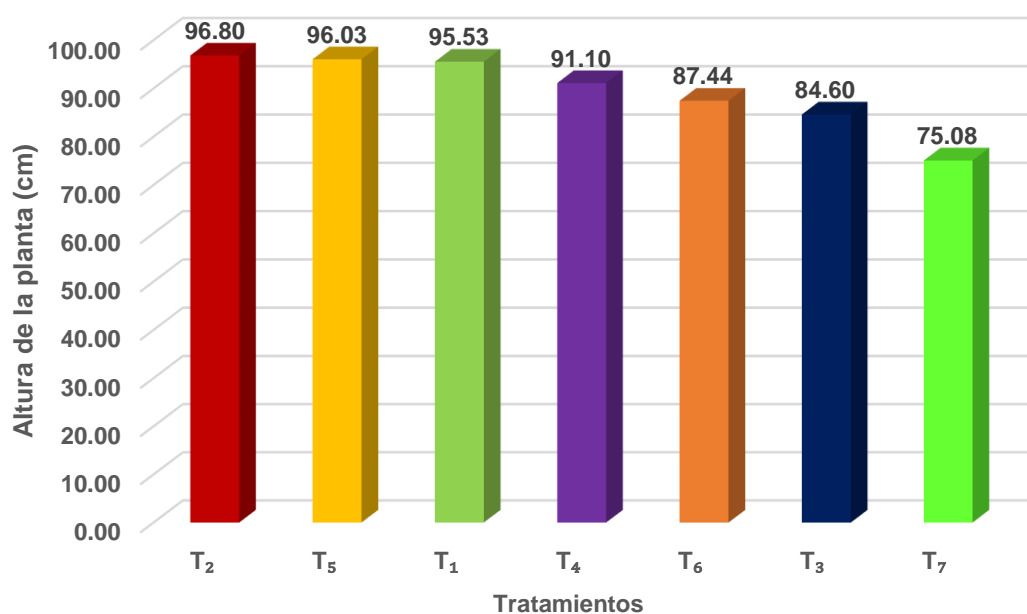


Figura 4. Altura de planta (cm) de los tratamientos en estudio

En la Figura 4, se muestra la evaluación final de la altura de planta del cultivo de arroz, donde el tratamiento T₂ mostró aritméticamente la mayor

altura de planta, sin embargo el tratamiento T₇ (Testigo) obtuvo una altura inferior en comparación a los demás tratamientos.

4.3. Número de macollos

En el Cuadro 9, se muestra el análisis de variancia para el parámetro número de macollos en la primera, segunda y tercera evaluación del cultivo de arroz. Observándose que no existe diferencias estadísticas entre los bloques en las tres evaluaciones. Sin embargo sí existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos en tres evaluaciones del parámetro número de macollos del cultivo de arroz. El coeficiente de variabilidad en la primera, segunda y tercera evaluación fue 23.80, 18.19 y 9.91% respectivamente, mostrando regular, buena y muy buena homogeneidad respectivamente entre las unidades experimentales del tratamiento en estudio.

En el Cuadro 10, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro número de macollos de la planta del cultivo de arroz en la primera, segunda y tercera evaluación. Observándose el tratamiento T₁ (NPK sintético) estadísticamente y aritméticamente mostró el mayor número de macollos en las tres evaluaciones; también el tratamiento T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)) y T₅ (NPK (50%) + Biol (50%)), obtuvieron el mayor número de macollos en comparación a los demás tratamientos. El tratamiento T₇ (Testigo (sin abonamiento)) obtuvo una inferior el número de macollos.

Cuadro 9. Resumen del análisis de variancia del parámetro número de panojas por m² en la primera y segunda evaluación del cultivo de arroz

Fuente de variación	GL	Cuadrados Medios			
		1 ^{era} Evaluación	Sig.	2 ^{da} Evaluación	Sig.
Bloques	3.0	1669.62	NS	228.321	NS
Tratamiento	6.0	9823.39	AS	17402.988	AS
Error Exp.	18.0	858.87		2094.321	
Total	27.0				
C.V (%)		12.60%		17.36%	

Leyenda:

NS: No existe significancia

C.V: Coeficiente de variación

AS: Diferencias significativas al 1% de probabilidad

Cuadro 10. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro número de panojas por m² en la primera y segunda evaluación

Clave	1 ^{era} Evaluación		2 ^{da} Evaluación		
	Panojas m ²	Sig.	Clave	Panojas m ²	Sig.
T ₅	284.50	a	T ₁	386.00	a
T ₁	283.75	a b	T ₅	286.50	b
T ₂	273.00	a b c	T ₂	281.50	b c
T ₆	218.75	d	T ₆	263.00	b c d
T ₄	214.50	d e	T ₄	235.00	b c d e
T ₃	199.50	d e f	T ₃	212.25	b c d e
T ₇	154.00	g	T ₇	181.00	e

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Leyenda:

S.I : Suelo inicial.

T₄ : Bocashi (50%) + Biol (50%)

T₁ : NPK sintético.

T₅ : NPK (50 %) + Biol (50%)

T₂ : NPK sintético (50%) + Bocashi (50%).

T₆ : Puro Biol

T₃ : Puro Bocashi.

T₇ : Testigo (sin abonamiento)

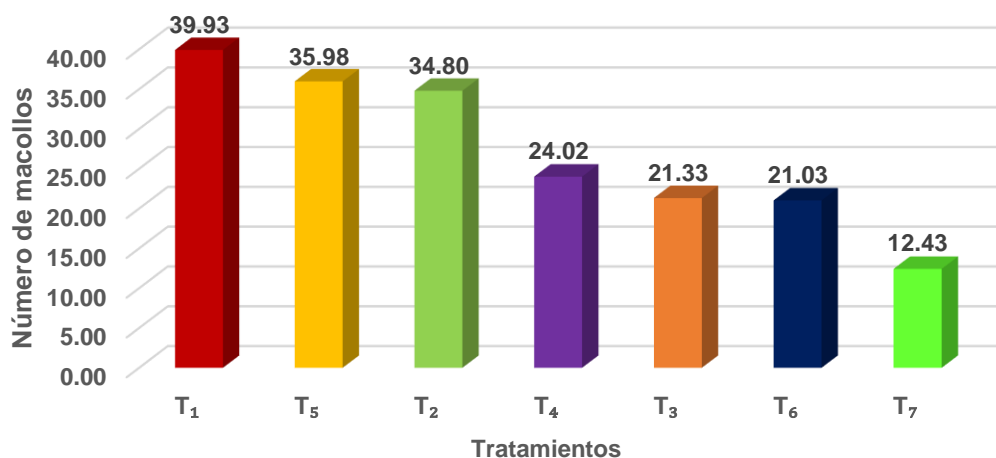


Figura 5. Número de macollos de los tratamientos en estudio.

4.4. Número de panojas por m²

Cuadro 11. Resumen del análisis de variancia del parámetro número de panojas por m² en la primera y segunda evaluación del cultivo de arroz

Fuente de variación	GL	Cuadrados Medios			
		Espigas fértiles	Sig.	Espigas infértiles	Sig.
Bloques	3.0	19.77	NS	1.274	NS
Tratamientos	6.0	872.28	AS	12.226	NS
Error Exp.	18.0	34.47		7.496	
Total	27.0				
C.V (%)		5.15%		25.64%	

NS : No existen diferencias estadísticas.

AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad

En el Cuadro 11, se muestra el análisis de variancia del parámetro número de panojas m² del cultivo de arroz en la primera y segunda evaluación. Observándose que no existe significancia entre los bloques; existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para la primera y segunda evaluación para el número de panojas por m². El coeficiente de variabilidad para primera y

segunda es, 12.60 y 17.36% indicando así muy buena y buena homogeneidad entre las unidades experimentales en estudio de los tratamiento en estudio.

Cuadro 12. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro número de panojas por m² en la primera y segunda evaluación

Clave	Espigas fértiles	Sig.	Clave	Espigas infértiles	Sig.
T ₁	137.75	a	T ₃	12.50	a
T ₅	125.00	b	T ₆	12.00	a
T ₂	120.15	b c	T ₁	11.50	a
T ₄	109.65	d	T ₄	11.50	a
T ₃	107.55	d e	T ₂	10.75	a
T ₆	104.95	d e f	T ₇	8.50	a
T ₇	92.95	g	T ₅	8.00	a

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística

Leyenda:

T₁ : NPK sintético.

T₅ : NPK (50%) + Biol (50%).

T₂ : NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)

T₆ : Puro Biol.

T₃ : Puro Bocashi

T₇ : Testigo (sin abonamiento).

T₄ : Bocashi (50%) + Biol (50%)

En el Cuadro 12, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro número de panojas por m² de la planta del cultivo de arroz en la primera y segunda evaluación. Observándose que el tratamiento T₅ (NPK (50%) + Biol (50%)), T₁ (NPK sintético) y T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)) estadísticamente son iguales y fueron superior con panojas por m² para la primera evaluación; el tratamiento T₁ muestra estadísticamente el mayor número de panojas por m² en la segunda evaluación.

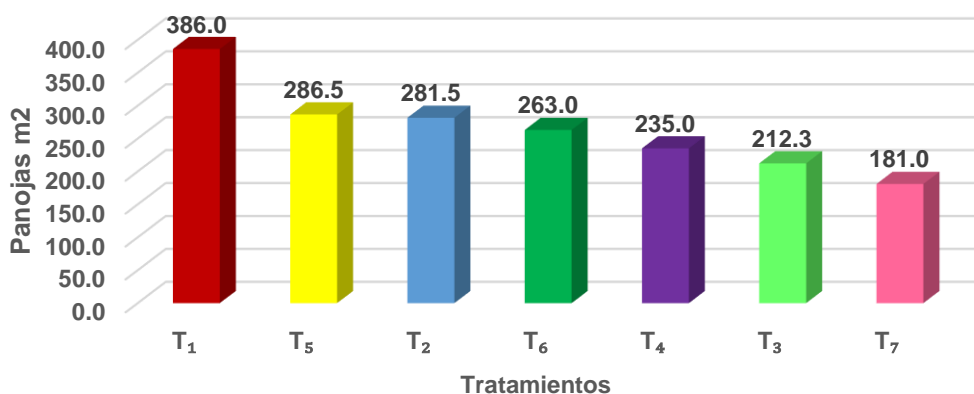


Figura 6. Número de panojas por m² de los tratamientos en estudio

4.5. Espigas fértiles e infértiles

En el Cuadro 13, se muestra el análisis de variancia del parámetro espigas fértiles e infértiles del cultivo de arroz. Observándose que para bloques no existen diferencias estadísticas; sí existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para ambos parámetros. El coeficiente de variabilidad para los parámetros espigas fértiles e infértiles es 5.15 y 25.64%, indicando excelente y regular homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

Cuadro 13. Resumen del análisis de variancia del parámetro número de espigas fértiles e infértiles del cultivo de arroz

Fuente de variación	GL	Cuadrados Medios			
		Espigas fértiles	Sig.	Espigas infértiles	Sig.
Bloques	3.0	19.77	NS	1.274	NS
Tratamientos	6.0	872.28	AS	12.226	NS
Error Exp.	18.0	34.47		7.496	
Total	27.0				
C.V (%)		5.15%		25.64%	

NS : No existen diferencias estadísticas.

AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

C.V : Coeficiente de variabilidad.

En el Cuadro 14, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro número espigas fértiles e infértiles de la planta del cultivo de arroz. Observándose que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para el parámetro espigas infértiles, sin embargo el tratamiento T₃ (Puro Bocashi), observándose aritméticamente obtuvo mayor número de espigas infértiles en comparación a demás tratamientos. El tratamiento T₁ (NPK sintético) muestra estadísticamente mayor número de espigas fértiles del cultivo de arroz, en comparación a los demás tratamientos.

Cuadro 14. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro número de espigas fértiles e infértiles del cultivo de arroz

Clave	Peso (g) 1000 granos	Sig.	Clave	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Sig.
T ₃	29.50	a	T ₁	9430.59	a
T ₄	29.50	a	T ₅	7598.82	b
T ₁	28.75	a	T ₂	7539.49	b c
T ₂	28.50	a	T ₃	5782.85	d
T ₅	28.25	a	T ₄	5691.62	d e
T ₆	28.00	a	T ₆	5463.15	d e f
T ₇	27.50	a	T ₇	4227.05	g

Leyenda:

T₁ : NPK sintético.

T₅ : NPK (50%) + Biol (50%).

T₂ : NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)

T₆ : Puro Biol.

T₃ : Puro Bocashi

T₇ : Testigo (sin abonamiento).

T₄ : Bocashi (50%) + Biol (50%)

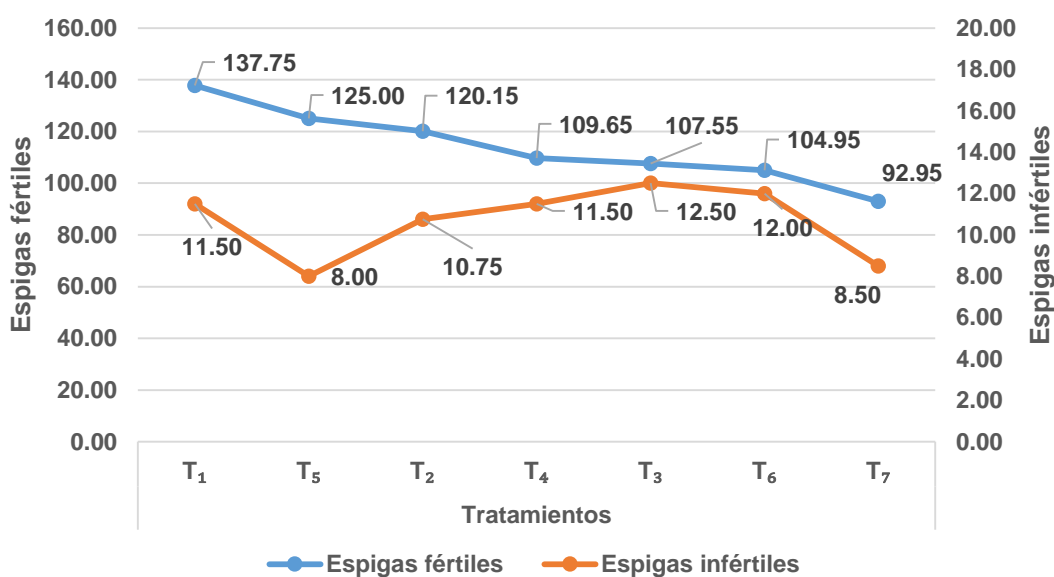


Figura 7. Número de espigas fértiles e infértiles de los tratamientos

4.6. Rendimiento del cultivo de arroz

En el Cuadro 15, se muestra el análisis de variancia del parámetro peso (g) de 1000 granos de arroz y rendimiento (kg ha^{-1}). Observándose que no existe significancia entre los bloques en ambos parámetros; también no existen significancia entre tratamientos en el parámetro peso de 1000 granos de arroz; existen diferencias estadísticas entre los tratamientos para el parámetro del (kg ha^{-1}) rendimiento de arroz. El coeficiente de variabilidad para el parámetro peso de 1000 granos y rendimiento de arroz es, 4.95 y 11.98% indicando que existe una excelente y muy buena homogeneidad respectivamente entre las unidades experimentales entre los tratamientos en estudio.

Cuadro 15. Resumen del análisis de variancia del parámetro peso (g) de 1000 granos de arroz y rendimiento (kg ha⁻¹) de grano

Fuente de variación	GL	Cuadrados Medios			
		Peso (g) 1000 granos	Sig.	Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	Sig.
Bloques	3.0	3.14	NS	344436.02	NS
Tratamiento	6.0	2.23	NS	12185105.80	AS
Error Exp.	18.0	2.00		612772.07	
Total	27.0				
C.V (%)		4.95%		11.98%	

NS : No existen diferencias estadísticas.

AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 16, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro peso de 1000 granos de arroz y rendimiento (kg ha⁻¹) del cultivo de arroz. Observándose que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para el parámetro peso de 1000 granos de arroz, donde el tratamiento T₃ (Puro Bocashi) es aritméticamente mayor peso en comparación a demás tratamientos. El tratamiento T₁ (NPK sintético) estadísticamente obtuvo mayor rendimiento (kg ha⁻¹) en comparación a los demás tratamientos.

Cuadro 16. Prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0.05$) del parámetro peso de 1000 granos y rendimiento de grano

Clave	Peso (g) 1000 granos	Sig.	Clave	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Sig.
T ₃	29.50	a	T ₁	9430.59	a
T ₄	29.50	a	T ₅	7598.82	b

T ₁	28.75	a	T ₂	7539.49	b c
T ₂	28.50	a	T ₃	5782.85	d
T ₅	28.25	a	T ₄	5691.62	d e
T ₆	28.00	a	T ₆	5463.15	d e f
T ₇	27.50	a	T ₇	4227.05	g

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Leyenda:

T₁ : NPK sintético.

T₂ : NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)

T₃ : Puro Bocashi

T₄ : Bocashi (50%) + Biol (50%)

T₅ : NPK (50%) + Biol (50%).

T₆ : Puro Biol.

T₇ : Testigo (sin abonamiento).

V. DISCUSIÓN

5.1. Análisis de suelos

La parcela experimental S.I (suelo inicial) presentaba en un inicio un pH de 5.6 (moderadamente ácido), posteriormente a la aplicación de los abonos orgánicos e inorgánico en la parcela, el pH del suelo aritméticamente aumentó y disminuyó; observándose que los tratamientos T₃ (Puro Bocashi), T₇ (Testigo), T₆ (Puro Biol), T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)) y T₄ (Bocashi (50%) + Biol (50%)), obtuvieron un pH de 6.5, 5.9, 5.8, 5.7 y 5.7, aritméticamente mayor a la parcela experimental, los tratamientos T₇, T₆, T₂ y T₄ obtuvieron un pH que se considera moderadamente ácido, el pH del tratamiento T₃ se considera como un pH ligeramente ácido (Cuadro 21, Anexo A, Apéndice 1). Los tratamientos T₁ (NPK sintético) y T₅ (NPK (50%) + Biol (50%)) obtuvieron un pH de 5.6 y 5.5, aritméticamente igual e inferior al pH inicial de la parcela experimental (Figura 1); el pH de estos dos tratamientos se considera moderadamente ácido (Cuadro 21, Anexo A, Apéndice 1). Los tratamientos T₁, T₅ y T₂ obtuvieron un rendimiento de arroz kg ha⁻¹ estadísticamente superior a los demás tratamientos (Cuadro 16), un pH moderadamente ácido, se obtiene buenos rendimientos, MINAG (2012) indica los suelos de la Selva Baja, predominan en un 90 % suelos ácidos, el pH varía

entre 4.2 a 5.2, el pH óptimo para el arroz es 6.6; del análisis (Cuadro 6) el pH óptimo una buena producción de arroz kg ha^{-1} está entre valores de 5.5 a 5.7.

En el análisis inicial, la textura inicial (S.I) fue franco arenoso, luego por la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos separadas por parcela de acuerdo a los tratamientos, la textura cambió de franco arenoso a franco, como se muestra en los tratamientos T_1 , T_2 , T_4 , T_5 , T_6 y T_7 ; sin embargo el tratamiento T_3 mantuvo la misma textura que la textura inicial (Cuadro 6); OSORNO (2006) califica a la textura a un suelo franco arcilloso con un nivel de fertilidad medio, a un suelo franco se califica con un nivel de fertilidad alta y adecuada. El bocashi (T_3) como abono orgánico no generó cambios en la textura del suelo inicial, como abono orgánico combinándose con NPK (T_2) y con Biol (T_4), mejoró la textura del suelo, el arroz se suele cultivar en suelos de textura fina y media (MINAG, 2012) los suelos cuya proporción de arcilla está balanceada con el contenido de arena y limo (suelos francos) garantizan buenas cosechas de arroz (DICTA, 2013)

El porcentaje de materia orgánica tiene una relación aritmética con el porcentaje de nitrógeno de los tratamientos en estudio (Figura 2), en el análisis inicial de la parcela experimental el porcentaje de materia orgánica y nitrógeno fue 2.20 y 0.10 respectivamente, los tratamientos T_7 , T_4 , T_6 y T_1 obtuvieron un porcentaje superior de materia orgánica y nitrógeno en comparación al análisis de la parcela experimental, los tratamientos T_3 , T_5 y T_2 aritméticamente tuvieron un porcentaje de materia orgánica y nitrógeno en comparación al análisis de la parcela experimental; (Cuadro 6); el tratamiento

T₇ (Testigo), dónde no se realizó ni una fuente de abono, aumentó su porcentaje de materia orgánica y nitrógeno en 2.93 y 0.13% respectivamente con una nivel de fertilidad media (OSORNO, 2006) los tratamientos T₄, T₆ y T₁ de acuerdo al análisis químico del suelo de las parcelas obtuvieron un nivel de fertilidad media, los tratamientos T₃, T₅ y T₂ del análisis químico obtuvieron un nivel de fertilidad baja (OSORNO, 2006); siendo el tratamiento T₁ (NPK sintético) obtuvo niveles medios de fertilidad, alcanzó la mayor producción de arroz con 9430.59 kg ha⁻¹, sin embargo los tratamientos T₅ y T₂ aritméticamente con niveles bajos de porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno, obtuvo rendimiento superior a los demás tratamientos (Cuadro 16).

De acuerdo el análisis de suelos (Cuadro 6), la parcela experimental presentó inicialmente 300 kg ha⁻¹ de potasio disponible y 6.60 ppm de fósforo disponible, el nivel de fertilidad de potasio y fósforo se considera media y baja respectivamente (OSORNO, 2006); los tratamientos T₃, T₁, T₅ y T₂ obtuvieron 403.92, 375.29, 364.82 y 313.1 kg ha⁻¹ de potasio disponible respectivamente, alcanzaron 9.00, 7.00, 8.00 y 8.00 ppm de fósforo disponible, considerando un nivel de fertilidad media para el potasio disponible y nivel de fertilidad media para fósforo disponible (OSORNO, 2006). Los tratamientos T₄, T₆ y T₇ obtuvieron 8.00, 8.00 y 8.00 ppm de fósforo disponible respectivamente considerado un nivel de fertilidad media; los niveles de potasio para los tratamientos T₄, T₆ y T₇ obtuvieron 281.96, 246.40 y 215.60 kg ha⁻¹ de potasio disponible respectivamente, considerando niveles de fertilidad baja (OSORNO, 2006). Aritméticamente y estadísticamente a nivel de producción de arroz (kg ha⁻¹), son los tratamientos T₁, T₅, T₂ y T₃ obtuvieron un mayor

rendimiento en comparación a los demás tratamientos, que en relación al análisis de potasio disponible, a mayor potasio (kg ha^{-1}) mayor el rendimiento de arroz (Figura 3); el tratamiento T_3 (Puro Bocashi) obtuvo potasio mayor potasio disponible, como abono orgánico mejoró la disponibilidad de potasio en el suelo, en comparación a los demás tratamientos.

5.2. Altura de planta

En el parámetro altura de planta, los tratamientos T_2 (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)), T_5 (NPK (50%) + Biol (50%)) y T_1 (NPK sintético), en la última evaluación alcanzaron una altura en promedio 96.80, 96.03 y 95.53 cm respectivamente, siendo estadísticamente igual entre sí y superior en altura de planta que los demás tratamientos; los tratamientos T_4 (Bocashi (50%) + Biol (50 %)), T_6 (Puro Biol), T_3 (Puro Bocashi) y T_7 (Testigo) obtuvieron alturas inferiores de 91.10, 87.44, 84.60 y 75.08 cm respectivamente, los tratamientos de abono orgánico puro T_6 y T_3 , alcanzaron altura estadísticamente igual, sin embargo muy inferior a los demás tratamientos; el tratamiento T_7 estadísticamente fue inferior en altura de planta a los demás tratamientos (Cuadro 8). EL POTRERO (2014) reporta que la altura promedio de la planta de arroz variedad “La conquista”, es de 100 cm, de acuerdo a los resultados el promedio de altura varía de 75.08 a 96.80 cm, los tratamientos en general alcanzaron una altura promedio inferior, bajo las condiciones de riego en Tingo María, a excepción, los tratamientos T_2 , T_5 y T_1 alcanzaron un altura promedio cercana a los 100 cm.

La inferior altura de la planta y la dureza de tallo son cualidades muy esenciales en variedades de alto rendimiento, ya que minimizan el volcamiento (FASANANDO, 1999) los tratamientos T₂, T₅ y T₁ obtuvieron un rendimiento mayor en comparación a los demás tratamientos; el rendimiento y respuesta del nitrógeno de la variedad de arroz, están relacionados inversamente con la altura de la planta (FASANANDO, 1999) las parcelas del tratamiento T₅ y T₂ contenían aritméticamente un inferior porcentaje de nitrógeno (Figura 2); tratándose de la misma variedad la diferencia de altura de planta radica en el abonamiento, es posible que la altura de la planta y rendimiento del arroz esté relacionado con el contenido de potasio en el suelo (Figura 3), al potasio se le atribuye el incremento de la eficiencia del nitrógeno y el fósforo que se añaden al suelo (CORDERO, 1993); la importancia de la altura en el arroz, es en la selección, desde el punto de vista agronómico por la relación existente entre la planta y la resistencia del acame (Zeledón, 1993; citado por CAMPOS, 2008), influye directamente en la capacidad del rendimiento del cultivo (LEÓN y ARRAGOCÉS, 1985); CAMPOS (2008) reportó una altura promedio de la variedad "Conquista" de 112.36 cm bajo condiciones de riego en Tingo María, altura muy superior a lo obtenido en nuestros resultados (Figura 4), la diferencia radica bajo la fórmula de fertilización que realizó el autor, basándose para un rendimiento de 10 t ha⁻¹.

5.3. Número de macollos

Los tratamientos T₁ (NPK Sintético), T₅ (NPK (50%) + Biol (50%)) y T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)) obtuvieron estadísticamente el mayor

número de macollos en comparación a los demás tratamientos, el tratamiento T₁ (39.93) es estadísticamente igual al tratamiento T₅ (35.98) y mayor al tratamiento T₂ (34.80), el tratamiento T₅ se muestra estadísticamente igual al tratamiento T₂; los tratamientos T₄ (Bocashi (50%) + Biol (50%)), T₃ (Puro Bocashi) y T₆ (Puro Biol) alcanzaron estadísticamente igual número de macollos y aritméticamente fue 24.02, 21.33 y 21.03 macollos respectivamente; el tratamiento T₇ (Testigo) obtuvo estadísticamente el menor número de macollos (12.43) en cinco golpes de siembra (Cuadro10). Los tratamientos de una dosis de fertilización inorgánica (T₁) y en combinación con abonos orgánicos (T₅ y T₂), obtuvieron mayor número de macollos, BOLÍVAR (1991) no obtuvo resultados significativos de N a nivel foliar en máximo macollamiento al aplicar únicamente MO (gallinaza, 160 kg ha⁻¹ de N); pero, con aplicaciones de mezclas compuestas de MO y fertilizantes inorgánicos (Urea y Superfosfato Triple) si hubo respuesta, los tratamientos con abono orgánico obtuvieron en promedio de 21.03 a 24.02 macollos por planta. A pesar de tratarse de una misma variedad, misma constitución genética y siendo el número de macollos es un carácter genético de naturaleza cuantitativa, esta se ve influenciada por la aplicación de fertilizante inorgánicos y orgánicos, ya que la diferencia entre las dosis y contenido de elementos generó que la variedad de arroz "Conquista" emita distintos número de macollos (Figura 5). El ahijamiento es una característica de la variedad y estado de número máximo de hijos es muy importante, ya que tiene una relación con el manejo del cultivo (SOMARRIBA, 1998) relación que se muestra con el número de macollos, rendimiento de grano de los tratamientos T₁, T₅ y T₂ y su fertilización.

5.4. Número de panojas por m²

El tratamiento T₁ (NPK Sintético) estadísticamente obtuvo el mayor número de panojas por m² (386.00) que los demás tratamientos, los tratamientos T₅ (NPK (50 %) + Biol (50 %)), T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50 %)), T₆ (Puro Biol), T₄ (Bocashi (50%) + Biol (50%)) y T₃ (Puro Bocashi) obtuvieron 286.50, 281.50, 263.00, 235.00 y 212.25 panojas por m² respectivamente, siendo estadísticamente igual entre ellos; el tratamiento T₇ (Testigo) aritméticamente fue menor respecto al número de panojas m², comparando a los demás tratamientos, estadísticamente obtuvo igual número de panojas m², que los tratamientos T₄ y T₃. El fertilizante sintético indujo en la variedad "Conquista" a mayor número de panojas, aritméticamente, los abonos orgánicos en suma con un abono sintético (T₅ y T₂) también indujo a obtener mayor número de panojas (Cuadro 12). Cabe mencionar que el tratamiento T₁ obtuvo un rendimiento en arroz de 9430.59 kg ha⁻¹, relación con el mayor número de panojas m² (386.00), los tratamientos T₅ y T₂ obtuvieron un rendimiento 7598.82 y 7539.49 kg ha⁻¹ (Cuadro 16), también obtuvieron 286.50 y 281.50 panojas m² respectivamente, el rendimiento depende del número de panojas por unidad de área, número de espiguillas o granos por panoja, porcentaje de granos llenos y el peso de granos llenos (CIAT, 1983). Los tratamientos T₄ (235.00), T₃ (212.25) y T₇ (181.00) obtuvieron panojas m², menor de 250 panojas m², ALVA (2000) el número de panojas m², sí es menor de 250, algo está mal con el método de cultivo, la variedad de arroz con el suelo, también menciona que se debe revisar la distancia y aplicación del

fertilizante, de acuerdo a nuestros resultados (Figura 6), siendo la misma variedad, la diferencia radica entre la fertilización orgánica e inorgánica, los abonos orgánicos obtuvieron un menor número de panojas m²; esta última juega un rol importante en apertura y llenado de grano, su déficit se traduce en un detrimento final (RACHUMI, 1981).

5.5. Espigas fértiles e infértiles

El tratamiento T₁ (NPK Sintético) obtuvo estadísticamente el mayor número de espigas fértiles (137.75), en comparación a los demás tratamientos, también los tratamientos T₅ (NPK (50%) + Biol (50%)) y T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)) obtuvieron estadísticamente igual número de espigas fértiles 125.00 y 120.15 respectivamente, sin embargo estadísticamente fueron mayores a los demás tratamientos, T₄ (Bocashi (50%) + Biol (50%)), T₃ (Puro Bocashi), T₆ (Puro Biol) y T₇ (Testigo) que obtuvieron 109.65, 107.55, 104.95 y 92.95 espigas fértiles respectivamente, no existe significancia entre los tratamientos T₄, T₃ y T₆, el tratamiento T₇ estadísticamente obtuvo menor número de espigas fértiles que los demás tratamientos (Cuadro14); respecto al parámetro espigas infértiles, se muestra que no existe diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo aritméticamente los tratamientos T₃ y T₆ obtuvieron el mayor número de espigas infértiles (12.50), en comparación a los demás tratamientos T₁ (NPK sintético), T₄ (Bocashi (50%) + Biol (50%)), T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)), T₇ (Testigo) y T₅ (NPK (50%) + Biol (50%)), que obtuvieron 11.50, 11.50, 10.75, 8.50 y 8.00 espigas infértiles respectivamente (Cuadro 14). La fertilidad de las espigas está en función de la

fertilización y en relación con el rendimiento de los granos de arroz, los tratamientos T₁, T₅ y T₂ obtuvieron mayor número de espigas fértiles y mayor rendimiento de grano, esto se puede justificar con el vigor de la planta y cantidad de nutrientes en el suelo, la disponibilidad de los nutrientes y número de granos por panoja tiene una relación positiva (LOZANO, 1993).

5.6. Peso de 1000 granos y rendimiento de arroz

No existen diferencias estadísticas entre los tratamientos respecto al peso de 1000 granos, los tratamientos T₃ (Puro Bocashi) y T₄ (Bocashi (50%) + Biol (50%)) aritméticamente obtuvieron mayor peso en 1000 granos (g), respecto a los demás tratamientos T₁ (NPK sintético), T₂ (NPK sintético (50%) + Bocashi (50%)), T₅ (NPK (50%) + Biol (50%)), T₆ (Puro Biol) y T₇ (Testigo) que obtuvieron 28.75, 28.50, 28.25, 28.00 y 27.50 g en peso de 1000 granos de arroz (Cuadro 16). El tratamiento T₁, estadísticamente obtuvo el mayor rendimiento de arroz en cáscara (9,430.59 kg ha⁻¹), que los demás tratamientos; los tratamientos T₅ y T₂, obtuvieron 7,598.82 y 7,539.49 kg ha⁻¹ respectivamente y estadísticamente es mayor en rendimiento a los tratamientos T₃, T₄, T₆ y T₇, que obtuvieron 5,782.85; 5,691.62; 5,463.15 y 4,227.05 kg ha⁻¹ de arroz en cáscara respectivamente, los tratamientos T₃, T₄ y T₆ son estadísticamente igual en rendimiento, el tratamiento T₇ obtuvo estadísticamente un rendimiento de arroz en cáscara muy inferior a los demás tratamientos (Cuadro 16). Los tratamientos T₃ y T₄ obtuvieron 29.50 g de peso en 1000 granos de arroz, aritméticamente fueron los tratamientos con mayor peso en comparación a los demás tratamientos, sin embargo éstos dos no

obtuvieron un rendimiento superior, el rendimiento y el peso de 1000 granos no existe una relación estrecha, es decir que el rendimiento no está en relación directa o no contribuye al aumento de la biomasa total de los granos (LEAL y DEGIOVANI, 1992).

El mayor rendimiento de arroz en cáscara fue por la de la fertilización inorgánica (T_1) estadísticamente superando a los abonos orgánicos, a excepción del Biol y Bocashi en combinación con el fertilizante inorgánico (T_5 y T_2), estos tres obtuvieron un rendimiento que oscila (7539.49 a 9430.59 kg ha^{-1}) superior al rendimiento de dos variedades Porvenir 95 y Capirona, en Tingo María, bajo el sistema bajo riego obtuvieron $5,830.0$ y $5,750.0$ kg ha^{-1} (FASANANDO, 1999) sin embargo estos rendimientos son superiores a la variedad conquista bajo una fertilización orgánica dónde los rendimientos oscilan $5,463.15$ a $5,782.85$ kg ha^{-1} , bajo fertilización orgánica, la variedad conquista aritméticamente es superior al rendimiento de dos variedades Ucayali-91 y INIA-14, reporta FASANANDO (1999) para ambas variedades $5,140.0$ y $5,020.0$ kg ha^{-1} respectivamente. Sin embargo CAMPOS (2008) reporta, bajo un sistema de riego en Tingo María, la variedad Conquista obtuvo un $9,230.0$ kg ha^{-1} de arroz en cáscara, rendimiento muy superior a nuestros resultados obtenidos por los abonos orgánicos e inferior al rendimiento del tratamiento T_1 (NPK Sintético), cabe mencionan que CAMPOS (2008) reporta el rendimiento de cultivares Selva Alta y Capirona, es $10,708.0$ y $10,708.0$ kg ha^{-1} , rendimientos mayores en comparación a la variedad Conquista obtenido en nuestros resultados.

HERNÁNDEZ (1996) reporta el rendimiento una línea y variedad de arroz, Línea 3804 y CICA-8, bajo un sistema de riego en Tingo María, siendo 8,264.0 y 7,236 kg ha⁻¹ respectivamente. GARCÍA (2010) reporta el rendimiento de la variedad Capirona bajo un sistema de riego en Tingo María, de 8,188.70 kg ha⁻¹, estos reportes fluctúan con el rendimiento obtenido de los tratamientos T₁, T₅ y T₂ a pesar de tratarse de otra variedad de arroz, los rendimientos bajo una fertilización inorgánica o en combinación con un abono orgánico alcanzan un promedio de rendimiento de otras variedades o líneas de arroz, bajo sistema de riego en Tingo María; EL POTRERO (2014) reporta que la variedad Conquista puede obtener un rendimiento de 9.6 t ha⁻¹, bajo una fertilización inorgánica en el suelo del cultivo se acerca a ese rendimiento, bajo una fertilización orgánica en el suelo, atribuye pocos nutrientes que generan un rendimiento de 5,463.0 a 5782.85 kg ha⁻¹. A pesar de que los suelos obtuvieron un nivel de fertilidad baja y media en materia orgánica y nitrógeno, los tratamientos T₁, T₅ y T₂ fueron los que obtuvieron un rendimiento mayor en comparación a los otros abonamientos.

VI. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos T₁ (NPK sintético), T₅ (NPK (50%) + biol (50%)) y T₂ (NPK sintético (50%) + bocashi (50%)) estadísticamente presentaron una altura de planta, número de macollos, número de panojas por m², espigas fértiles y rendimiento, mayor a los demás tratamientos; los tratamientos T₃ (puro bocashi) T₄ (bocashi (50%) + biol (50%)) y T₆ (puro biol) presentaron resultados estadísticamente y aritméticamente inferior a los tratamientos T₁, T₅ y T₂ en todos los parámetros evaluados, el tratamiento T₇ (Testigo) estadísticamente obtuvo resultados inferiores en todos los parámetros.
2. Los mejores rendimientos de arroz en cáscara variedad "Conquista" fueron los tratamientos T₁, T₅ y T₂ con 9,430.59; 7,598.82 y 7,539.49 kg ha⁻¹, los demás tratamientos T₃, T₄ y T₆ obtuvieron un rendimiento inferior 5,782.85; 5,691.62 y 5463.15 kg ha⁻¹, el tratamiento T₇ donde no se abonó ni fertilizó se obtuvo 4227.05 kg ha⁻¹, el abono orgánico biol y bocashi en combinación con NPK sintético, mejora los rendimientos, que por sí solos.
3. El pH del suelo se incrementó por la aplicación del bocashi y biol, respecto al pH inicial; el porcentaje de materia orgánica y nitrógeno incrementaron por la aplicación de biol y bocashi; el potasio (kg ha⁻¹) y fósforo disponible (ppm) incrementaron respecto al análisis inicial de la parcela experimental.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar aplicaciones de abonos orgánicos como el bocashi y biol para ayudar a mejorar el PH del suelo, incrementando los niveles de fosforo y potasio y por ende el rendimiento.
2. Evaluar la influencia de abonos orgánicos biol y bocashi en la producción orgánica del cultivo de arroz de distintas variedades bajo sistema de riego, y bajo otras condiciones ecológicas. También evaluar la influencia de los abonos orgánicos en mezcla de fertilizantes inorgánicos para la producción sostenible.
3. Evaluar el rendimiento de arroz en cáscara de varias variedades de arroz bajo condiciones de riego en Tingo María, bajo esas dosis de abonamiento orgánico de biol y bocashi, para determinar que abono orgánico tiene mejor efecto o como responde las variedades a los dos abonos orgánicos.

VIII. ABSTRACT

The research was conducted from January to April 2009 in the grounds of the Fundo No.1 of the National Agrarian University of the Jungle, located 1.5 km from the city of Tingo Maria, Rupa Rupa District, Leoncio Prado province, Huánuco region. The "Influence of synthetic and organic fertilizers in the production of rice (*Oryza sativa* L.) variety" conquest "under an irrigation system in Tingo Maria" was evaluated. Fertilizer application was made based on the results of soil analysis NPK formula was used (120-80 150 kg ha⁻¹), and organic sources as the bocashi and applied Biol.

The results of the analysis of initial soils have a soil with clay loam texture, pH (5.60), organic matter and medium nitrogen with 2.20 and 0.10%, phosphorus and potassium available under with 6.60 ppm and 300.00 kg ha⁻¹, the same as increased or decreased at the time of fertilization; soil pH, organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium it increased by the application of bocashi and biological, from the initial pH. T1, T2 and T5 treatments had a statistically plant height, number of tillers, number of panicles per m², fertile spikes and performance, higher than the other treatments; T7 (Control) received treatment statistically significantly lower scores for all evaluated parameters; T1, T2 and T5 9430.59 treatments; 7598.82 and 7539.49 kg ha⁻¹; other T3, T4 and T6 treatments underperformed 5782.85; 5691.62 and 5463.15 kg ha⁻¹

respectively, T7 treatment where not paid or fertilized 4227.05 kg ha⁻¹ was obtained.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVA, C. 2000. Manejo integrado del cultivo de arroz. Editorial CODESE – L. Chiclayo, Perú. 358 p.
- ÁLVAREZ, J. 2005. Respuesta del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Fedearroz 50 a diferentes dosis y épocas de aplicación de un fertilizante enriquecido con materia orgánica bajo las condiciones agroecológicas de la meseta de Ibagué y el Guamo en el Tolima. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 73 p.
- ÁLVAREZ, J; DAZA, M; MENDOZA, C. 2008. Aplicación de un fertilizante enriquecido con silicio y materia orgánica en arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado en Ibagué y el guamo (Tolima, Colombia). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. 61(2): 4605-4617.2008.
- BEJARANO, C; MÉNDEZ, H. 2004. Fertilización orgánica comparada con la fertilización química en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), para minimizar el efecto de degradación del suelo. Tesis para obtener el título de Ingenieros en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica Del Norte. Ibarra, Ecuador. 13 p.
- BOLIVAR, M. 1991. Respuesta del arroz a la fertilización nitrogenada orgánica y mineral bajo dos sistemas de producción en el departamento del Meta.

Trabajo de grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía.

Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 120 p.

CAMPOS, E. 2008. Comportamiento agronómico de cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Tingo María. Tesis para optar título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 45 p.

CASTILLA, .A. 2000. Factores que afectan la eficiencia de la fertilización en el cultivo del arroz. Fundamentos técnicos de los fertilizantes y la fertilización en el cultivo del arroz. Ibagué. 40 p.

CASTILLA, A. 2002. Manejo sostenible del suelo para la producción de arroz. En: FEDEARROZ. Manejo integrado del cultivo de arroz en Colombia, Ibagué. p. 35 – 78.

CIAT. 1981. Recuento de las principales actividades en el cultivo de arroz. Cali, Colombia. 112 p.

CIAT. 1983. Recuento de las principales actividades en el cultivo de arroz. Cali, Colombia. 122 p.

CORDERO, A. 1993. Fertilización y nutrición mineral del arroz. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. p. 61 - 81.

DE LA ROSA, J. 2012. Análisis físico y químico de fertilizante orgánico (biol) producido por biodigestores a partir de estiércol de ganado. Tesis para

- optar título de Ing. Agrónomo. Xocoyucan, Tlax, México. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala. 19 p.
- DÍAZ, A. 1989. Nivelación de lotes para la producción de arroz de riego. Guía de estudio, CIAT. Cali, Colombia. 12p.
- 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.
- EL POTRERO. 2014. Recomendaciones técnicas para el cultivo de arroz variedad “La Conquista”. [En Línea]: Variedad de arroz “La Conquista”, (http://semillaselpotrero.com/web/secciones/prod_conquista.php, pdf, 13 Octubre, 2014).
- FASANANDO, G. 1999. Ensayo comparativo de siete variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en el sistema bajo riego en Tingo María. Tesis para optar título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. p. 55 – 62.
- FERNÁNDEZ, V. 1980. Observaciones de la técnica utilizada en la producción comercial de arroz anegado en la zona de Liberia, Guanacaste. Práctica de especialidad ITCR. San Carlos Costa Rica. 18 p.
- GARCÍA, E. 2010. Rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) c.v “Capirona” con diferentes números de plantas por golpe en tres edades de trasplante bajo riego en Tingo María. Tesis para optar título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 61 p.

- GIRÓN, C; MARTÍNEZ, C; y MONTERROZA, M. 2012. Influencia de la aplicación de bocashi y lombriabono en el rendimiento de calabacín, espinaca, lechuga, y remolacha, bajo el método de cultivo biointensivo. Requisito para optar al título de: Ing. Agrónomo(a). Universidad de El Salvador. El Salvador. 16 – 17 p.
- GONZÁLEZ, H. 1992. Efecto de N y S en producción y calidad de arroz (*Oryza sativa* L.). Trabajo de grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 52 p.
- GUANOPATÍN, M. 2012. Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis para optar título de Ing. Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador. 7 p.
- GUZMÁN, D. 2006. Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; cañas, guanacaste, costa rica. Práctica para optar al grado de Bachillerato en Ingeniería en Agronomía. Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica: Sede Regional San Carlos. p. 20 – 25.
- HERNÁNDEZ, J. 1996. Efecto de tres densidades de trasplante sobre el efecto de una variedad una línea de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Tingo María. Tesis para optar título Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 80 p.
- INIAP. 1998. Manual del cultivo del arroz. INIAP, FENARROZ, GTZ. p. 37 - 40.

- INTA. 2009. Cultivo de arroz: Guía tecnológica para la producción de arroz (*Oryza sativa* L.). Managua, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Guía tecnológica n° 1. 22 p.
- JIMÉNEZ, E. 2011. Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas, "Aloag – Pichincha". Tesis para optar título de Ing. Agrónomo. Sangolquí, Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército. 5 p.
- LEÓN, L; ARREGOCÉS, O. 1985. Factores que afectan la respuesta a la fertilización nitrogenada de arroz. Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura (CIAT). Cali, Colombia. 250 p.
- MAU, F. 2004. Los microorganismos efectivos. Solución ideal para el medio ambiente. Barcelona, España. 230 p.
- MASAKI, S., LEBLAN, C. y tabora, P. 2000. Bocashi. Guácimo, Limón, Costa Rica. P. 1 – 25.
- MEDINA, A; SOLARI, G. 1990. El BIOL fuente de Fitoestimulante en el desarrollo agrícola. Programa especial de Energías UMSS-TZ. Impresiones Poligráficas. Cochabamba, Bolivia. 54 p.
- MELÉNDEZ. G. 2003. Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Primera edición. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 209 p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. 1987. Principles of plant nutrition. 4. ed. Bern: International Potash Institute. 687 p.

- MINAG. 2012. El Arroz: Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura (MINAG); Dirección General de Competitividad Agraria. 1^{era} Edición. p. 27 – 29.
- MOQUETE, C. 2010. Guía técnica: El cultivo de arroz. Santo Domingo, República Dominicana. Editorial Centenario S.A. 29 p.
- MURAOKA, T; AMBROSANO, J; ZAPATA, F; BORTOLETTO, N; MARTINS, A; TRIVELIN, P; BOARETTO, A; SCIVITTARO, W. 2001. Eficiencia de abonos verdes y urea, aplicados solos o juntamente, como fuentes de N para el cultivo de arroz. Terra Latinoamericana 20 (1): 17–23.
- OSORNO, R. 2006. El semáforo del suelo una guía para calificar el nivel de fertilidad. Instituto de investigaciones agropecuarias. Chile. Informativo N° 1. 51 p.
- PRONATTA. 2002. Guía técnica sobre el sistema de trasplante manual de arroz. Programa Nacional de transferencia Tecnología Agropecuaria (PRONATTA) - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Boletín n° 16. 12 – 13 p.
- RACHUMI, A. 1981. Consumo de agua en el cultivo de arroz informe especial del Perú E.E. “Vista Florida”, Lambayeque, Perú. 30 p.
- RAMÍREZ, R; y RESTREPO, R. 2006. Evaluación de la aplicación del abono tipo bocashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del municipio de Marinilla, Antioquia. Tesis para Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. p. 10 – 11.

- RODRIGUEZ, R. y PANIAGUA, P. 1994. Horticultura orgánica: una guía basada en la experiencia en laguna de Alfaro Ruiz, Costa Rica. Fundación Guilombe, San José, Costa Rica. p. 49 - 50.
- SALAZAR, E. 1973. Herbicidas en arroz. Seminario Intensivo sobre el cultivo de arroz. Guayaquil – Ecuador. 5 p.
- SOMARRIBA, C. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de producción vegetal. Managua, Nicaragua. 197 p.
- SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Quito, Ecuador. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. 474 p.
- TRILLAS. 1993. Arroz. Manuales para la educación agropecuaria. Octava reimpresión. Editorial Trillas SA. México DF. México. p. 33- 49.
- VARGAS, P. 1993. Herbicidas y Medio Ambiente, Revista ASIAVA. Comalfi – Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. p. 7-8.

X. ANEXOS

Anexo 1. Estructura general de los cuadros

Cuadro 17. Análisis físico - químico del campo experimental.

Elementos	Contenido	Nivel	Método empleado
Análisis físico:			
Arena (%)	56.00		Hidrómetro
Limo (%)	29.00		Hidrómetro
Arcilla (%)	15.00		Hidrómetro
Clase textural	Franco Ao		Triangulo textural
Análisis químico:			
pH (1:1) en agua	5.60	Bajo	Potenciométrico
CO ₃ Ca (%)	0.00		Gasó – Volumétrico
M.O. (%)	2.20	Bajo	Walkley y Black
N -Total (%)	0.10	Bajo	% M.O. x 0.05
Fósforo disponible (ppm)	6.60	Bajo	Olsen Modificado
K ₂ O disponible(kg/ha)	300.00	Bajo	Absorción atómica
Ca cambiabile(cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	4.40		EAA
Mg cambiabile(cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	1.20		EAA
K cambiabile(cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	1.10		EAA
Na cambiabile(cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	0.02		EAA
C.I.C. (cmol ⁽⁺⁾ .kg/ha)	6.72	Bajo	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de La Selva.

Cuadro 18. Análisis físico - químico final del suelo de cada tratamiento.

Elementos	Valores de los tratamientos							Método Empleado
Análisis físico:	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	
Arena (%)	48.00	52.00	53.00	43.00	51.00	51.00	49.00	Hidrómetro
Limo (%)	34.00	34.00	22.00	34.00	32.00	32.00	28.00	Hidrómetro
Arcilla (%)	18.00	14.00	25.00	23.00	17.00	17.00	23.00	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Triangulo textural
Análisis químico:								
pH (1:1) en agua	5.60	5.70	6.50	5.70	5.50	5.80	5.90	Potenciométrico
CO ₃ Ca (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Gasó – Volumétrico
M.O. (%)	2.30	1.25	1.88	2.51	1.88	2.51	2.93	Walkley y Black
N -Total (%)	0.10	0.06	0.08	0.11	0.08	0.11	0.13	% M.O. x 0.05
Fósforo disponible (ppm)	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00	Olsen Modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	375.29	313.91	403.92	281.96	364.82	246.40	215.60	Absorción atómica.
Ca cambiante (cmol(+). kg/ha)	5.80	5.11	4.33	5.38	5.42	5.13	5.33	EAA
Mg cambiante (cmol(+).kg/ha)	1.37	0.84	0.77	0.95	0.77	0.89	xxx	EAA
K cambiante (cmol (+).kg/ha)	0.52	0.40	0.36	0.50	0.38	0.34	0.40	EAA
Na cambiante (cmol(+).kg/ha)	0.08	0.01	0.04	0.02	0.06	0.02	0.04	EAA
C.I.C. (cmol(+).kg/ha)	7.77	6.36	5.50	6.85	6.63	6.38	6.65	Suma de cationes

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de La Selva.

Cuadro 19. Clasificación del nivel de fertilidad de un suelo.

Parámetros	Nivel de Fertilidad		
	Bajo	Medio	Adecuado a Alto
Textura	Arenoso, arcilloso	Fco. arcilloso	Francos
Ph	< 5.0	< 5.0 - 6.5 >	< 6.5 - 7.5 >
Materia Orgánica (%)	<1.0 - 2.0>	< 2.0 - 3.5 >	> 3.5
Nitrógeno (%)	< 0.10	< 0.1 - 0.2 >	> 0.2
Fosforo (ppm)	< 2.0 - 5.0 >	< 5.0 - 10.0 >	> 10
Potasio (K ₂ O Kg Ha ⁻¹)	< 150	< 150 - 300 >	> 300

Fuente: OSORNO (2006).

Cuadro 20. Clasificación del nivel de fertilidad de un suelo.

Clasificación	Materia orgánica (%)	Fósforo disponible (ppm P)	Potasio disponible (ppm K)
Bajo	< 2.0	< 7.0	< 100
Medio	< 2.0 - 4.0 >	< 7.0 - 14.0 >	< 100 - 240 >
Alto	> 4.0	>14	> 240

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2014).

Cuadro 21. Resultados de la primera evaluación de altura de planta (cm).

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	35.88	35.88	31.66	35.60	139.02	34.76
II	34.76	31.36	37.72	34.42	138.26	34.57
III	27.14	32.86	28.90	32.82	121.72	30.43
IV	33.78	31.94	33.22	36.38	135.32	33.83
V	37.46	32.60	27.00	34.50	131.56	32.89
VI	34.66	31.08	25.60	32.98	124.32	31.08
VII	19.00	29.06	27.52	29.34	104.92	26.23

Cuadro 22. Resultados de la segunda evaluación de altura de planta (cm).

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	49.00	48.70	48.00	49.42	195.12	48.78
II	46.00	45.00	45.94	46.00	182.94	45.74
III	47.58	47.54	46.00	47.68	188.80	47.20
IV	49.00	48.00	48.00	49.00	194.00	48.50
V	51.20	51.20	50.00	50.10	202.50	50.63
VI	44.96	45.00	45.00	44.94	179.90	44.98
VII	40.60	41.74	39.80	40.00	162.14	40.54

Cuadro 23. Resultados de la tercera evaluación de altura de planta (cm).

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	96.00	95.00	95.10	96.00	382.10	95.53
II	98.00	95.30	96.00	97.90	387.20	96.80
III	84.00	84.00	85.40	85.00	338.40	84.60
IV	90.00	92.00	90.00	92.40	364.40	91.10
V	94.10	100.00	95.00	95.00	384.10	96.03
VI	89.60	90.00	79.16	91.00	349.76	87.44
VII	74.00	79.30	72.00	75.00	300.30	75.08

Cuadro 24. Resultados de la primera evaluación del número de macollos.

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	7.40	8.40	6.80	7.00	29.60	7.40
II	5.80	5.80	8.60	8.00	28.20	7.05
III	3.60	5.80	4.00	5.40	18.80	4.70
IV	4.80	3.20	7.60	6.00	21.60	5.40
V	6.60	6.60	7.20	7.60	28.00	7.00
VI	6.00	4.00	2.40	4.40	16.80	4.20
VII	2.60	5.80	3.00	5.00	16.40	4.10

Cuadro 25. Resultados de la segunda evaluación del número de macollos.

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	37.60	30.80	36.40	31.40	136.20	34.05
II	30.80	23.20	29.80	30.00	113.80	28.45
III	14.40	28.20	11.40	20.00	74.00	18.50
IV	23.40	20.00	25.20	23.60	92.20	23.05
V	33.20	37.40	26.80	37.00	134.40	33.60
VI	23.80	31.80	22.00	26.80	104.40	26.10
VII	15.00	24.00	9.80	16.40	65.20	16.30

Cuadro 26. Resultados de la tercera evaluación del número de macollos.

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	38.50	41.20	40.80	39.20	159.70	39.93
II	32.40	35.60	37.30	33.90	139.20	34.80
III	20.20	27.70	18.10	19.30	85.30	21.33
IV	25.46	20.40	24.60	25.60	96.06	24.02
V	35.20	38.10	34.80	35.80	143.90	35.98
VI	19.80	25.90	15.20	23.20	84.10	21.03
VII	12.50	14.20	11.20	11.80	49.70	12.43

Cuadro 27. Resultados de la primera evaluación del número de panojas por m².

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	244.00	263.00	288.00	340.00	1135.00	283.75
II	243.00	277.00	292.00	280.00	1092.00	273.00
III	210.00	160.00	212.00	216.00	798.00	199.50
IV	210.00	172.00	238.00	238.00	858.00	214.50
V	281.00	320.00	249.00	288.00	1138.00	284.50
VI	167.00	250.00	201.00	257.00	875.00	218.75
VII	163.00	167.00	128.00	158.00	616.00	154.00

Cuadro 28. Resultados de la segunda evaluación del número de panojas por m².

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	409.00	380.00	390.00	365.00	1544.00	386.00
II	234.00	240.00	292.00	360.00	1126.00	281.50
III	228.00	169.00	245.00	207.00	849.00	212.25
IV	277.00	215.00	256.00	192.00	940.00	235.00
V	260.00	315.00	268.00	303.00	1146.00	286.50
VI	282.00	353.00	220.00	197.00	1052.00	263.00
VII	196.00	201.00	137.00	190.00	724.00	181.00

Cuadro 29. Resultados del número de espigas fértiles.

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	146.00	139.20	128.80	137.00	551.00	137.75
II	124.20	118.00	124.60	113.80	480.60	120.15
III	112.00	102.80	106.60	108.80	430.20	107.55
IV	109.80	110.20	110.60	108.00	438.60	109.65
V	131.40	126.80	122.00	119.80	500.00	125.00
VI	106.00	99.40	106.40	108.00	419.80	104.95
VII	82.60	87.00	101.00	101.20	371.80	92.95

Cuadro 30. Resultados del número de espigas infértiles.

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	18.00	8.00	12.00	8.00	46.00	11.50
II	14.00	10.00	10.00	9.00	43.00	10.75
III	10.00	13.00	13.00	14.00	50.00	12.50
IV	9.00	10.00	16.00	11.00	46.00	11.50
V	7.00	9.00	7.00	9.00	32.00	8.00
VI	12.00	13.00	9.00	14.00	48.00	12.00

VII	8.00	8.00	9.00	9.00	34.00	8.50
-----	------	------	------	------	-------	------

Cuadro 31. Resultados del rendimiento de arroz en cáscara.

Trat/Bloq.	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Y _i	X (Prom.)
I	10195.07	10061.74	7464.55	10001.00	37722.36	9430.59
II	7009.84	6195.00	8649.79	8303.32	30157.96	7539.49
III	6070.03	5592.75	6150.00	5318.62	23131.40	5782.85
IV	6078.21	4971.76	6010.94	5705.58	22766.49	5691.62
V	7310.55	7843.30	7350.26	7891.17	30395.29	7598.82
VI	5577.82	5350.48	5644.28	5280.00	21852.58	5463.15
VII	4772.04	4225.71	3277.18	4633.25	16908.20	4227.05

Anexo 2. Estructura generales de las figuras



Figura 8. El Biol que se aplicó en el experimento.



Figura 9. Muestreo inicial del análisis de suelos.



Figura 10. Preparación del campo experimental.



Figura 11. Diseño de la parcela experimental.



Figura 12. Trasplante de las plántulas de arroz.



Figura 13. Fertilización inorgánica (T_1).



Figura 14. Manejo del riego en la parcela experimental.



Figura 15. Evaluación de las panojas de los tratamientos en estudio.



Figura 16. Visita de los jurados de tesis a la parcela experimental.