

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**EFECTO DEL ABONADO ORGÁNICO EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.) VARIEDAD “LA CONQUISTA” INIA 507
EN UN SISTEMA BAJO RIEGO EN AUCAYACU**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

JOSUÉ JUAN RAFAEL ALANIA

Tingo María – Perú

2016

DEDICATORIA

A DIOS, divino creador de todo lo que existe, por haberme dado la vida y la grandiosa familia que hoy tengo, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y seguir cumpliéndolos, además de brindarnos su infinita bondad y amor.

A mis queridos padres, Juan Rafael Carrillo y Felicita Alania Ticlavilca a quienes debo la vida, por ser la pieza fundamental en toda mi formación, tanto en lo académico, como en la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A ellos toda mi gratitud, respeto y total admiración. Gracias.

A mis hermanos, Henry Rafael Alania, Lucia Rafael Alania, Ruth Rafael Alania por ser siempre mi apoyo moral y darme ese aliento para seguir adelante, creyendo en mí y dándome la confianza que necesito.

A mis tíos(as), Onésimo, Navarro, Juvino, Jorge, Inocencia, Ana, Delia, Inés, Yecica, Yeny, Rosa, por sus consejos y lecciones de vida.

A mis primos, Juler, Larry, Osvi, Maycol, Yolmer, Jefferson, porque crecimos juntos como hermanos y a pesar que la distancia nos haya alejado seguimos más unidos que nunca.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por el apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía por la enseñanza que me brindaron y el ejemplo que nos representan para una sólida formación como profesionales.
- A los miembros de jurado de tesis, Ing. M. Sc. Hugo Alfredo Huamaní Yupanqui, Ing. M. Sc. Fernando Gonzales Huiman, Blgo. M. Sc. Miguel Ángel Huauya Rojas e Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, asesor de la presente tesis, por su apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.
- A los miembros de la comisión de grados y títulos, Dr. Wilfredo Zavala Solórzano, Ing. Luis Mansilla Minaya, Ing. M. Sc. David Guarda Sotelo, Ing. M. Sc. José Luis Gil Basilio, por la revisión, sugerencias y dedicación.
- Al Ing. M. Sc. Hugo Alfredo Huamaní Yupanqui, gran profesional, gran maestro, gran amigo. Por enseñarme que la vida está llena de oportunidades, tomar cada decisión con calma y perseverar siempre que tengamos un propósito. Gracias.
- A mis grandes amigos(as) de la infancia Angela, Juan, Hugo, y a los que fueron formando parte de mi vida en el transcurso de mi formación, y agradecer a toda la promoción 2009 de la Facultad de Agronomía, compañeros únicos, que mostraron siempre que con la unión se logra grandes cosas. GRACIAS TOTALES.

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|---|--------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 14 |
| 2.1. El cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)..... | 14 |
| 2.1.1. Importancia agroeconómica en Perú..... | 14 |
| 2.1.2. Características de la producción de arroz en Perú..... | 14 |
| 2.1.3. Descripción botánica..... | 15 |
| 2.1.4. Fisiología de la planta de arroz..... | 16 |
| 2.1.5. Condiciones edafoclimáticas..... | 19 |
| 2.1.6. Manejo agronómico..... | 22 |
| 2.1.7. Cosecha y poscosecha..... | 25 |
| 2.2. Fertilización de arroz..... | 26 |
| 2.2.1. Fertilización inorgánica..... | 26 |
| 2.2.2. Fertilización orgánica..... | 26 |
| 2.3. Abonos orgánicos..... | 28 |
| 2.3.1. Ceniza de cascarilla de arroz..... | 28 |
| 2.3.2. Abono orgánico bocashi..... | 30 |
| 2.4. Recomendaciones del cultivo de arroz variedad “La Conquista” | |
| INIA 507..... | 32 |

| | |
|--|----|
| 2.4.1. Características de la variedad..... | 32 |
| 2.4.2. Características cualitativas..... | 32 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 34 |
| 3.1. Campo experimental..... | 34 |
| 3.1.1. Ubicación política..... | 34 |
| 3.1.2. Ubicación geográfica..... | 34 |
| 3.1.3. Descripción e historia del área experimental..... | 34 |
| 3.1.4. Datos meteorológicos..... | 35 |
| 3.2. Materiales..... | 36 |
| 3.2.1. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental. | 36 |
| 3.2.2. Análisis químico de los abonos orgánicos..... | 36 |
| 3.2.3. Semilla y abonos orgánicos..... | 39 |
| 3.3. Componentes en estudio..... | 39 |
| 3.3.1. Abonos orgánicos..... | 39 |
| 3.3.2. Niveles de abonamiento orgánico..... | 39 |
| 3.3.3. Cultivo..... | 39 |
| 3.3.4. Fertilizantes inorgánicos..... | 39 |
| 3.4. Diseño estadístico..... | 40 |
| 3.5. Tratamientos en estudio..... | 41 |
| 3.6. Características del campo experimental..... | 42 |

| | |
|---|----|
| 3.6.1. Área experimental..... | 42 |
| 3.6.2. Bloques..... | 42 |
| 3.6.3. Parcelas..... | 43 |
| 3.7. Ejecución del experimento..... | 43 |
| 3.7.1. Limpieza del terreno..... | 43 |
| 3.7.2. Preparación y demarcación de la parcela experimental.... | 43 |
| 3.7.3. Obtención y aplicación de los abonos orgánicos..... | 44 |
| 3.7.4. Pregerminado de la semilla..... | 44 |
| 3.7.5. Almacigado de la semilla..... | 44 |
| 3.7.6. Control de malezas..... | 45 |
| 3.7.7. Control de plagas y enfermedades..... | 45 |
| 3.7.8. Saca de plántulas..... | 48 |
| 3.7.9. Trasplante..... | 48 |
| 3.7.10 Fertilización..... | 48 |
| 3.7.11 Riego..... | 49 |
| 3.7.12 Cosecha..... | 50 |
| 3.7.13 Trillado, secado y pesado..... | 51 |
| 3.8. Características a evaluar..... | 51 |
| 3.8.1. Altura de planta..... | 51 |
| 3.8.2. Número de macollos por golpe..... | 51 |

| | |
|---|----|
| 3.8.3. Número de panojas por m ² | 52 |
| 3.8.4. Número de espiguillas fértiles por panícula..... | 52 |
| 3.8.5. Número de espiguillas infértiles por panícula..... | 52 |
| 3.8.6. Peso de 1000 semillas..... | 52 |
| 3.8.7. Rendimiento..... | 53 |
| 3.8.8. Análisis de rentabilidad..... | 53 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 54 |
| 4.1. Altura de planta..... | 54 |
| 4.2. Número de macollos por m ² | 57 |
| 4.3. Número de panojas por m ² | 61 |
| 4.4. Número de espigas fértiles por m ² | 65 |
| 4.5. Peso de 1000 granos de arroz..... | 68 |
| 4.6. Rendimiento de arroz en cáscara..... | 71 |
| 4.7. Análisis económico..... | 78 |
| V. CONCLUSIONES..... | 80 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 81 |
| VII. RESUMEN..... | 82 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA..... | 83 |
| IX. ANEXO..... | 91 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Página |
|---|--------|
| 1. Datos meteorológicos registrados durante el experimento..... | 35 |
| 2. Análisis físico y químico del suelo experimental..... | 37 |
| 3. Análisis químico del bocashi y ceniza de cascarilla de arroz..... | 38 |
| 4. Descripción de los tratamientos..... | 41 |
| 5. Análisis de variancia..... | 42 |
| 6. Aplicación de insecticidas en diferentes épocas del desarrollo vegetativo..... | 46 |
| 7. Aplicación de fungicidas en diferentes épocas de desarrollo vegetativo..... | 47 |
| 8. Momento y dosis de aplicación de los abonos por tratamiento. | 49 |
| 9. Análisis de variancia de la altura de planta de arroz..... | 54 |
| 10. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de la altura de planta de arroz. | 55 |
| 11. Análisis de variancia para el número de macollos por m ² | 58 |
| 12. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del número de macollos por m ² | 59 |
| 13. Análisis de variancia del número de panojas por m ² | 62 |
| 14. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del número de panojas por m ² | 63 |

| | |
|---|----|
| 15. Análisis de variancia para el número de espigas fértiles por m ² | 65 |
| 16. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para el número de espigas fértiles por m ² . | 66 |
| 17. Análisis de variancia del peso de 1000 granos de arroz..... | 69 |
| 18. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del peso de 1000 granos de arroz. | 70 |
| 19. Análisis de variancia del rendimiento de arroz en cáscara..... | 72 |
| 20. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento de arroz en cáscara... | 73 |
| 21. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio..... | 79 |
| 22. Análisis físico – químico del campo experimental..... | 92 |
| 23. Calificativo de la clase textural del suelo..... | 93 |
| 24. Calificativo y efectos del grado pH..... | 93 |
| 25. Contenido en el suelo de materia orgánica, nitrógeno, fosforo, y potasio disponible..... | 94 |
| 26. Altura de planta de arroz variedad “La Conquista” INIA 507..... | 94 |
| 27. Número de macollos por m ² de arroz variedad “La Conquista” INIA 507..... | 95 |
| 28. Número de panojas por m ² de arroz variedad “La Conquista” INIA 507..... | 95 |
| 29. Número de espigas fértiles de arroz variedad “La Conquista” INIA | |

| | |
|---|----|
| 507..... | 96 |
| 30. Número de espigas infértiles de arroz variedad “La Conquista” INIA | |
| 507..... | 96 |
| 31. Peso de 10000 semillas (g) de arroz variedad “La Conquista” INIA | |
| 507..... | 97 |
| 32. Rendimiento de arroz ($t\ ha^{-1}$) de arroz variedad “La Conquista” INIA | |
| 507..... | 97 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| 1. Altura de planta del arroz de los tratamientos en estudio. | 56 |
| 2. Número de macollos por m ² por tratamientos en estudio. | 60 |
| 3. Número de panojas por m ² por tratamientos en estudio..... | 63 |
| 4. Espigas fértiles por m ² de los tratamientos en estudio. | 67 |
| 5. Peso de 1000 granos de arroz de los tratamientos en estudio..... | 70 |
| 6. Rendimiento de arroz en cáscara de los tratamientos en estudio. | 73 |

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los principales alimentos básicos en Asia, América Latina y el Caribe, donde el consumo en los diferentes niveles socioeconómicos va en aumento; asimismo este cereal es uno de los principales alimentos en las familias del Perú.

Es una gramínea monoica y anual, de crecimiento rápido y con gran capacidad reproductiva adaptada a diversas condiciones de clima y suelo, se desarrolla en forma óptima bajo inundación; en la costa norte se concentra el 47.5% de la producción nacional de arroz, en la selva aproximadamente el 42.8% y en resto del país el 9.7% (incluidas regiones de la sierra del país) (MINAG, 2012).

Los incrementos de costos de producción por alza de precios de pesticidas y otros factores, estimulan a los productores a optimizar su uso, para incrementar su rentabilidad y ser más competitivo en el cultivo de arroz.

Las tierras planas del distrito de Aucayacu, vienen sufriendo un proceso de degradación continua como consecuencias de prácticas agrícolas que van en contravía de la dinámica propia de los ecosistemas presentes en la región. Por ello se debe buscar soluciones y mejores alternativas técnicas que permitan modificar las prácticas de producción y enseñar a nuevas generaciones de cultivadores, otras maneras de trabajar el recurso suelo de manera sostenible.

A partir de esos problemas generales, se podría producir arroz de manera responsable y sostenible, aprovechando el uso adecuado del suelo, agua y la cáscara del arroz como fuente de materia orgánica o abono para la producción de arroz, ya que ella contiene alto contenido de sílice, elemento menor muy esencial en la planta de arroz; por ello es necesario ir de manera progresiva incentivando la aplicación de los abonos orgánicos en los campos de arroz, con la finalidad de incorporar los micronutrientes existentes en la ceniza de cascarilla de arroz y bocashi.

Considerando lo antes manifestado, se planteó el presente trabajo de investigación, cuyos objetivos son los siguientes:

Objetivo general

1. Determinar el efecto del abonado orgánico en el rendimiento del cultivo de arroz variedad “La Conquista” INIA 507 en un sistema bajo riego en Aucayacu.

Objetivos específicos

1. Determinar la mejor fuente de abonado orgánico en la producción y en las variables morfológicas del cultivo de arroz variedad “La Conquista” INIA 507.
2. Determinar el efecto de los niveles de abonos orgánicos en la producción del cultivo de arroz variedad “La Conquista” INIA 507.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

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

2.1.1. Importancia agroeconómica en Perú

El arroz, 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 arrocería nacional (MINAG, 2012).

2.1.2. Características de la producción de arroz en Perú

Según el III Censo Nacional Agropecuario realizado en 1994, 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 ha y el 31.1% de las grandes unidades agropecuarias de más de 20 ha. De acuerdo a los sistemas del cultivo, el arroz se produce bajo condiciones de riego, en seco 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⁻¹. En las áreas de barrial, en las playas de los ríos amazónicos, que se forman en el período de vaciante el rendimiento es casi 50% más bajo que en las áreas irrigadas. Las áreas de secano registran los rendimientos mucho más bajos, debido al uso de variedades de bajo rendimiento y susceptibles a plagas y enfermedades, 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 entre 5.0 y 8.0 (MINAG, 2012).

2.1.3. Descripción botánica

El arroz ocupa el segundo lugar entre los cereales más cultivados en el mundo. Su clasificación se subdivide en dos subespecies: indica y japónica. Es una planta monoica anual, de crecimiento rápido y con gran reproductividad, adaptada a una diversidad de condiciones de suelo y clima con excelentes resultados en cultivo de inundación (INTA, 2012).

Según INTA (2012), presenta las siguientes características.

- **La planta:** el arroz es una gramínea anual, con tallos redondos y huecos compuestos por nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es una panícula.
- **Raíz:** durante su desarrollo la planta de arroz tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y, adventicias o permanentes.
- **Tallo:** el tallo es ramificado, puede medir entre 0.6 y 1.8 m de altura; tanto la longitud como el número de entre nudos del tallo son caracteres varietales definidos, los cuales pueden llegar a variar por influencia del medio ambiente.
- **Macollo:** un tallo con sus hojas forma una macolla; se desarrollan en orden alterno en el tallo principal.
- **Hojas:** se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo, en cada nudo se desarrolla una hoja. Debajo de la panícula se desarrolla la hoja bandera.

2.1.4. Fisiología de la planta de arroz

En las plantas que producen semilla, se distinguen las 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 la cosecha del grano, aunque actualmente se encuentran variedades de arroz con 105 días 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).

2.1.4.1. 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; en esta fase las variedades se diferencian unas de otras, según sea la precocidad o tardanza para alcanzar su respectivo ciclo de cultivo. En la fase vegetativa es cuando se determina en gran parte el número de espigas por planta por unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas (DICTA, 2003). MOQUETE (2010), divide esta fase en cuatro etapas:

- **Etapa 0 - Germinación o emergencia:** desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja por parte del coleóptilo; la duración de cinco a diez días.
- **Etapa 1 - Plántula:** desde la emergencia de la plántula de arroz, hasta 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.
- **Etapa 3 - Elongación del tallo:** desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacar por su longitud, hasta el comienzo de la siguiente etapa; varía de 5 a 7 días.

2.1.4.2. Fase reproductiva

Incluye desde la formación del primordio floral, embuchamiento, 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 del cultivo de arroz (DICTA, 2003). MOQUETE (2010), divide esta fase en tres etapas:

- **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 once días.
- **Etapa 5 - Desarrollo de la panícula:** desde cuando en la panícula es visible como una estructura algodonosa hasta cuando la punta de ella está debajo 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.

2.1.4.3. 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. 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). MOQUETE (2010), divide esta fase en tres etapas:

- **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 el momento que las espiguillas contengan un líquido de consistencia lechosa, hasta cuando esta sea pastosa o dura; su período es de diez a trece días.
- **Etapa 9 - Grano maduro:** desde cuando los granos tengan una consistencia pastosa, hasta cuando estos estén maduros; su tiempo es de seis a siete días.

2.1.5. Condiciones edafoclimáticas

2.1.5.1. El suelo

El arroz se adapta muy bien a una amplia gama de suelos, desde los arenosos hasta los arcillosos; se debe tener en cuenta que

los arenosos son difíciles de inundar porque no retienen agua y además puede haber lixiviación de los fertilizantes por debajo de la zona radicular del cultivo; los suelos de textura pesada tienen mayor preferencia por su capacidad para retener agua. Es importante tener en cuenta la topografía del terreno, aunque no interfiere en forma significativa con la producción del cultivo, puede elevar los costos de producción, y sobre todo, crear un obstáculo a la mecanización del cultivo; de todas maneras, el suelo debe nivelarse antes de la siembra o establecer curvas de nivel para uniformizar los lotes. El arroz tolera bastante la salinidad, permitiendo buenos rendimientos en suelos salinos, los cuales se van lavando por los continuos riegos aplicados al cultivo (Vargas, 1985; citado por MOQUETE, 2010).

El pH define condiciones de acidez o alcalinidad del suelo, y por el mismo se pueden predecir problemas nutricionales; pero, en términos generales, el arroz puede desarrollarse bien en suelos ácidos como en los alcalinos; esto se debe a que el pH es neutralizado durante la cosecha por inundación del suelo (Campo Agricultura, 2009; citado por MOQUETE, 2010). El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que en suelos alcalinos ocurre lo contrario; el pH óptimo para el cultivo de arroz es 6.6, con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, la misma disponibilidad de fósforo son altas; además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (MOQUETE, 2010). Es por esta razón que las propiedades físicas del suelo son relativamente poco importantes para el

cultivo de arroz, a medida que haya un adecuado suministro de agua (Vargas, 1985; citado por MOQUETE, 2010).

2.1.5.2. El clima

Los principales factores climáticos en el arroz son la radiación solar y la temperatura. La radiación solar, medida en calorías/cm²/día, es la fuente de energía necesaria que la planta requiere para los procesos de fotosíntesis y de evapotranspiración; además de ello es considerada como la variable climática que más afecta al rendimiento del arroz (Matsuo *et al.*, 1995; citado por MOQUETE, 2010). Una baja radiación solar durante la fase vegetativa afecta muy poco al rendimiento y sus componentes, pero en la fase reproductiva reduce notablemente el número de espiguillas; también puede llegar a aumentar el daño que es causado por las plagas y enfermedades (Chaudhary *et al.*, 2003, citado por MOQUETE, 2010). Los mayores rendimientos se consiguen cuando el cultivo recibe por encima de 400 calorías/cm²/día durante la formación y desarrollo de la panícula. Se estima que una hora de luz proporciona 50 calorías/cm²; cielos nublados durante la fase reproductiva reducen la radiación solar disponible, en la fase de maduración, la baja radiación solar disminuye el porcentaje de granos llenos (Vargas, 1985; citado por MOQUETE, 2010).

En la etapa de floración temperaturas por encima de 32°C en horas de la mañana provocan que el polen de las flores no llegue a germinar, lo cual puede generar el vaneamiento de la panícula. Pero, también,

estos niveles de temperaturas durante el llenado de los granos aceleran su maduración y de tal manera incrementan el contenido de centro blanco y el rompimiento del arroz en el molino. En cambio las temperaturas bajas ($< 20^{\circ}\text{C}$) pueden llegar a favorecer el vaneamiento, pero éstas no son comunes en las zonas de producción de arroz del país y no tienen relevancia para una buena producción. La temperatura óptima para el cultivo fluctúa de 25 a 32°C . La humedad relativa alta ($> 80\%$) favorece la incidencia de enfermedades foliares en las variedades susceptibles. En las áreas de riego las lluvias no son tan necesarias, excepto cuando los ríos empiezan a secarse y se reduce el agua disponible para el riego. Los climas secos, con baja humedad relativa y alta radiación solar son los más favorables para el cultivo del arroz (MOQUETE, 2010).

2.1.6. Manejo agronómico

- **Preparación del terreno:** la preparación del terreno en húmedo es un poco más laboriosa, por lo cual se realiza en seco, su costo se justifica en el control de malezas (DÍAZ, 1989).
- **Nivelación del terreno:** la nivelación del terreno hace eficiente la operación y preparación en siembra, el manejo del cultivo, cosecha y manejo del agua, los diques deberían ser paralelos y las melgas tener un ancho uniforme (Tascon, 1985; citado por GUZMÁN, 2006).
- **Fanguero:** días antes de que se proceda a fanguear, se llega a inundar el terreno a preparar con el fin de que se humedezca, de tal

forma que al pasar las máquinas el suelo este bien mullido (DÍAZ, 1989).

- **Selección de la semilla:** la selección de una buena una variedad y calidad, llega a garantizar un buen porcentaje de germinación, vigor y crecimiento uniforme de las plántulas, que después resulta en un cultivo con plantas sanas y mejor establecidas (DICTA, 2003).
- **Densidades de siembra:** una cobertura adecuada del cultivo de arroz, se logra con 150 a 300 plantas de arroz por m²; la cantidad de semilla a utilizar en un área determinada depende de varios factores: como la variedad, el método de siembra, la calidad de la semilla, la fertilidad del suelo, etc. (DICTA, 2003).
- **Siembra al voleo:** la siembra al voleo es la más generalizada en América, por tanto rápida y económica; existe el voleo manual o con máquinas; las siembras manuales son irregulares y la germinación de la semilla es desuniforme (Tascon, 1985; citado por GUZMÁN, 2006).
- **Semillero:** después de preparar y nivelar el terreno se debe establecer el semillero en un sitio libre de malezas, con disponibilidad de luz, agua y cerca al sitio definitivo de trasplante. Un área de 300 m² alcanza para trasplantar una hectárea, utilizando 80 kg de semilla certificada ha⁻¹. La semilla se debe sembrar ya pregerminada, dejándola 24 horas en agua y 24 horas en la sombra, luego se siembra al voleo, sin tapar la semilla; cuando las plántulas tienen

entre dos y tres hojas se empieza a manejar la lámina de agua (PRONATTA, 2002).

- **Trasplante:** cuando el semillero tenga entre 25 a 30 días de germinado o las plántulas presenten de 5 a 7 hojas, dependiendo de la variedad, se procede al trasplante. La raíz se debe lavar muy bien y se debe quitar la parte terminal de la hoja (capada); el trasplante de plántula debe hacerse a una distancia de 25 cm entre plantas y 25 cm entre surco. En cada sitio se deben colocar tres plantas y a una profundidad de 5 cm, cuando la profundidad llega a ser mayor puede haber alta mortalidad o que las plantas tarden en recuperarse (PRONATTA, 2002).
- **Manejo del agua:** el manejo eficiente del agua puede llevar a lograr rendimientos más altos con menos agua; el drenaje periódico es muy importante si la provisión de agua es incierta o su control es imperfecto. El rendimiento es afectado si la provisión de agua es insuficiente en la época de espigamiento, o caso contrario un periodo largo de inundación afecta el desarrollo de la planta, reduce el macollamiento y número de panículas y por ello, baja el rendimiento (Grist, 1982; citado por GUZMÁN, 2006).
- **Manejo integrado de malezas:** para efectuar control de maleza se necesita saber su biología y dependencia ecológica; el problema de las malezas, es la dormancia de sus semillas en el suelo, por lo que

es básico impedir la formación de semillas (VARGAS, 1993). 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 (SALAZAR, 1973).

2.1.7. Cosecha y poscosecha

- **Determinación de la madurez:** para conocer el período óptimo de cosecha, se toma la espiga con la mano, se ejerce presión y cuando se desprende el 50% de los granos está en su momento (INTA, 2012).
- **Cosecha:** lo primero es que debe considerar el productor para llegar a cosechar el arroz, es conocer el ciclo vegetativo de la variedad que sembró (INTA, 2012).
- **Secado:** el secado del grano de arroz, se realiza en carpas, en patios de cemento o en secadoras, para bajar la humedad al 13%, teniendo en cuenta el remover para lograr un secado uniforme (INTA, 2012).
- **Almacenamiento:** el grano de arroz con una humedad del 13% se almacena en bodegas a granel, en sacos, en silos metálicos o trojas artesanales. Los sacos deben estibarse dejando espacios que permita el muestreo y control de plagas; las infraestructuras de almacenamiento deben estar limpias, desinfectadas y libres de residuos (INTA, 2012).

2.2. Fertilización del arroz

2.2.1. Fertilización inorgánica

INTA (2009), afirma que la fertilización en arroz es de dos tipos:

- **Fertilización básica:** para satisfacer las necesidades de fósforo del cultivo de arroz. Se hace aplicando fórmulas completas, que estén altas en fósforo, como la 18 - 46 - 0. La aplicación se puede hacer después de la siembra, en seco o quince días después de la germinación. La dosis que se recomienda depende del grado de tecnificación y del sistema de cultivo, aunque generalmente se utilizan de 1 a 2 q ha⁻¹.
- **Fertilización posterior:** en la producción de arroz, una planta debe estar provista con la cantidad correcta de nitrógeno para presentar un buen desarrollo de tallos y hojas, el cual darán un mejor aprovechamiento de los demás nutrientes; el exceso o escasez del nitrógeno tiene efectos importantes sobre los rendimientos.

2.2.2. Fertilización orgánica

Según CASTILLA (2000), 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, para N y K en estado de floración, debido a la lenta liberación del N de 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 e incremento en la concentración de P y S haciéndolos disponibles para la planta; así mismo, con los aumentos 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 urea, encontrando que cantidades de 149 kg ha⁻¹ de crotalaria (*Crotalaria* sp.) 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 presembrado y primer abonada; estas épocas fueron mejores que segunda abonada y a mitad del periodo vegetativo, este último presentó rendimientos similares a los del testigo, que se dan debido a la baja movilidad del fósforo en el suelo, que disminuye su disponibilidad en la planta. El contenido de nutrientes de los abonos orgánicos es variable, dependiendo en gran medida de su fuente y de su contenido de humedad (MENGEL y KIRKBY, 1987).

2.3. Abonos orgánicos

2.3.1. Ceniza de cascarilla de arroz

Para los fines agronómicos se usa como cobertura y ser incorporado en el suelo como materia prima para elaboración de abonos fermentados, y como ceniza por aportar nutrientes al suelo aunque es un producto pobre; como abono se lo puede usar directamente sin previa incineración, pero puede correrse el riesgo de propagar enfermedades (AGRIPAC, 1992). La incorporación de paja supone también el retorno de silicio al terreno, aunque la mejor forma es como compost y no directamente triturada, debido que se observa menor disponibilidad y un aporte mucho más lento en este caso (ABRIL *et al.*, 2009). Bajo contenido de Si en plantas de arroz indica que el suelo tiene mala fertilización (el Si es muy susceptible a la lixiviación); el contenido de Si es indicador general del contenido de nutrientes

en la planta, excepto en suelos volcánicos que a menudo contienen una alta concentración de Si, pero bajas cantidades de P, Ca y Mg (Dobermann y Fairhurst, 2000; citados por ANDRADE y ÁLVAREZ, 2002).

En suelos con bajos niveles de silicio disponibles, la aplicación de este elemento aumenta y elevan los rendimientos de una variedad moderna, con altas tasas de aplicación de los fertilizantes nitrogenados; los efectos del silicio se clasifican en cuatro categorías; el efecto sobre el crecimiento normal de las plantas, fortaleciendo los tallos y las raíces, también favorece la formación de la panícula; aumenta el número de las espiguillas por panícula y el porcentaje de granos maduros; ayuda a mantener las hojas erectas, lo cual es importante para la alta tasa de fotosíntesis. El efecto sobre la economía del agua, en las plantas deficientes de silicio sufren un estrés interno, cuando se colocan en ambientes en los cuales aumenta considerablemente la transpiración o empeora en forma notable la absorción de agua. El suministro de silicio es crítico durante el inicio de formación de la panícula, cuando la actividad de la raíz es menor y la pérdida de agua de la planta por transpiración es alto (DE DATTA, 1986).

Se estima que por cada tonelada de arroz se generan 200 kg de cascarilla y de ésta se pueden producir 40 kg de cenizas con un contenido del orden del 90% en sílice (CHUR, 2010). En el proceso de pilado del arroz el desecho más abundante es la cascarilla. Se han realizado investigaciones y estudios que demuestran cantidades de silicio en la ceniza de cascarilla de arroz (ANDRADE y ÁLVAREZ, 2002). El silicio no es considerado por fisiólogos

y nutricionistas vegetales como elemento esencial, para el normal crecimiento y desarrollo de plantas; sin embargo para muchas familias de plantas, en especial gramíneas; el aporte del silicio al suelo ayuda en obtener cosechas de mejores rendimientos y calidad (Ortega, 2001; citado por ANDRADE y ÁLVAREZ, 2002). Para el crecimiento normal del arroz es muy necesario el silicio; en un cultivo de arroz que produce 10 t ha^{-1} de grano, las plantas pueden absorber hasta 1 t ha^{-1} de silicio (DE DATTA, 1986).

2.3.2. Abono orgánico bocashi

Es una palabra japonesa que significa materia orgánica fermentada, refiriéndonos al abono orgánico fermentado; tradicionalmente la preparación del bocashi, los agricultores japoneses usan materia orgánica como semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y suelo de bosques como inoculante de microorganismos. Estos suelos contienen varios microorganismos benéficos que aceleran la preparación del abono; el bocashi ha sido usado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo que aumenta la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y lo suplementa de nutrientes para el desarrollo de cultivos; el bocashi es un abono orgánico que es elaborado con diferentes ingredientes y cantidades de estos de acuerdo a los materiales disponibles en las fincas o zona (Restrepo, 2007; citado por QUINTANILLA *et al.*, 2013). Los beneficios del abono fermentado es mejorar la fertilidad de los suelos, conservando su humedad, y mejorando la penetración de los

nutrientes, de modo que se protege el ambiente, fauna, flora, y biodiversidad, favoreciendo el establecimiento y reproducción de microorganismos benéficos en los terrenos de la siembra (GIRÓN *et al.*, 2012).

El bocashi funciona como medio de almacenamiento de nutrientes del suelo, contrarresta los procesos erosivos causados por el agua y el viento, aumentando la porosidad, permeabilidad y proporciona una textura friable; esto mejora la retención de agua en suelo, proporciona alimento a los organismos benéficos del suelo, contribuyendo así a su mineralización, atenúa los cambios bruscos de temperatura en el suelo, mejora las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo, la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura del suelo, aumenta la concentración de los macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos, la población microbiana que contiene, son benéficas y ayuda a la fertilización de los suelos, es un producto que no daña el medio ambiente, recupera suelos agotados por el uso intensivo de los monocultivos y suelos marginales que no se usan como suelos agrícolas (GUARDADO, 2012). El bocashi es utilizado entre 5 a 21 días después de la fermentación, este abono puede ser usado en la producción de cultivos, aun cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo (Martínez, 2004; citado por RAMÍREZ y RESTREPO, 2006); el bocashi incorpora al suelo materia orgánica y nutrientes esenciales como, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, etc. Los cuales mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo (GIRÓN *et al.*, 2012).

2.4. Recomendaciones del cultivo de arroz variedad “La Conquista” INIA 507

2.4.1. Características de la variedad

Según EL POTRERO (2014), el arroz variedad “La Conquista” INIA 507 presenta las siguientes características:

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| Período vegetativo | 134 días. |
| Altura de planta | 100 cm. |
| Rendimiento potencial | 9.6 t ha ⁻¹ . |
| Peso de 1000 granos secos | 28 g. |
| Rendimiento total de pila | 74%. |
| Grano entero | 64%. |
| Grano quebrado | 10%. |
| Período de dormancia | 45 días. |

2.4.2. Características cualitativas

Según EL POTRERO (2014), el arroz variedad “La Conquista” INIA 507 presenta las siguientes características cualitativas:

- 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 catorce días más precoz que la “Capirona”.
- Presenta un rendimiento de grano pilado entero, a la molinería, superior a los de “Capirona”.
- Constituye una alternativa para los valles arroceros donde existe alta incidencia de *Pyricularia* spp., y de otras enfermedades fungosas que atacan el cultivo de arroz.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el terreno del señor Guido Huanca, situada en el Centro Poblado Menor (CPM) Pueblo Nuevo, a 25 km de la ciudad de Aucayacu.

3.1.1. Ubicación política

| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Centro poblado | : | Pueblo Nuevo. |
| Distrito | : | José Crespo y Castillo. |
| Provincia | : | Leoncio Prado. |
| Región | : | Huánuco. |

3.1.2. Ubicación geográfica

0379051 m. E.

9009841 m. N.

Altitud : 613 msnm.

3.1.3. Descripción e historia del área experimental

Año 2012 : Aguajal.

Año 2013 : Cultivo de arroz.

Año 2014 -15 : Ejecución de la tesis en investigación.

3.1.4. Datos meteorológicos

En el Cuadro 1 se presentan los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñónez de Tingo María, desde diciembre del 2014 a abril del 2015. Características climáticas donde se llevó a cabo el presente trabajo, es un clima de bosque muy húmedo tropical (bmh-T). En cinco meses, la temperatura, humedad relativa, precipitación y horas de sol en promedio fue 25.1°C, 87.3%, 410.5 mm y 117.2 horas de sol, respectivamente; en los meses de marzo y abril se redujo la precipitación y aumentó las horas de sol.

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados durante el experimento.

| Meses (2014-2015) | Temperatura (°C) | Humedad relativa (%) | Precipitación (mm) | Horas de sol |
|-------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| Diciembre | 25.4 | 86.0 | 375.0 | 132.6 |
| Enero | 24.1 | 91.0 | 446.8 | 58.7 |
| Febrero | 25.3 | 86.0 | 463.2 | 136.8 |
| Marzo | 25.4 | 86.0 | 235.7 | 140.6 |
| Abril | 25.4 | 86.0 | 357.1 | 140.5 |
| Promedio | 25.1 | 87.3 | 410.5 | 117.2 |

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María.

3.2. Materiales

3.2.1. Análisis físico - químico del suelo del campo experimental

Se sacó muestra del suelo experimental antes de la preparación del terreno definitivo, se mezclaron, haciendo un volumen con peso de 1 kg, se envió al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El suelo experimental presentó una textura franco arcilloso, con un pH de 4.53, con niveles intermedios en materia orgánica, nitrógeno y bajos en fósforo y potasio disponible, calcio, magnesio todo esto por el exceso de Aluminio, Manganeso y Fe (MANSILLA, 2013).

3.2.2. Análisis químicos de los abonos orgánicos

Se sacó muestra de ambos abonos orgánicos antes de realizar la mezcla con el suelo. Se envió ambas muestras al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El bocashi presento superioridad en el contenido de nitrógeno a diferencia de la ceniza de cascarilla de arroz (N% 0.64 - 0.00), mientras en el contenido de fosforo el bocashi fue inferior a la ceniza de cascarilla de arroz, pero no por mucha diferencia (P% 0.21 - 0.24), de igual manera en el contenido de potasio el bocashi fue inferior a la ceniza de cascarilla de arroz (K% 0.29 - 0.42). Los contenidos de arcilla y materia orgánica influyen también en la disponibilidad de Fe. En los suelos arcillosos, existe una tendencia a retener el Fe (MANSILLA, 2013).

Cuadro 2. Análisis físico y químico del suelo experimental.

| Elementos | Contenido | Método empleado |
|---|------------------|------------------------|
| Análisis físico | | |
| Arena (%) | 39.68 | Hidrómetro |
| Limo (%) | 31.28 | Hidrómetro |
| Arcilla (%) | 29.04 | Hidrómetro |
| Clase textural | Fco Ar. | Triangulo textural |
| Análisis químico | | |
| pH (1:1) en agua | 4.53 | Potenciométrico |
| M.O. (%) | 3.31 | Walkley y Black |
| N - total (%) | 0.17 | % M.O. x 0.05 |
| Fósforo disponible (ppm) | 6.92 | Olsen Modificado |
| K ₂ O disponible(kg ha ⁻¹) | 65.00 | Absorción atómica |
| Ca cambiable (cmol(+).kg ⁻¹) | 4.97 | EAA |
| Mg cambiable (cmol(+).kg ha ⁻¹) | 0.77 | EAA |
| K cambiable (cmol(+).kg ha ⁻¹) | ----- | EAA |
| Na cambiable (cmol(+).kg ha ⁻¹) | ----- | EAA |
| Al cambiable (cmol(+).kg ha ⁻¹) | 1.09 | EAA |
| H cambiable (cmol(+).kg ha ⁻¹) | 0.39 | EAA |
| Bases cambiables (%) | 79.51 | ----- |
| Acidez cambiable (%) | 20.49 | ----- |
| Saturación de aluminio (%) | 15.10 | ----- |
| C.I.C e. (cmol(+).kg ha ⁻¹) | 7.21 | Suma de cationes |

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

Cuadro 3. Análisis químico del bocashi y ceniza de cascarilla de arroz.

| Elementos | Abonos orgánicos | |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------------|
| | Bocashi | Ceniza de cascarilla de arroz |
| Materia seca (%) | 96.17 | 94.89 |
| Humedad (%) | 3.83 | 5.11 |
| Ceniza en base húmeda (%) | 83.34 | 86.65 |
| Materia orgánica en base húmeda (%) | 12.83 | 8.25 |
| Ceniza en base seca (%) | 86.66 | 91.31 |
| Materia orgánica en base seca (%) | 13.34 | 8.69 |
| C (%) | 50.01 | 0.00 |
| N (%) | 0.64 | 0.00 |
| P (%) | 0.21 | 0.24 |
| Ca (%) | 1.80 | 0.15 |
| Mg (%) | 0.44 | 0.07 |
| K (%) | 0.29 | 0.42 |
| Na (%) | 0.04 | 0.07 |
| Fe (ppm) | 2923.20 | 19888.99 |
| Mn (ppm) | 364.56 | 462.96 |
| Zn (ppm) | 101.29 | 24.65 |
| Cu (ppm) | 18.38 | 2.31 |

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

3.2.3. Semillas y abonos orgánicos

- Semillas de arroz, variedad “La Conquista” INIA 507.
- Abono orgánico “Bocashi”.
- Abono orgánico “ceniza de cascarilla de arroz”.

3.3. Componentes en estudio

3.3.1. Abonos orgánicos

- Bocashi.
- Ceniza de cascarilla de arroz.

3.3.2. Niveles de abonamiento orgánico

- 15 t ha⁻¹.
- 20 t ha⁻¹.
- 25 t ha⁻¹.

3.3.3. Cultivo

- Arroz variedad “La Conquista” INIA 507.

3.3.4. Fertilizantes inorgánicos

- Urea (46% N). 63 kg ha⁻¹.
- Sulfato de amonio (21% N; 24% S). 300 kg ha⁻¹.

- Fosfato diamónico (18% N; 46% P₂O₅). 72 kg ha⁻¹.
- Cloruro de potasio (60% K₂O). 137 kg ha⁻¹.

3.4. Diseño estadístico

En el presente estudio se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DCBA) con ocho tratamientos distribuidos en cuatro bloques. Para ello los promedios obtenidos de las características evaluados se sometieron a la prueba de análisis de variancia y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tuckey ($\alpha= 0.05$) (CALZADA, 1982).

Modelo aditivo lineal:

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

Dónde:

Y_{ij} = Respuesta obtenida en la unidad experimental del j-ésimo bloque en la cual se aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ = Efecto de la media general.

σ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental, obtenida en la unidad experimental del j-ésimo bloque en la cual se aplicó el i-ésimo tratamiento.

Para:

$i = 1, 2, \dots, 8$ tratamientos.

$j = 1, 2, \dots, 4$ bloques.

3.5. Tratamientos en estudio

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos.

| Clave | Descripción |
|----------------|---|
| T ₁ | Bocashi (15 t ha ⁻¹) + (110 N - 33 P ₂ O ₅ - 82 K ₂ O) |
| T ₂ | Bocashi (20 t ha ⁻¹) + (110 N - 33 P ₂ O ₅ - 82 K ₂ O) |
| T ₃ | Bocashi (25 t ha ⁻¹) + (110 N - 33 P ₂ O ₅ - 82 K ₂ O) |
| T ₄ | Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha ⁻¹) + (110 N - 33 P ₂ O ₅ - 82 K ₂ O) |
| T ₅ | Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha ⁻¹) + (110 N - 33 P ₂ O ₅ - 82 K ₂ O) |
| T ₆ | Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha ⁻¹) + (110 N - 33 P ₂ O ₅ - 82 K ₂ O) |
| T ₇ | Sólo con NPK (110 N - 33 P ₂ O ₅ - K ₂ O) |
| T ₈ | Sin abonamiento |

Cuadro 5. Análisis de variancia.

| Fuente de variación | G.L. | S.C. | C.M. | F.Cal. | F.Tab. |
|----------------------------|-------------|---------------------|--|--------------------------------------|--|
| Bloques | b-1 | SC _{Bloq} | SC _{bloq} /gl _{bloq} =Cmbloq | CM _{bloq} /CM _{ee} | F _α (gl _{bloq} ,gl _{ee}) |
| Tratamien. | t-1 | SC _{trat} | SC _{trat} /gl _{trat} =CM _{trat} | CM _{trat} /CM _{ee} | F _α (gl _{trat} ,gl _{ee}) |
| Error exp. | (t-1)*(b-1) | SC _{ee} | SC _{ee} /gl _{ee} = CM _{ee} | | |
| Total | (t * b) - 1 | SC _{total} | | | |

3.6. Características del campo experimental

3.6.1. Área experimental

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Largo | 37.50 m. |
| Ancho | 22.50 m. |
| Distanciamiento entre bloques | 1.50 m. |
| Distanciamiento entre parcelas | 0.50 m. |
| Área total del experimento | 843.75 m ² . |

3.6.2. Bloques

| | |
|-------------------|-------------------------|
| Número de bloques | 4.00 |
| Largo de bloque | 37.50 m. |
| Ancho de bloque | 4.00 m. |
| Área de bloque | 150.00 m ² . |

3.6.3. Parcelas

| | |
|--------------------------------|------------------------|
| Número de parcelas por bloques | 8.00 |
| Total de parcelas | 32.00 |
| Largo de la parcela | 4.00 m. |
| Ancho de la parcela | 4.00 m. |
| Área de la parcela | 16.00 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 de forma manual, facilitando las posteriores labores de preparación y mecanizada del terreno.

3.7.2. Preparación y demarcación de la parcela experimental

El terreno se preparó en forma mecanizada con un tractor de 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, demarcando los bloques y parcelas; luego se realizó el trazado y

construcción de bordes para la distribución de los bloques y los canales de riego y drenaje del mismo.

3.7.3. Obtención y aplicación de los abonos orgánicos

La ceniza fue obtenida como restos de la quema de cascarilla de arroz de la secadora industrial “Molino El Pescadito” ubicada en la ciudad de Aucayacu. El bocashi se obtuvo en la chacra del Sr. José Luis Rojas Alsahuaman ubicada en la localidad de Naranjillo. La aplicación de estos abonos orgánicos en las parcelas de arroz se realizó 20 días antes de ser trasplantado el arroz a campo definitivo.

3.7.4. Prégerminado de la semilla

La semilla certificada de la variedad “La Conquista” INIA 507 fue adquirida del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) de Tarapoto (4.5 Kg de semilla). Se realizó el pre-germinado, consistió en colocando las semillas en bolsa de tela y puesto en una fuente de agua corrida por espacio de un día, al término de la misma se colocó en abrigo haciendo un hoyo en el suelo por un día hasta que se inicie el prégerminado.

3.7.5. Almacigado de la semilla

Se inició con el trazado de la poza almaciguera en un área total de 25.5 m², seguido del volteado del terreno en forma manual con palas y azadones, luego se formó el borde del almacigo y nivelado uniforme de la poza

almaciguera, seguido se realizó la construcción del canal y drenes, y así se concluyó con el ultimo nivelado manual con la ayuda del agua que permitió el espumeo y así el retiro de hojas secas, verdes, palos, etc. Después de la limpieza de rastrojos y la saturación del almacigo con agua, se pasó a sembrar la semilla al voleo (175 g por m²), el 13 de noviembre del 2014 y a los 12 y 18 días se hizo la aplicación de urea 0.56 kg, en forma proporcionada. El 07 de diciembre 2014 la plántula cumplió 25 días de almacigado, fecha en la cual se hizo el trasplante al terreno del campo experimental.

3.7.6. Control de malezas

Esta labor se realizó en forma manual y oportunamente a los ocho días después de la siembra, y a los 20 y 40 días; algunas malezas que se reconocieron en la plantación fueron, *Ageratum conyzoides*, *Cyperus difformis*, *Cyperus iria*, *Echinochloa colona*, *Ischaemum rugosum* y *Monochoria vaginalis*.

3.7.7. Control de plagas y enfermedades

En los Cuadros 4 y 5, se muestra los pesticidas utilizados, el número de insecticidas y fungicidas, aplicaciones y momentos de aplicación.

Cuadro 6. Aplicación de insecticidas en diferentes épocas del desarrollo vegetativo.

| Aplicaciones | Nombre comercial | Ingrediente activo | Aplicación | | Época |
|--------------|------------------|-------------------------|-------------|------------------|--------------------------|
| | | | Por ha (ml) | Por mochila (ml) | |
| Primera | Precisión | Alpha-cypermethrin | 200 | 20 | Almácigo 12 días |
| | Maxicover | Adherente | 50 | 5 | Almácigo 12 días |
| Segunda | Galil | Bifenthrin-Imidacloprid | 200 | 20 | Punto de algodón 50 días |
| | Maxicover | Adherente | 50 | 5 | Punto de algodón 50 días |
| Tercera | Albatross | Fipronil + Aditivo | 250 | 25 | Espiga 80 días |
| | Maxicover | Adherente | 50 | 5 | Espiga 80 días |
| Cuarta | Precisión | Alpha-cypermethrin | 200 | 20 | Maduración 105 días |
| | Maxicover | Adherente | 50 | 5 | Maduración 105 días |

Nota: Se hicieron cuatro aplicaciones durante toda la fenología más el adherente respectivo en cada aplicación; sin embargo se debe usar en cada etapa de la fenología, vivero, punto de algodón, macollo, espiga y llenado de grano. Todos los insecticidas eran de banda amarilla.

Cuadro 7. Aplicación de fungicidas en diferentes épocas de desarrollo vegetativo.

| Aplicaciones | Nombre comercial | Ingrediente activo | Aplicación | | Época |
|--------------|------------------|-----------------------------|------------|-----------------|--------------------------|
| | | | Por ha (g) | Por mochila (g) | |
| Primera | Epico | Azoxystrobin + Tebuconazole | 200 | 20 | Almácigo 19 días |
| Segunda | Silvacur | Tebuconazole + Triadimenol | 250 | 25 | Punto de algodón 50 días |
| Tercera | Epico | Azoxystrobin + Tebuconazole | 200 | 20 | Espiga 80 días |
| Cuarta | Silvacur | Tebuconazole + Triadimenol | 250 | 25 | Maduración 105 días |

Nota: Se hicieron cuatro aplicaciones durante toda la fenología más el adherente respectivo en cada aplicación; sin embargo se debe usar en cada etapa de la fenología, vivero, punto de algodón, macollo, espiga y llenado de grano. Todos los fungicidas eran de banda azul.

3.7.8. Saca de plántulas

Para esta actividad se procedió de la siguiente manera: se sacó cuidadosamente las plántulas el 07 de diciembre del 2014, cuando las plantas de arroz llegaron a alcanzar una edad de 25 días, con un tamaño promedio de 25 cm.

3.7.9. Trasplante

Esta labor se realizó en el mismo día de la saca de las plántulas; el distanciamiento de siembra fue de 25 x 25 cm en forma cuadrada y se colocaron cuatro plantas por golpe.

3.7.10. Fertilización

La aplicación de los fertilizantes en la siembra del cultivo de arroz, se realizó en base a los resultados de los análisis de suelos, obtenida de acuerdo a la extracción de los nutrientes del cultivo para 1,000 kg. 17 N - 4.63 P₂O₅ - 12 K₂O (Sánchez, 1978; citado por BERTSCH, 2003). Llevado a una productividad de 9,000 Kg de arroz chala o paddy por hectárea, dónde la fórmula recomendada de fertilización de NPK fue:

$$\frac{\text{N}}{110} - \frac{\text{P}_2\text{O}_5}{33} - \frac{\text{K}_2\text{O}}{82}$$

Cuadro 8. 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 |
| Preparación del terreno | Urea | - | - | - | - | - | - |
| | CIK | - | - | - | - | - | - |
| | PDA | - | - | - | - | - | - |
| | Bocashi | 100% | 100% | 100% | - | - | - |
| | Ceniza | - | - | - | 100% | 100% | 100% |
| Abonamiento en almácigo a los 12 y 18 días, 10 kg urea/ha | Urea | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| | CIK | - | - | - | - | - | - |
| | PDA | - | - | - | - | - | - |
| | SDA | - | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - | - | - |
| Después del trasplante | Urea | 45% | 45% | 45% | 45% | 45% | 45% |
| | CIK | 30% | 30% | 30% | 30% | 30% | 30% |
| 45 días de edad de la planta | PDA | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| | SDA | 45% | 45% | 45% | 45% | 45% | 45% |
| 50-55 días de edad de la planta | - | - | - | - | - | - | - |
| | Urea | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| | CIK | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% |
| | PDA | - | - | - | - | - | - |
| | SDA | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 80 días de edad de la planta | - | - | - | - | - | - | - |
| | Urea | 35% | 35% | 35% | 35% | 35% | 35% |
| | CIK | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | PDA | - | - | - | - | - | - |
| | SDA | 35% | 35% | 35% | 35% | 35% | 35% |
| - | - | - | - | - | - | - | |

CIK: Cloruro de potasio;
(-): Sin aplicación.

PDA: Fosfato diamónico;

SDA: Sulfato de amonio;

3.7.11. Riego

Esta labor consistió en regar con agua hasta su saturación durante la etapa vegetativa, para luego mantener una delgada capa de agua (10 cm aproximadamente):

Para eso fue muy importante empezar el riego lo más temprano posible; la recomendación fue iniciar el riego cuando la plántula de arroz tenía 4 a 5 hojas, que generalmente se dio entre 14 a 17 días después de la germinación; el riego temprano se realizó con el fin de adelantar la disponibilidad de los nutrientes para la planta de arroz con el fin de aumentar la eficiencia de los fertilizantes. El suelo tuvo que estar bien nivelado a fin de evitar el ahogamiento de las plantas.

Cuando el arroz tuvo de 4 a 5 hojas se comenzó a preparar todo el sistema de riego, y se inició el riego de 10 a 15 días después, cuando la planta de arroz ya tenía 35 días después de emerger.

La lámina de agua sobre la superficie del suelo recomendada fue de 5 a 10 cm de profundidad. A los 15 a 20 días después de que floreció el arroz se cortó la entrada de agua a los lotes sin que se pierda rendimiento ni calidad del grano.

3.7.12. Cosecha

Como primer paso se drenaron las pozas a los 25 días antes de la cosecha, ya que se tomó en cuenta el clima (tropical). La cosecha se realizó el 2 de abril del 2015, en toda la parcela. Para la cosecha se tuvo en cuenta que el 100% de las espigas se encuentren desarrollados y que el 90% de los granos se encuentran maduros. Esta labor se efectuó en forma manual cortando los tallos con la hoz a 10 cm del suelo, colocándose la gavilla encima de costales en los bordos.

3.7.13. Trillado, secado y pesado

La trilla se realizó golpeando las plantas cortadas sobre un tronco delgado, para el desprendimiento los granos, todo esto sobre unas mantas. Se recogió y se llevó los granos desprendidos en sacos identificados en claves, todos a la “era” para el secado respectivo hasta un 13% de humedad.

Los granos cosechados por tratamientos se pesaron en una balanza de precisión, determinando el rendimiento que se ajustó al 13% de humedad del grano, para ser llevado a kg ha^{-1} .

3.8. Características a evaluar

3.8.1. Altura de planta

Se tomaron datos de altura de planta cada quince días después de la siembra hasta el fin de la floración; se tomaron tres muestras de un metro cuadrado por cada unidad experimental, se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja.

3.8.2. Número de macollos por golpe

Se hicieron cuatro evaluaciones durante todo el periodo vegetativo del cultivo; la primera a los 15 días, la segunda a los 30 días, la tercera a los 45 días y cuarta a los 55 días; para lo cual se tomaron tres muestras de un metro cuadrado por cada unidad experimental, procediendo al conteo de los macollos.

3.8.3. Número de panojas por m²

El momento del conteo de las panojas fue poco antes de realizar la cosecha, contándose las panojas totales de tres plantas al azar dentro del metro cuadrado de la unidad experimental, todas estas divididas entre tres para obtener el promedio.

3.8.4. Número de espiguillas fértiles por panícula

Se determinó en base de cinco panojas/unidad experimental, por conteo simple, tres días antes de la cosecha; el método a emplear fue observar cada una de las cinco panojas y diferenciar las espiguillas fértiles para así luego realizar el conteo.

3.8.5. Número de espiguillas infértiles por panícula

Se determinó en base de cinco panojas/unidad experimental, por conteo simple, tres días antes de la cosecha; el método a emplear fue observar cada una de las cinco panojas y diferenciar las espiguillas infértiles para así luego realizar el conteo.

3.8.6. Peso de 1000 semillas

Después de la cosecha en la parcela neta se contaron 1000 semillas de arroz, así estas fueron secados hasta el 13% de humedad, para ello se utilizó el detector de humedad del laboratorio de semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.8.7. Rendimiento

En el gabinete se calculó el rendimiento de arroz en cáscara de la variedad "La conquista" por hectárea, semillas de arroz con una humedad al 13.0%, para ello el rendimiento que se obtendrá se contrastó mediante la siguiente la fórmula:

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = (\text{N}^{\circ} \text{ de panojas/m}^2 \times \text{N}^{\circ} \text{ de granos fértiles/panoja} \times \text{Peso de 1000 semillas (peso en gramos)} \times 0.0001).$$

3.8.8. Análisis de rentabilidad

La evaluación de la rentabilidad de los diferentes tratamientos en estudio, se realizará por el método "análisis comparativo de ingresos y costos de producción"; el índice de rentabilidad (B/C) para cada tratamiento, se determinó mediante la siguiente fórmula:

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

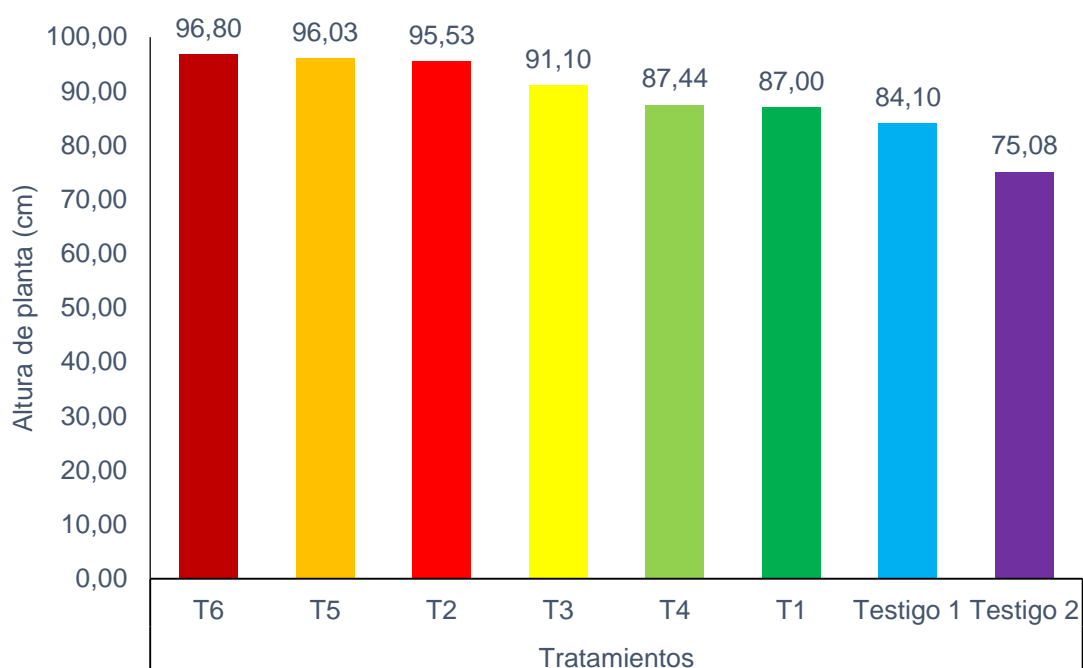
El ingreso bruto de todos los tratamientos en estudio, se determinó multiplicando el rendimiento de arroz en cáscara producido para 1.0 ha por el precio de producción; los costos de producción serán determinados proyectando a 1.0 ha y obedeciendo a la diferencia en la cantidad de materia orgánica y tierra utilizada.

En el Cuadro 10, se muestra la prueba de medias Tukey ($\alpha=0.05$) de la característica altura de planta, observándose que los tratamientos T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK), T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK) y T₂ (Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK) produjeron plantas con mayor altura que los tratamientos T₄ (Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK), T₁ (Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK), Test.1 (NPK (Sintético)) y Test.2 (Sin abonamiento); la altura de planta de los tratamientos T₆, T₅, T₂, T₃ (Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK), T₄, T₁, Test.1 y Test.2 fue 96.80, 96.03, 95.53, 91.10, 87.44, 87.00, 84.10 y 75.08 cm respectivamente (Figura1). Las plantas de arroz que no fueron abonados (Test.2), obtuvieron una altura estadísticamente inferior a los demás tratamientos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de la altura de planta de arroz.

| Tratamientos | | Altura de planta (cm) | |
|----------------|--|-----------------------|---------------|
| Clave | Nombre | Promedio | Significancia |
| T ₆ | Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha ⁻¹) + NPK | 96.80 | a |
| T ₅ | Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha ⁻¹) + NPK | 96.03 | a |
| T ₂ | Bocashi (20 t ha ⁻¹) + NPK | 95.53 | a |
| T ₃ | Bocashi (25 t ha ⁻¹) + NPK | 91.10 | a b |
| T ₄ | Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha ⁻¹) + NPK | 87.44 | b c |
| T ₁ | Bocashi (15 t ha ⁻¹) + NPK | 87.00 | b c |
| Test.1 | Sólo con NPK (Sintético) | 84.10 | c |
| Test.2 | Sin abonamiento | 75.08 | d |

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



T₁: Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK; T₂: Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK; T₃: Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK; T₄: Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK; T₅: Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK; T₆: Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK; Testigo1: sólo con NPK (Sintético); Testigo 2: Sin abonamiento.

Figura 1. Altura de planta del arroz de los tratamientos en estudio.

Altura de planta de arroz de la variedad “La Conquista” INIA 507. Todos los tratamientos fluctuó de 75.08 a 96.80 cm. Los tratamientos fertilizados van de 84.10 a 96.80 cm, sólo las plantas de arroz sin fertilizar obtuvieron una altura de 75.08 cm (Figura 1); altura obtenida inferior según al reporte de EL PORTRERO (2014) que la altura de planta de la variedad “la Conquista” INIA 507 es de 100 cm y que su período vegetativo es de 134 días, viéndose en nuestra investigación que el período duró 141 días respectivamente; CAMPOS (2008), reportó una altura promedio de la variedad “Conquista” INIA 507 de 112.36 cm bajo condiciones de riego en Tingo María; altura mayor a lo obtenido en nuestros resultados, esta diferencia puede deberse básicamente a la fertilización diferente

realizada para ambas investigaciones; VÁSQUEZ (2010), reportó una altura que fluctuó de 0.60 a 0.71 cm de la variedad “Capirona” bajo efecto de enmiendas residuales orgánicas e inorgánicas; altura aritméticamente menor a lo obtenido en nuestros resultados.

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), plantas de arroz con mayor altura obtuvieron mayor rendimiento (Cuadro 20), para FASANANDO (1999) la menor altura de planta y dureza de tallo son cualidades muy esenciales en variedades de alto rendimiento, ya que llegan a minimizar el volcamiento; la altura de planta fue mayor por efecto del abonamiento a las plantas de arroz sin abonar, sin embargo la diferencia para CIAT (1983) bajo el punto de vista agronómico, es que la altura de planta está influenciada por la profundidad del agua en el arrozal, un incremento en la lámina de agua provoca un aumento en la altura de las plantas.

4.2. Número de macollos por m²

En el Cuadro 11, se muestra la prueba de análisis de variancia de la característica número de macollos de arroz por metro cuadrado; observándose que no existe diferencias significativas entre los bloques, y sí existe diferencias altamente significativa entre los tratamientos en estudio, es decir que al menos un tratamiento difiere significativamente en el número de macollos a los demás

tratamientos; el coeficiente de variabilidad es 15.37%, indica una muy buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

Cuadro 11. Análisis de variancia para el número de macollos por m².

| Fuente de variación | GL | SC | CM | Sig. |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Bloques | 3 | 44.10 | 14.70 | NS |
| Tratamientos | 7 | 2583.22 | 369.03 | AS |
| Error experimental | 21 | 104.71 | 4.99 | |
| Total | 31 | 2732.04 | | |

C.V (%) 8.53%

NS : No existe significancia.

AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

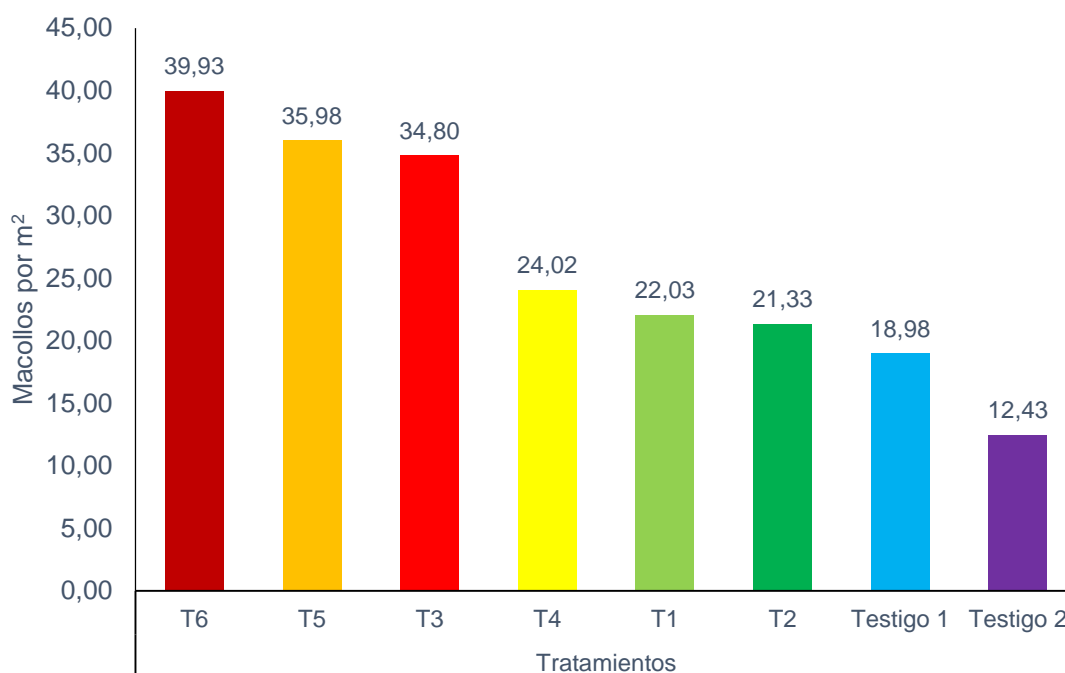
En el Cuadro 12, se muestra la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de la característica número de macollos por metro cuadrado, observándose que los tratamientos T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK), T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK), y T₃ (Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK) estadísticamente obtuvieron mayor número de macollos por metro cuadrado que los demás tratamientos; el testigo 2 (Sin abonamiento) obtuvo el menor número de macollos por metro cuadrado que los demás tratamientos en estudio; los demás tratamientos estadísticamente obtuvieron igual número de macollos por metro cuadrado; los tratamientos T₆, T₅, T₃, T₄ (Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK), T₁ (Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK), T₂ (Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK),

testigo 1 y testigo 2 obtuvieron 39.93, 35.98, 34.80, 24.02, 22.03, 21.33, 18.98 y 12.43 de macollos por m² (Figura 2); los tratamientos T₆, T₅ y T₃ obtuvieron estadísticamente mayor número de macollos por metro cuadrado que los demás tratamientos en estudio.

Cuadro 12. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del número de macollos por m².

| Tratamientos | | Macollos por m ² | |
|----------------|--|-----------------------------|---------------|
| Clave | Nombre | Promedio | Significancia |
| T ₆ | Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha ⁻¹) + NPK | 39.93 | a |
| T ₅ | Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha ⁻¹) + NPK | 35.98 | a |
| T ₃ | Bocashi (25 t ha ⁻¹) + NPK | 34.80 | a |
| T ₄ | Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha ⁻¹) + NPK | 24.02 | b |
| T ₁ | Bocashi (15 t ha ⁻¹) + NPK | 22.03 | b |
| T ₂ | Bocashi (20 t ha ⁻¹) + NPK | 21.33 | b |
| Test.1 | Sólo con NPK (Sintético) | 18.98 | b |
| Test.2 | Sin abonamiento | 12.43 | c |

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



T₁: Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK; T₂: Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK; T₃: Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK; T₄: Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK; T₅: Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK; T₆: Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK; Testigo1: sólo con NPK (Sintético); Testigo 2: Sin abonamiento.

Figura 2. Número de macollos por m² de los tratamientos en estudio.

BOLÍVAR (1991) reporta en Colombia, que no obtuvo resultados significativos de nitrógeno a nivel foliar en máximo macollamiento al sólo llegar a aplicar únicamente materia orgánica (gallinaza, 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno), pero, con aplicaciones de mezclas compuestas de MO y fertilizantes inorgánicos (Urea y Superfosfato Triple) si hubo respuesta; a pesar de que todos los tratamientos fueron mezclados, sólo esos tres tratamientos son los que obtuvieron un número significativo de macollos por planta; a pesar de tratarse de una misma variedad, misma constitución genética y dónde la característica número de macollos por planta viene a ser un carácter genético de naturaleza cuantitativa, esta se ve influenciada por la aplicación conjunta de fertilizante inorgánico y orgánico, ya que la diferencia entre las dosis y contenido de elementos generó que la

variedad de arroz “La conquista” INIA 507 emita distintos números de macollos por metro cuadrado (Cuadro 12).

El ahijamiento viene a ser una característica de la variedad de arroz y el número máximo de hijos es muy importante, ya que tiene una relación con el manejo del cultivo (SOMARRIBA, 1998); VÁSQUEZ (2010) reportó de 11.77 a 18.42 macollos por metro cuadrado por efecto de enmiendas orgánicas e inorgánicas en un suelo degradado en el cultivo de arroz variedad “Capirona” en Tingo María, número de macollos por metro cuadrado inferior a los resultados que se obtuvo en la variedad “La Conquista” INIA 507, bajo una fertilización con NPK en mezcla con bocashi y ceniza de arroz; plantas de arroz dónde sólo se fertilizó con NPK y no se abonó con ni una fuente orgánica, se obtuvo 18.98 y 12.43 macollos por metro cuadrado respectivamente. Mezclando los abonos orgánicos con NPK se obtuvo mayor número de macollos (Figura 2).

4.3. Número de panojas por m²

En el Cuadro 13, se muestra la prueba de análisis de variancia de la característica número de panojas de arroz por metro cuadrado, observándose que no existe diferencias significativas entre los bloques; y sí existe diferencias altamente entre los tratamientos, es decir que al menos un tratamiento difiere de forma significativa a los demás tratamientos respecto al número de panojas por metro cuadrado; el coeficiente de variabilidad es de 13.03% lo que nos indica que sí existe una muy buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

Cuadro 13. Análisis de variancia del número de panojas por m².

| Fuente de variación | GL | SC | CM | Sig. |
|----------------------------|-----------|------------------|-----------|-------------|
| Bloques | 3 | 2322.34 | 774.11 | NS |
| Tratamientos | 7 | 100820.72 | 14402.96 | AS |
| Error experimental | 21 | 25295.41 | 1204.54 | |
| Total | 31 | 128438.47 | | |
| C.V (%) | 13.03% | | | |

NS : No existe significancia.

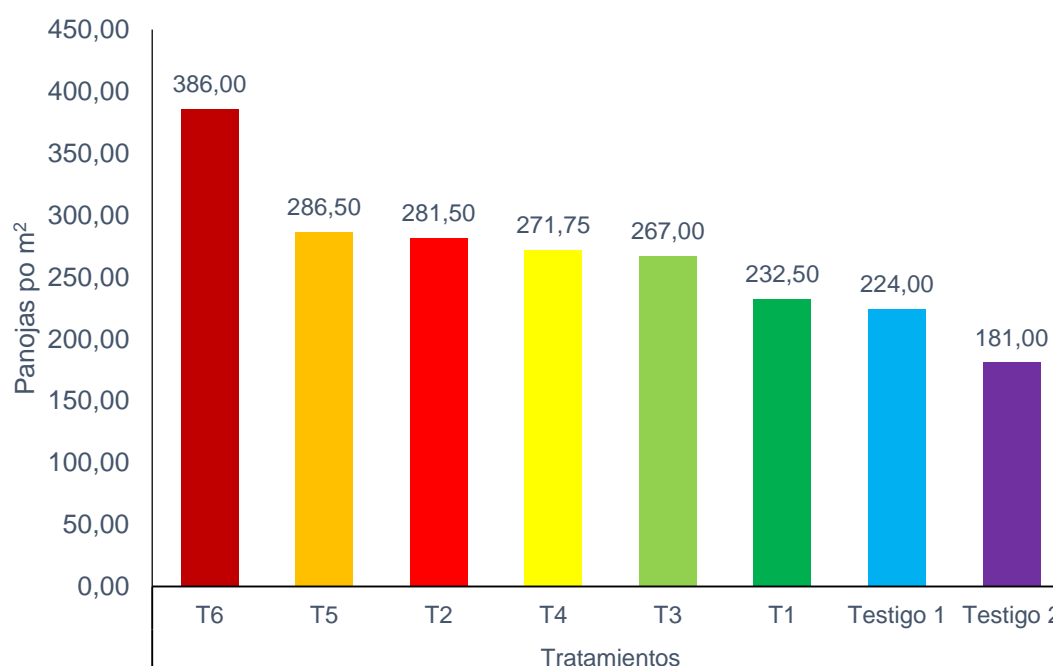
AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 14, se muestra la prueba de comparación Tukey de la característica número de panojas por metro cuadrado (m²) de arroz variedad “La Conquista” INIA 507; observándose, que el tratamiento T₆ (Ceniza de cascara de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK) estadísticamente obtuvo mayor número de panojas por metro cuadrado que los demás tratamientos en estudio; los tratamientos T₅ (Ceniza de cascara de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK), T₂ (Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK), T₄ (Ceniza de cascara de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK) y T₃ (Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK) estadísticamente obtuvieron mayor número de panojas por metro cuadrado que el testigo 2 (Sin abonamiento); el tratamiento T₁ (Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK), testigo 1 (NPK (Sintético)) y testigo 2 obtuvieron igual número de panojas por metro cuadrado. Los tratamientos T₆, T₅, T₂, T₄, T₃, T₁, testigo1 y testigo 2 obtuvieron un número de 386.00, 286.50, 281.50, 271.75, 267.00, 232.50, 224.00 y 181.00 panojas por m² respectivamente (Figura 3).

Cuadro 14. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del número de panojas por m².

| Tratamientos | | Panojas/m ² | |
|----------------|--|------------------------|---------------|
| Clave | Nombre | Promedio | Significancia |
| T ₆ | Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha ⁻¹) + NPK | 386.00 | a |
| T ₅ | Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha ⁻¹) + NPK | 286.50 | b |
| T ₂ | Bocashi (20 t ha ⁻¹) + NPK | 281.50 | b |
| T ₄ | Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha ⁻¹) + NPK | 271.75 | b |
| T ₃ | Bocashi (25 t ha ⁻¹) + NPK | 267.00 | b |
| T ₁ | Bocashi (15 t ha ⁻¹) + NPK | 232.50 | b c |
| Test.1 | Sólo con NPK (Sintético) | 224.00 | b c |
| Test.2 | Sin abonamiento | 181.00 | c |

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



T₁: Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK; T₂: Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK; T₃: Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK; T₄: Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK; T₅: Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK; T₆: Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK; Testigo1: sólo con NPK (Sintético); Testigo 2: Sin abonamiento.

Figura 3. Número de panojas por m² de los tratamientos en estudio.

Los tratamientos dónde se aplicaron la mezcla de abono orgánico con NPK obtuvieron 232.50 a 386.00 panojas por metro cuadrado (Figura 3), según ALVA (2000) el número de panojas m^2 , 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. Los tratamientos T₁ (Bocashi ($15 t ha^{-1}$) + NPK), y los dos testigos obtuvieron una media de número de panojas por metro cuadrado menor a 250 (Figura 3); según MEJÍA (1984) la aplicación de una cantidad adecuada de abono orgánico como fuente de materia orgánica, favorece una estructura del suelo con abundancia de agregados que van a mejorar la relaciones de agua y aire en los suelos limosos; por otro lado GROS (1971), la aplicación de abonos proporciona elementos nutritivos de suma importancia a las plantas a través del humus, que almacena y retiene nitrógeno, calcio, fósforo, potasio y magnesio; lo cual se muestra en nuestros resultados ya que se incrementa significativamente el número de macollos por m^2 y número de panojas por m^2 , en la forma que se incrementa la concentración de los abonos.

El número de panojas por metro cuadrado en el cultivo de arroz de la variedad "La Conquista" INIA 507 se incrementó significativamente con la aplicación de los abonos orgánicos más NPK (Cuadro 14), sin embargo no existe significancia entre el número de macollos por efecto de sola una aplicación con NPK con el número de panojas de plantas de arroz sin abonar, es muy posible que para esta característica cuantitativa se haga significativo por la aplicación de los abonos orgánicos más NPK, cabe mencionar, que el rendimiento depende del número de panojas por unidad de área, el número de espiguillas o granos por panoja, el porcentaje de granos llenos y el peso de granos llenos (CIAT, 1983), y que la características panojas por m^2 ; juega un rol muy importante en

apertura y llenado de grano, su déficit se traduce en un detrimento final (RACHUMI, 1981).

4.4. Número de espigas fértiles por m²

En el Cuadro 15, se muestra la prueba de análisis de variancia de la característica número de espigas fértiles de arroz por metro cuadrado; llegando a observar que no existe significancia entre los bloques y sí existe significancia entre los tratamientos; el coeficiente de variabilidad es 4.94% que nos indica que existe una excelente homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

Cuadro 15. Análisis de variancia para el número de espigas fértiles por m².

| Fuente de variación | GL | SC | CM | Sig. |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Bloques | 3.00 | 43.29 | 14.43 | NS |
| Tratamientos | 7.00 | 5857.44 | 836.78 | AS |
| Error experimental | 21.00 | 646.34 | 30.78 | |
| Total | 31.00 | 6547.07 | | |
| C.V (%) | 4.94% | | | |

NS : No existe significancia.

AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

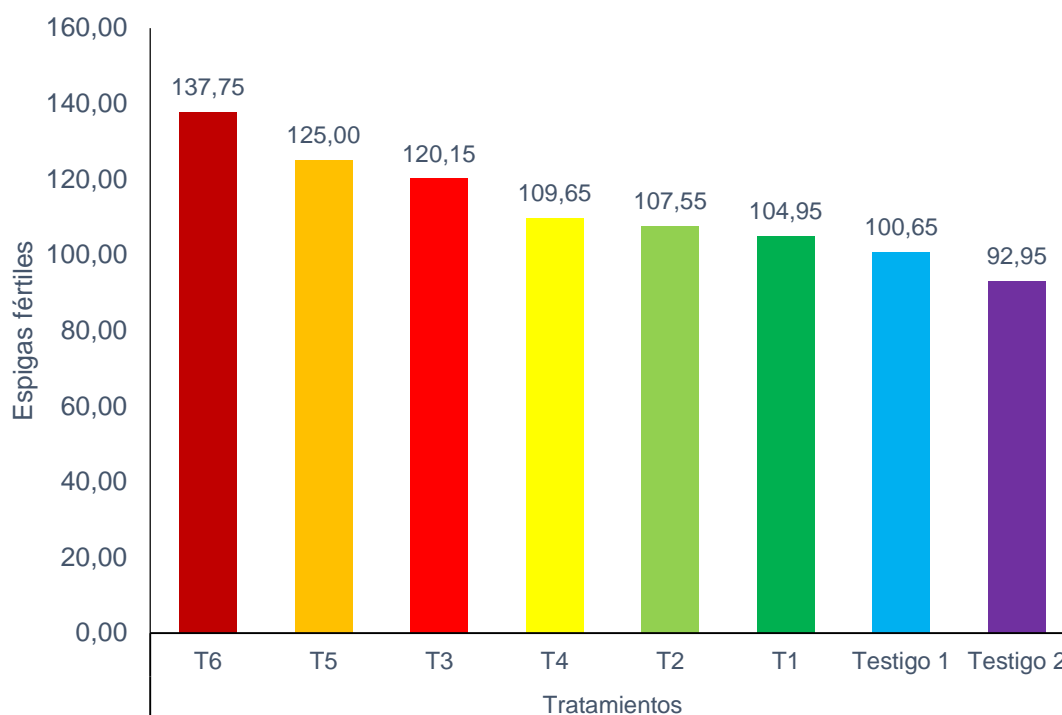
En el Cuadro 16, se muestra la prueba Tukey de la característica número de espigas fértiles por metro cuadrado; observándose que el tratamiento T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK) estadísticamente obtuvo mayor número de espigas fértiles por m² que los tratamientos T₃ (Bocashi (25 t ha⁻¹) +

NPK), T₄ (Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK), T₂ (Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK), T₁ (Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK), Test.1 (NPK (Sintético)) y Test.2 (Sin abonamiento), e igual al tratamiento T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK); por otro lado el tratamiento T₅ obtuvo estadísticamente mayor número de espigas fértiles por metro cuadrado que los tratamientos T₄, T₂, T₁, testigo 1 y testigo 2, e igual al tratamiento T₃; el tratamiento T₃ estadísticamente obtuvo mayor número de espigas por m² que los tratamientos T₁ y los testigos. En la Figura 4, se muestra el número de espigas fértiles por m² de los tratamientos T₆, T₅, T₃, T₄, T₂, T₁, Test.1 y Test.2 que fue 137.75, 125.00, 120.15, 109.65, 107.55, 104.95, 100.65 y 92.95 espigas fértiles por metro cuadrado respectivamente.

Cuadro 16. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para el número de espigas fértiles por m².

| Clave | Tratamientos | | Espigas fértiles | |
|----------------|--|----------|------------------|--|
| | Nombre | Promedio | Significancia | |
| T ₆ | Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha ⁻¹) + NPK | 137.75 | a | |
| T ₅ | Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha ⁻¹) + NPK | 125.00 | a b | |
| T ₃ | Bocashi (25 t ha ⁻¹) + NPK | 120.15 | b c | |
| T ₄ | Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha ⁻¹) + NPK | 109.65 | c d | |
| T ₂ | Bocashi (20 t ha ⁻¹) + NPK | 107.55 | c d | |
| T ₁ | Bocashi (15 t ha ⁻¹) + NPK | 104.95 | d e | |
| Test.1 | Sólo con NPK (Sintético) | 100.65 | d e | |
| Test.2 | Sin abonamiento | 92.95 | e | |

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



T₁: Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK; T₂: Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK; T₃: Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK; T₄: Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK; T₅: Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK; T₆: Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK; Testigo1: sólo con NPK (Sintético); Testigo 2: Sin abonamiento.

Figura 4. Espigas fértiles por m² de los tratamientos en estudio.

El número de espigas fértiles por metro cuadrado estadísticamente aumenta por el abonamiento más NPK; CIAT (1983) señalan que el rendimiento depende del número de panojas por unidad del área, número de espiguillas o granos por panoja, porcentaje de granos llenos y el peso de granos llenos; por ello al obtener mayor número de espigas fértiles se obtiene un alto rendimiento; no existe significancia entre los tratamientos respecto a la característica espigas infértiles (Cuadro 29, Anexo A, Apéndice 1), según FASANANDO (1999), indica que el rendimiento de arroz en cáscara básicamente está en función de sus tres componentes, número de panojas/m², número de granos llenos por panoja y el peso individual del grano de arroz, expresado como peso de 1000 semillas; cabe mencionar de las espigas fértiles se obtendrán los granos llenos de arroz; SOTO

(1991), plantea que el número de granos por panojas, está en función de su longitud y de la densidad de ramificación

En un suelo extremadamente ácido al aplicar los abonos más NPK, significativamente mejorará las características de número de panojas y espigas fértiles por metro cuadrado como se muestra en nuestros resultados (Cuadro 16), según CAMPOS (2008) esto se justifica por el vigor de la planta y cantidad de nitrógeno aplicado; cabe mencionar que el nivel de nitrógeno del abono ceniza de cascarilla de arroz tenía un 0.0% de nitrógeno (Cuadro 8), sin embargo fue el abono que significativamente obtuvo mayor número de espigas fértiles que el bocashi; para VERGARA (1983) el nitrógeno es importante en las plantas, ya que producen gran cantidad de carbohidratos, durante la fase reproductiva y de maduración, lo cual resulta en buen número de granos por panoja; Lozano (1993), citado por CAMPOS (2008) menciona que la actividad fotosintética durante los estados de floración hasta la maduración tiene una gran influencia en el número de granos por panoja; por tanto se hace muy importante abonar o fertilizar, para obtener buenos resultados.

4.5. Peso de 1000 granos de arroz

En el Cuadro 17, se muestra la prueba de análisis de variancia de la característica del peso de 1000 granos de arroz, llegándose a observar que no existe diferencias significativas entre los bloques y sí existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, que nos indica que al menos un tratamiento difiere significativamente a otro tratamiento respecto a la característica peso de 1000 granos de arroz; el coeficiente de variabilidad es 3.24% que nos indica una

excelente homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

Cuadro 17. Análisis de variancia del peso de 1000 granos de arroz.

| Fuente de variación | GL | SC | CM | Sig. |
|----------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Bloques | 3.00 | 2.25 | 0.75 | NS |
| Tratamientos | 7.00 | 49.50 | 7.07 | AS |
| Error experimental | 21.00 | 17.75 | 0.85 | |
| Total | 31.00 | 69.50 | | |

C.V (%) 3.24%

NS : No existe significancia.

S : Diferencias significativas al 5% de probabilidad.

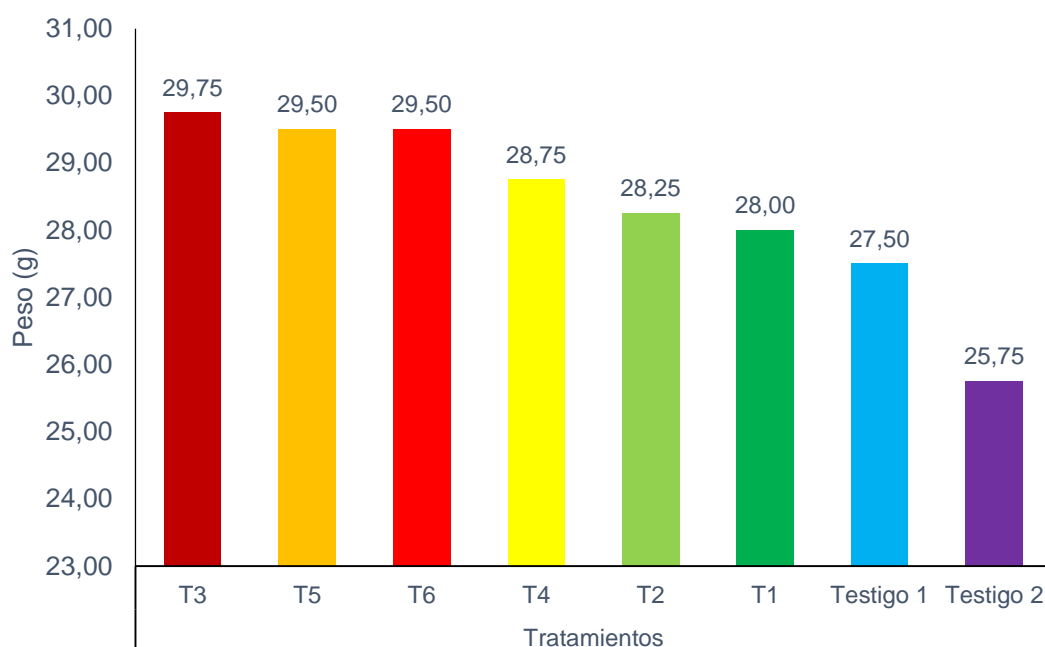
AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 18, se muestra la prueba de Tukey de la característica peso de 1000 granos de arroz; observándose que el tratamiento T₃ (Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK) estadísticamente obtuvo mayor peso de 1000 granos de arroz que los tratamientos testigo 1 (NPK (Sintético)) y testigo 2 (Sin abonamiento), y los demás tratamientos fueron estadísticamente mayor al testigo 2; el peso del grano de los tratamientos T₃, T₅ (Ceniza de cascarilla arroz (20 t ha⁻¹) + NPK), T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK), T₄ (Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK), T₂ (Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK), T₁ (Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK), testigo 1 y testigo 2 fue 29.75, 29.50, 29.50, 28.75, 28.25, 28.00, 27.50 y 25.75 g respectivamente (Figura 5).

Cuadro 18. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del peso de 1000 granos de arroz.

| Clave | Tratamientos | | Peso de 1000 granos (g) | |
|----------------|--|----------|-------------------------|---|
| | Nombre | Promedio | Significancia | |
| T ₃ | Bocashi (25 t ha ⁻¹) + NPK | 29.75 | a | |
| T ₅ | Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha ⁻¹) + NPK | 29.50 | a | b |
| T ₆ | Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha ⁻¹) + NPK | 29.50 | a | b |
| T ₄ | Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha ⁻¹) + NPK | 28.75 | a | b |
| T ₂ | Bocashi (20 t ha ⁻¹) + NPK | 28.25 | a | b |
| T ₁ | Bocashi (15 t ha ⁻¹) + NPK | 28.00 | a | b |
| Test.1 | Sólo con NPK (Sintético) | 27.50 | b | c |
| Test.2 | Sin abonamiento | 25.75 | c | |

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



T₁: Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK; T₂: Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK; T₃: Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK; T₄: Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK; T₅: Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK; T₆: Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK; Testigo1: sólo con NPK (Sintético); Testigo 2: Sin abonamiento.

Figura 5. Peso de 1000 granos de arroz de los tratamientos en estudio.

El peso de 1000 granos de arroz de la variedad “La Conquista” INIA 507 fluctuó de 25.75 a 29.75 g (Figura 5), peso mayor al reportado por VÁSQUEZ (2010), que obtuvo un peso de 1000 semillas de arroz de la variedad “Capirona” de 20.50 a 27.30 g por efecto de enmiendas orgánicas e inorgánicas en un suelo residual en Tingo María; EL POTRERO (2014) reporta que el peso promedio de 1000 semillas de arroz variedad “La Conquista” INIA 507 es 28.0 g, peso medio de 1000 semillas de nuestros resultados; cabe mencionar que el tratamiento T₁ (Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK) obtuvo un peso de 28.0 g y los demás tratamientos un peso mayor a 28.0 g, con excepción de los dos testigos que obtuvieron un peso inferior con 27.50 y 25.75 g respectivamente (Figura 5), para PÉREZ *et al.*, (1985), el peso del grano es un componente determinante en el rendimiento. Para TINARELLI (1989) el peso entre 20 y 25 g por 1000 granos de arroz, son límites para así definir como muy pesado y moderadamente pesado cualquier tipo de arroz; obteniendo un mayor peso que los límites en mención (Figura 5); JUEP (1995) señala que el rendimiento y el peso de granos no existe una relación estrecha, FASANANDO (1999) indica que el rendimiento no está en relación directa o que no contribuye directamente al aumento de la biomasa total de los granos.

4.6. Rendimiento de arroz en cáscara

En el Cuadro 19, se muestra la prueba de análisis de variancia de la característica rendimiento del grano de arroz variedad “La Conquista” INIA 507 en t ha⁻¹, observándose que no existen diferencias significativas entre los bloques, y sí existe diferencias altamente significativa entre los tratamientos; el

coeficiente de variabilidad fue 13.59%, indica así una muy buena homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

Cuadro 19. Análisis de variancia del rendimiento de arroz en cáscara.

| Fuente de variación | GL | SC | CM | Sig. |
|----------------------------|--------------|---------------|-----------|-------------|
| Bloques | 3.00 | 2.50 | 0.83 | NS |
| Tratamientos | 7.00 | 84.11 | 12.02 | AS |
| Error experimental | 21.00 | 19.28 | 0.92 | |
| Total | 31.00 | 105.89 | | |

C.V (%) 13.59%

NS : No existen diferencias estadísticas.

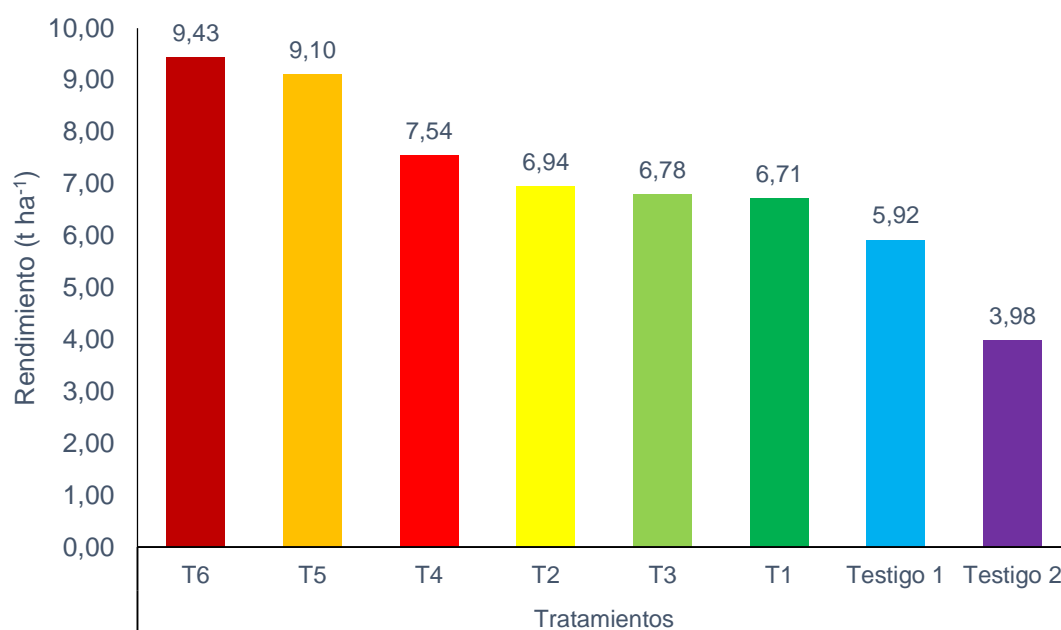
AS : Diferencias significativas al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 20, se muestra la prueba de medias Tukey ($\alpha=0.05$) de la característica rendimiento de grano de arroz variedad “La Conquista” INIA 507 en $t\ ha^{-1}$ observándose que el tratamiento T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz (75 %) + NPK), obtuvo un rendimiento ($t\ ha^{-1}$) estadísticamente mayor que los tratamientos T₂ (Bocashi (50%) + NPK), T₃ (Bocashi (75%) + NPK), T₁ (Bocashi (25%) + NPK), Testigo 1 (NPK (Sintético)) y Testigo 2 (Sin abonamiento); el tratamiento T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz (50%) + NPK) estadísticamente obtuvo un rendimiento mayor a lo obtenido por los tratamientos T₃, T₁, Testigo 1 y Testigo 2. El rendimiento de los tratamientos T₆, T₅, T₄ (Ceniza de cascarilla de arroz (25%) + NPK), T₂, T₃, T₁, Testigo 1 y Testigo 2 fue 9.43, 9.10, 7.54, 6.94, 6.78, 6.71, 5.92 y 3.98 $t\ ha^{-1}$ respectivamente (Figura 6).

Cuadro 20. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento de arroz en cáscara.

| Tratamientos | | Rendimiento (t ha ⁻¹) | |
|----------------|--|-----------------------------------|---------------|
| Clave | Nombre | Promedio | Significancia |
| T ₆ | Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha ⁻¹) + NPK | 9.43 | a |
| T ₅ | Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha ⁻¹) + NPK | 9.10 | a b |
| T ₄ | Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha ⁻¹) + NPK | 7.54 | a b c |
| T ₂ | Bocashi (20 t ha ⁻¹) + NPK | 6.94 | b c |
| T ₃ | Bocashi (25 t ha ⁻¹) + NPK | 6.78 | c |
| T ₁ | Bocashi (15 t ha ⁻¹) + NPK | 6.71 | c |
| Testigo 1 | Sólo con NPK (Sintético) | 5.92 | c d |
| Testigo 2 | Sin abonamiento | 3.98 | d |

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



T₁: Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK; T₂: Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK; T₃: Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK; T₄: Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK; T₅: Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK; T₆: Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK; Testigo1: sólo con NPK (Sintético); Testigo 2: Sin abonamiento.

Figura 6. Rendimiento de arroz en cáscara de los tratamientos en estudio.

El rendimiento de grano de arroz de la variedad “La Conquista” INIA 507 en la investigación varió de 3.98 a 9.43 t ha⁻¹, los tratamientos T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK) y T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK) obtuvieron un rendimiento de 9.43 y 9.10 t ha⁻¹ respectivamente aritméticamente cercano al rendimiento que reporta EL POTRERO (2014), que el rendimiento potencial de la variedad 9.6 t ha⁻¹; el rendimiento de estos dos tratamientos es casi igual a lo obtenido por CAMPOS (2008), reporta, bajo un sistema de riego en Tingo María, la variedad Capirona obtuvo un 9,230.0 kg ha⁻¹ (9.23 t ha⁻¹) de arroz en cáscara. Los tratamientos que fueron con ceniza, es decir los tratamientos T₆, T₅ y T₄ (Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK) obtuvieron un rendimiento de 9.43, 9.10 y 7.54 t ha⁻¹ respectivamente, estos rendimientos (Cuadro 20) fueron superiores a lo obtenido por MEJÍA (1984) que reporta un rendimiento que fluctúa de 6.30 a 6.79 t ha⁻¹ de arroz en cáscara por efecto de tres niveles de material orgánica y cuatro dosis de NPK en la producción de arroz variedad “Inti” en Tingo María.

Aunque aritméticamente los tratamientos en base al abono bocashi obtuvieron un rendimiento igual a lo obtenido por MEJÍA (1984), el rendimiento de los tratamientos T₂ (Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK), T₃ (Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK) y T₁ (Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK) fue 6.94, 6.78 y 6.71 t ha⁻¹ respectivamente (Figura 6); lo que muestra que el abonamiento con ceniza de cascarilla de arroz más NPK en un suelo con un pH fuertemente ácido (Cuadro 5), se obtuvo un rendimiento superior a lo obtenido con el abono bocashi, según DE DATTA (1986) menciona que la aplicación de silicio aumenta y llegan a elevar los rendimientos de una variedad moderna, con altas tasas de aplicación de los

fertilizantes nitrogenados, posible razón del rendimiento obtenido. Por otro lado los testigos Testigo 1 (NPK (Sintético)) y Testigo 2 (Sin abonamiento) obtuvieron 5.92 y 3.98 t ha⁻¹ de arroz en cáscara respectivamente, aritméticamente fue inferior al rendimiento (t ha⁻¹) de los demás tratamientos, sin embargo el rendimiento del arroz fertilizado (Testigo 1) con NPK fue estadísticamente igual a lo obtenido por los tratamientos T₄, T₂, T₃ y T₁; sólo la parcela de arroz donde no se aplicó ni uno de los abonos, ni se fertilizó (Testigo 2) estadísticamente su rendimiento fue inferior a los demás tratamientos, debido a que el suelo según los cuadros de interpretación de fertilidad de MANSILLA (2013) el suelo presentaba un pH de 4.53, suelo con problemas de toxicidad del aluminio, baja disponibilidad de fósforo, con niveles bajos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.

Después del abonamiento con ceniza de cascarilla de arroz y bocashi se realizó un análisis de los suelos, dónde los resultados se muestran que los niveles de pH, materia orgánica, nitrógeno y potasio se mantuvieron igual que el suelo inicial (Figuras 7, 8, 9 y 11, Anexo B y Apéndice 1), sólo aumentó los niveles de fósforo en ppm, según el Cuadro 22 de interpretación de fertilidad de MANSILLA (2013), el nivel de fósforo bajo (inicial), pasó a nivel medio de fertilidad con el abonamiento de bocashi y ceniza de cáscara de arroz (Figuras 10, Anexo B y Apéndice 1); el porcentaje de saturación de aluminio que presentó el suelo, aritméticamente se redujo a 9.31% (Ceniza) y 9.33% (Bocashi) (Figuras 12, Anexo B y Apéndice 1); no existió un efecto positivo del bocashi sobre las propiedades químicas del suelo en la que se sembró, ya sea por el desgaste por sembrar arroz, lo cual no coincide con GIRÓN *et al.* (2012) quien menciona que

el beneficio del bocashi es de mejorar la fertilidad de los suelos. GUARDADO (2012) menciona que el bocashi recupera los suelos agotados por el uso intensivo de monocultivos; el abonamiento con ceniza de cascarilla de arroz no mejoró las propiedades químicas del suelo, sin embargo se obtuvo un buen rendimiento de arroz en cáscara (Cuadro 20), según Ortega (2001) citado por ANDRADE y ÁLVAREZ (2002) menciona que el aporte del silicio al suelo ayuda en obtener cosechas de mejores rendimientos.

El rendimiento de arroz en cáscara estadísticamente llegó a mejorar al fertilizar con NPK y mejoró significativamente mejoró al mezclar los abonos con NPK, en promedio de rendimiento llegó a 7.75 t ha⁻¹ (Cuadro 20), CASTILLA (2000) manifiesta que debido a la aplicación de enmiendas orgánicas, que no es acompañada por una fertilización química adecuada ha terminado por afectar la rentabilidad del cultivo de arroz. El rendimiento de la variedad “La Conquista” INIA 507 fue mejor al mezclar con los abonos más NPK el rendimiento promedio fue 7.75 t ha⁻¹ cabe mencionar que como fuente de nitrógeno se aplicó con urea con 46% de pureza de nitrógeno, según Eagle *et al.* (2001), citado por ÁLVAREZ *et al.* (2008) el arroz responde muy bien a las aplicaciones de nitrógeno, mientras GONZÁLEZ (1992) muestra que existe influencia positiva del nitrógeno sobre el rendimiento de arroz; la mezcla de los abonos orgánicos con NPK estadísticamente obtuvo mayor número de macollos por metro cuadrado que los testigos (Cuadro 20), el macollamiento está directamente relacionado con el rendimiento del arroz, según BOLÍVAR (1991) aplicaciones de mezclas compuestas de MO y de fertilizantes inorgánico obtuvo una respuesta significativa en el macollamiento.

Por otro lado el abono orgánico ceniza de cascarilla de arroz estadísticamente fue mejor en rendimiento al efecto del abono a base de bocashi, MENGEL y KIRKBY (1987) mencionan que el contenido de nutrientes de los abonos orgánicos es variable, dependiendo en gran medida de su fuente y del contenido de humedad; cabe mencionar que la humedad (%) del bocashi y ceniza de cascarilla de arroz fue 3.83 y 5.11% respectivamente (Cuadro 8), la humedad del abono ceniza de cascarilla de arroz es aritméticamente mayor a la humedad del bocashi, siendo una de las razones del porqué el abono ceniza de cascarilla de arroz llegó a obtener un efecto positivo respecto al rendimiento de la variedad “La Conquista” INIA 507. El rendimiento del arroz en cáscara de los tratamientos en estudio de aquellos donde se aplicó ceniza de cascarilla de arroz y bocashi fluctuó de 6.78 a 9.43 t ha⁻¹ (Cuadro 20), un rendimiento superior a lo obtenido por VÁSQUEZ (2010) que reportó un rendimiento de 2.21 a 4.90 t ha⁻¹ bajo el efecto de densidad de enmiendas orgánicas e inorgánicas en el cultivo de arroz variedad “Capirona”, en un suelo degradado; la diferencia de rendimiento puede estar en la fertilidad de suelo o la variedad.

Sin embargo, la aplicación de abono orgánico más NPK, es lo que determina un mayor rendimiento de arroz variedad “La Conquista” INIA 507, aunque en promedio el rendimiento de arroz en cáscara por efecto de los abonos orgánicos fue 7.75 t ha⁻¹ (Cuadro 20), rendimiento mayor a lo obtenido por QUISPE (1987) reportó un rendimiento de arroz en cáscara variedad “San Martín 86” de 6.80 t ha⁻¹ por incorporación de mulch de maíz y 6.01 t ha⁻¹ por incorporación de mulch de arroz; aunque el rendimiento de los tratamientos con ceniza de cascarilla de arroz fue 7.54 a 9.43 t ha⁻¹ (Cuadro 20), según BARBOSA (1987) y DE DATTA (1986) los componentes de rendimiento de arroz

son influenciados por la densidad de plantación, cultivar, radiación solar, temperatura y los niveles de abonamiento; el rendimiento promedio por efecto del abono ceniza de arroz a 25 t ha^{-1} fue 9.43 t ha^{-1} de arroz en cáscara de la variedad "La Conquista" INIA 507; este efecto significativo se mostró en panojas por m^2 y peso de 100 semillas, coincidiendo con CUSTODIO (1980) que menciona que el rendimiento de arroz en cáscara está en función del número de panojas por m^2 y peso de 1000 semillas.

4.7. Análisis económico

El Cuadro 21, se muestra el análisis económico realizado a los tratamientos en estudio donde se observa que el mayor índice de rentabilidad fue obtenido por el tratamiento T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha^{-1}) + NPK) con 0.76, debido a los menores costos de producción y al rendimiento de arroz en cáscara en la variedad "La Conquista" INIA 507 (9.10 t ha^{-1}); este valor indicaría que por cada nuevo sol de inversión, se obtendría una ganancia de 0.76 nuevos soles. El segundo mejor tratamiento en lo que respecta al índice de rentabilidad, correspondió al tratamiento T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha^{-1}) + NPK) con 0.72, debido a que obtuvo el mayor rendimiento de arroz en cáscara con seco con 9.43 t ha^{-1} . El tratamiento T₃ (Bocashi (25 t ha^{-1}) + NPK) obtuvo uno de los menores índices de rentabilidad con un valor -0.54 debido al costo de producción, seguido por los tratamientos T₂ (Bocashi (20 t ha^{-1}) + NPK) y T₁ (Bocashi (15 t ha^{-1}) + NPK) quienes ostentan un índice de rentabilidad negativo con un valor -0.46 y -0.37 respectivamente.

Cuadro 21. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

| Trat. | Costo de producción/ha (S/) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------------|------|------|-----|------|------|-----|-------|-----------|------------|------|----------------|------------------------------|------|----------|-------|------|
| | A | | | | | | | B | | | C | D | E | F | G | | |
| | L.T. | P.T. | C.P. | C.E | C.M. | Sem. | S. | Fert. | Abo. org. | Pesticidas | Cos. | C. total (S/.) | Rdto. (kg ha ⁻¹) | I.B. | U. (S/.) | I.R. | B/C |
| T ₁ | 90 | 650 | 90 | 90 | 90 | 150 | 875 | 793.5 | 6600 | 390 | 750 | 10568.5 | 6710 | 6710 | -3858.5 | -0.37 | 0.63 |
| T ₂ | 90 | 650 | 90 | 90 | 90 | 150 | 875 | 793.5 | 8800 | 390 | 750 | 12768.5 | 6940 | 6940 | -5828.5 | -0.46 | 0.54 |
| T ₃ | 90 | 650 | 90 | 90 | 90 | 150 | 875 | 793.5 | 11000 | 390 | 750 | 14968.5 | 6780 | 6780 | -8188.5 | -0.54 | 0.45 |
| T ₄ | 90 | 650 | 90 | 90 | 90 | 150 | 875 | 793.5 | 900 | 390 | 750 | 4868.5 | 7540 | 7540 | 2671.5 | 0.55 | 1.55 |
| T ₅ | 90 | 650 | 90 | 90 | 90 | 150 | 875 | 793.5 | 1200 | 390 | 750 | 5168.5 | 9100 | 9100 | 3931.5 | 0.76 | 1.76 |
| T ₆ | 90 | 650 | 90 | 90 | 90 | 150 | 875 | 793.5 | 1500 | 390 | 750 | 5468.5 | 9430 | 9430 | 3961.5 | 0.72 | 1.72 |
| Test. 1 | 90 | 650 | 90 | 90 | 90 | 150 | 875 | 793.5 | 0 | 390 | 750 | 3968.5 | 5920 | 5920 | 1951.5 | 0.49 | 1.49 |
| Test. 2 | 90 | 650 | 90 | 90 | 90 | 150 | 875 | 0 | 0 | 390 | 750 | 3175.0 | 3980 | 3980 | 805.0 | 0.25 | 1.25 |

Leyenda:

LT : Limpieza del terreno.
 PT : Preparación del terreno
 CP : Control de plagas
 CE : Control enfermedades
 CM : Control de malezas
 Sem : Semilla
 S : Siembra
 Abo. org. : Abonamiento
 P : Pesticidas
 Cos : Cosecha

IB : Ingreso bruto
 U : Utilidad
 IR : Índice de rentabilidad
 B/C : Beneficio/Costo
 Costo Kg⁻¹ = 0.95
 B = A
 D = C x 0.95
 E = D - B
 F = E/B
 G = D

T₆ : Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK
 T₅ : Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK
 T₄ : Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK
 T₂ : Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK
 T₃ : Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK
 T₁ : Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK
 Testigo 1 : Sólo con NPK (Sintético)
 Testigo 2 : Sin abonamiento

V. CONCLUSIONES

1. El rendimiento de arroz en cáscara ($t\ ha^{-1}$) fue significativamente superior por efecto del abono orgánico ceniza de cascarilla de arroz más NPK en comparación al rendimiento de arroz en cáscara por efecto del abono orgánico bocashi más NPK; el rendimiento promedio de la variedad “La Conquista” INIA 507 por efecto del abono ceniza de arroz y bocashi fue 8.69 y 6.81 $t\ ha^{-1}$ respectivamente; los mejores rendimientos fueron de los tratamientos T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz ($25\ t\ ha^{-1}$) + NPK) y T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz ($20\ t\ ha^{-1}$) + NPK), alcanzando 9.43 y 9.10 $t\ ha^{-1}$, bajo condiciones del distrito de Aucayacu.
2. Los tratamientos T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz ($25\ t\ ha^{-1}$) + NPK) y T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz ($20\ t\ ha^{-1}$) + NPK), estadísticamente obtuvieron plantas de arroz de la variedad “La conquista” INIA 507, con mejor altura, mayor número de macollos, mayor número panojas por metro cuadrado, mayor número de espigas fértiles y mayor peso de 1000 granos de arroz.
3. El nivel de abonamiento $25\ t\ ha^{-1}$ y $20\ t\ ha^{-1}$ tuvo un efecto significativo en el abono orgánico ceniza de cascarilla de arroz al alcanzar un mejor rendimiento de arroz en cáscara que el abono bocashi; el nivel de abonamiento $25\ t\ ha^{-1}$ obtuvo un efecto significativamente superior a los demás niveles de abonamiento del ceniza de cascarilla de arroz.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los arroceros del distrito José Crespo y Castillo “Aucayacu”, emplear la ceniza de cascarilla de arroz como una alternativa de abonamiento complementada con una adecuada dosis de fertilizante con NPK en la producción de arroz variedad “La Conquista” INIA 507.
2. Evaluar el efecto de los abonos orgánicos ceniza de cascarilla de arroz y bocashi sin NPK en la producción de arroz para determinar la mejor fuente de abono, sin la mezcla de un fertilizante inorgánico.
3. Realizar un análisis químico completo de los elementos del abono ceniza de cascarilla de arroz, para determinar el porcentaje o cantidad de silicio presente en ella, y determinar su efecto en la producción de arroz.

VII. RESUMEN

Del mes de enero a abril del 2015, se llevó a cabo el presente trabajo de investigación titulado “Efecto del abonado orgánico en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad “La Conquista” INIA 507 en un sistema bajo riego en Aucayacu”; el cual se realizó en el Centro Poblado Menor Pueblo Nuevo a 25.0 km de la ciudad de Aucayacu, distrito José Crespo Castillo, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, a una altitud promedio de 613 msnm. Para ello se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DCBA), con seis tratamientos más dos testigos adicionales y con cuatro bloques; los tratamientos fueron T₁ (Bocashi (15 t ha⁻¹) + NPK), T₂ (Bocashi (20 t ha⁻¹) + NPK), T₃ (Bocashi (25 t ha⁻¹) + NPK), T₄ (Ceniza de cascarilla de arroz (15 t ha⁻¹) + NPK), T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK), T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK), T₇ (NPK (Sintético)) y T₈ (Sin abonamiento). En la evaluación del experimento el mejor abono orgánico que tuvo un efecto significativo respecto al rendimiento de arroz en cáscara (T ha⁻¹) y características biométricas del arroz variedad “La Conquista” INIA 507, fue la ceniza de cascarilla de arroz, la mejor dosis de abonamiento con mejores rendimientos fue 25 t ha⁻¹; los mejores rendimientos fueron de los tratamientos T₆ (Ceniza de cascarilla de arroz (25 t ha⁻¹) + NPK) y T₅ (Ceniza de cascarilla de arroz (20 t ha⁻¹) + NPK), alcanzando 9.43 y 9.10 t ha⁻¹.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ABRIL, D.; NAVARRO, E.; ABRIL, A. 2009. La paja de arroz. Consecuencias de su manejo y Alternativas de aprovechamiento. Agron. 17(2): 69 - 79.
2. AGRIPAC. 1992. Manual Agrícola. AGRIPAC S.A. Segunda edición. Ecuador. Pp. 208 - 213.
3. ALVA, C. 2000. Manejo integrado del cultivo de arroz. Editorial CODESE – L. Chiclayo, Perú. 358 p.
4. ÁLVAREZ, J. 2005. Respuesta del arroz 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, Colombia. 73 p
5. 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.
6. ANDRADE, L; ÁLVAREZ, A. 2002. Evaluación de cinco dosis de aplicación de ceniza de cascarilla de arroz como fuente de silicio y complemento a la fertilización con fósforo y potasio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad f-50. Ecuador. Pp. 30 - 35.

7. BARBOSA, M. 1987. Nutricao e adubacao do arroz (Sequeiro e irrigado).
Asociacao e Adubacao do Pesquisa de potassa e do fosfato.
Piracicaba, Brasil. Boletín técnico N° 9. 120 p.
8. BERTSCH, F. 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. Asociación
Costarricense de la ciencia del suelo. San José, Costa Rica. 307 p.
9. 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 Ing. Agr. Facultad de
Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
120 p.
10. CALZADA, J. 1982. Métodos Estadísticos. 3ra. Ed. Lima. 640 p.
11. 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.
12. 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. Colombia. 20 p

13. CASTILLA, A. 2002. Manejo sostenible del suelo para la producción de arroz. En: FEDEARROZ. Manejo integrado del cultivo de arroz en Colombia, Ibagué. Pp. 35 - 78.
14. CHUR, G. 2010. Evaluación del uso de la cascarilla de arroz como agregado orgánico en morteros de mampostería. Tesis para optar el título de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 9 p.
15. CIAT. 1983. Recuento de las principales actividades en el cultivo de arroz. Cali, Colombia. 122 p.
16. CUSTODIO, J. 1980. Estudio de rendimiento de catorce líneas y dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo el sistema de secano en Tulumayo. Tesis para optar título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 77 p.
17. DÍAZ, A. 1989. Nivelación de lotes para la producción de arroz de riego. Guía de estudio, CIAT. Cali, Colombia. 12 p.
18. 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). Honduras. 18 p.
19. DE DATTA, S. 1986. Producción de arroz, fundamentos y prácticas. Limusa, México. 690 p.

20. EL POTRERO, 2014. Boletín informativo N° 6 del programa de semillas – Jaén. Pp. 2 - 5.
21. FASANANDO, G. 1999. Ensayo comparativo de siete cultivares 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. 78 p.
22. 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. Agr. Universidad de El Salvador. El Salvador. Pp. 16 - 17 p.
23. GONZÁLEZ, H. 1992. Efecto de N y S en producción y calidad de arroz (*Oryza sativa* L.). Trabajo de grado de Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 52 p.
24. GROS, A. 1971. Abonos, guía práctica de fertilización. Mundi prensa. Madrid, España. 526 p.
25. GUARDADO, E. 2012. Gallinaza y bocashi: ventajas de su aplicación. San Salvador, SV. Aves. El Salvador. 2 p.
26. GUZMÁN, D. 2006. Manejo agronómico del cultivo de arroz sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; Cañas, Guanacaste, Costa Rica. Práctica para optar al grado de Bachillerato en Ing. en

Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica: Sede Regional San Carlos. Costa Rica. Pp. 20 - 25.

27. INTA. 2009. Cultivo de arroz: Guía tecnológica para la producción de arroz (*Oryza sativa* L.). Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Guía tecnológica N° 1. Managua, Nicaragua. 22 p.
28. INTA. 2012. Guía tecnológica del cultivo de arroz. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Edición N° 5. Managua, Nicaragua. Pp. 5 - 10.
29. JUEP, V. 1995. Ensayo uniforme de rendimiento de 10 líneas y variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en sistema de trasplante bajo riego en Nueva Cajamarca – Rioja. Tesis para optar título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 86 p.
30. 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.
31. MANSILLA, L. 2013. Niveles críticos para la interpretación del análisis de suelos. Curso de interpretación de análisis físico-químico en los cultivos de café y cacao. Boletín N°1. Tingo María, Perú. Pp. 1 – 4.

32. MEJÍA, F. 1984. Tres niveles de material orgánica y cuatro dosis de NPK en la producción de arroz variedad "Inti" en Tingo María. Tesis para optar título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp. 52 - 55.
33. MENGEL, K; KIRKBY, E. A. 1987. Principles of plant nutrition. 4. ed. Bern: International Potash Institute. 687 p.
34. MINAG. 2012. El arroz: Principales aspectos de la cadena agroproductiva. Ministerio de Agricultura (MINAG); Dirección General de Competitividad Agraria. Lima, Perú. Pp. 27 - 29.
35. MOQUETE, C. 2010. Guía técnica: El cultivo de arroz. Editorial Centenario S.A. Santo Domingo, República Dominicana. Pp. 27 - 35.
36. 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.
37. PÉREZ, J.; ACEVEDO, W.; QUINTANILLA, A. 1985. Relación entre el rendimiento, sus componentes y caracteres morfológicos en arroz, en Nicaragua. La Habana, Cuba. Arroz 8 (1): 32 p.

38. PRONATTA. 2002. Guía técnica sobre el sistema de trasplante manual de arroz. Programa Nacional de transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA). Boletín N° 16. Tolima, México. Pp. 12 - 13.
39. QUISPE, F. 1987. Efecto residual de siete fuentes de materia orgánica en el cultivo de arroz variedad "San Martín 86", en condiciones de secano. Tesis para optar título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 79 p.
40. QUINTANILLA, F.; YANES, C.; MONGE, C. 2013. Incidencia del bocashi, gallinaza y su combinación con fertilizantes químicos en la mejora de la fertilidad del suelo y en los rendimientos de maíz (*Zea mays* L.). Tesis para optar título de Ing. Agr. Universidad de El Salvador. San Juan Opico, La Libertad. El Salvador. 11 p.
41. RACHUMI, A. 1981. Consumo de agua en el cultivo de arroz informe especial del Perú E.E. "Vista Florida", Lambayeque, Perú. 30 p.
42. RAMÍREZ, R.; 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. Pp. 10 - 11.

43. SALAZAR, E. 1973. Herbicidas en arroz. Seminario Intensivo sobre el cultivo de arroz. Guayaquil, Ecuador. 5 p.
44. SOMARRIBA, C. 1998. Texto de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de producción vegetal. Managua, Nicaragua. 197 p.
45. SOTO, S. 1991. Estudio de observación de veinte variedades de USA y siete líneas promisorias nacionales en comparación con dos testigos comerciales de arroz. Managua, Nicaragua. 109 p.
46. TINARELLI, A. 1989. El arroz. Versión española de R.M. Carreres O. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 575 p.
47. VARGAS, P. 1993. Herbicidas y Medio Ambiente, Revista ASIAVA. Comalfi – Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. Pp. 7 - 8.
48. VÁSQUEZ, W. 2010. Efecto residual de enmiendas orgánicas e inorgánicas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), variedad “Capirona” en un suelo degradado. Tesis para optar título de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp. 37 - 61.
49. VERGARA, R. 1983. Influencia de factores climáticos en el cultivo de arroz en el Perú. Chiclayo, Perú. Informativo Arrocerero. 2 (6): 8 - 16.

IX. ANEXO

Cuadro 22. Análisis físico - químico del campo experimental.

| Elementos | Con ceniza | Con bocashi |
|--|-------------------|--------------------|
| Análisis físico | | |
| Arena (%) | 37.68 | 39.04 |
| Limo (%) | 29.04 | 28.94 |
| Arcilla (%) | 33.28 | 32.02 |
| Clase textural | Franco Arcilloso | Franco Arcilloso |
| Análisis químico | | |
| pH (1:1) en agua | 4.63 | 4.58 |
| M.O. (%) | 3.88 | 3.56 |
| N -Total (%) | 0.19 | 0.18 |
| Fósforo disponible (ppm) | 8.15 | 7.30 |
| K disponible(ppm) | 60.87 | 54.58 |
| Ca cambiable(cmol ⁽⁺⁾ . kg ha ⁻¹) | 5.25 | 5.54 |
| Mg cambiable(cmol ⁽⁺⁾ . kg ha ⁻¹) | 0.81 | 0.79 |
| K cambiable(cmol ⁽⁺⁾ . kg ha ⁻¹) | ----- | ----- |
| Na cambiable(cmol ⁽⁺⁾ . kg ha ⁻¹) | ----- | ----- |
| Al cambiable(cmol ⁽⁺⁾ . kg ha ⁻¹) | 0.56 | 0.59 |
| H cambiable(cmol ⁽⁺⁾ . kg ha ⁻¹) | 0.33 | 0.41 |
| Bases cambiables (%) | 86.02 | 85.15 |
| Acidez cambiable (%) | 13.98 | 14.85 |
| Saturación de aluminio (%) | 9.31 | 9.33 |
| C.I.C e. (cmol ⁽⁺⁾ . kg ha ⁻¹) | 7.04 | 7.43 |

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

Cuadro 23. Calificativo de la clase textural del suelo.

| Clase textural | Calificativo |
|-------------------------------|------------------------------|
| Arena, arena franca | Textura gruesa |
| Franco arenoso | Textura moderadamente gruesa |
| Franco, franco limoso, limoso | Textura media |
| Franco arcilloso a arcilloso | Textura fina |

Fuente: MANSILLA (2013).

Cuadro 24. Calificativo y efectos del grado de pH.

| pH | Calificativo | Efectos |
|-----------|--------------------------|---|
| < 3.5 | Ultra ácido | Baja disponibilidad de P, Ca, Mg por exceso de Al, Mn y Fe. |
| 3.6 - 4.4 | Extremadamente ácido | |
| 4.5 - 5.0 | Muy fuertemente ácido | |
| 5.1 - 5.5 | Fuertemente ácido | |
| 5.6 - 6.0 | Moderadamente ácido | ----- |
| 6.1 - 6.5 | Ligeramente ácido | ----- |
| 6.6 - 7.3 | Neutro | Alta disponibilidad de nutrientes. |
| 7.4 - 7.8 | Ligeramente alcalino | Exceso de sales. |
| 7.9 - 8.4 | Moderadamente alcalino | ----- |
| 8.5 - 9.0 | Fuertemente alcalino | Exceso de sodio. |
| > 9.0 | Muy fuertemente alcalino | ----- |

Fuente: MANSILLA (2013).

Cuadro 25. Contenido en el suelo de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio disponible.

| Nivel crítico | Cantidad en el suelo | | | |
|---------------|----------------------|-----------|---------|---|
| | M.O (%) | N (%) | P (ppm) | K disp. (Kg K ₂ O ha ⁻¹) |
| Bajo | < 2 | < 0.1 | < 7 | < 300 |
| Medio | 2 – 4 | 0.1 – 0.2 | 7 – 14 | 300 – 600 |
| Alto | > 4 | > 0.2 | > 14 | > 600 |

Fuente: MANSILLA (2013).

Cuadro 26. Altura de planta de arroz variedad “La Conquista” INIA 507.

| Trat/Bloq | I | II | III | IV |
|----------------|-------|--------|-------|-------|
| T ₁ | 87.00 | 85.60 | 87.40 | 88.00 |
| T ₂ | 96.00 | 95.00 | 95.10 | 96.00 |
| T ₃ | 90.00 | 92.00 | 90.00 | 92.40 |
| T ₄ | 89.60 | 90.00 | 79.16 | 91.00 |
| T ₅ | 94.10 | 100.00 | 95.00 | 95.00 |
| T ₆ | 98.00 | 95.30 | 96.00 | 97.90 |
| Testigo 1 | 82.00 | 84.00 | 85.40 | 85.00 |
| Testigo 2 | 74.00 | 79.30 | 72.00 | 75.00 |

Cuadro 27. Número de macollos por m² de arroz variedad “La Conquista”

INIA 507.

| Trat/Bloq | I | II | III | IV |
|------------------|----------|-----------|------------|-----------|
| T ₁ | 19.80 | 25.90 | 19.20 | 23.20 |
| T ₂ | 20.20 | 27.70 | 18.10 | 19.30 |
| T ₃ | 32.40 | 35.60 | 37.30 | 33.90 |
| T ₄ | 25.46 | 20.40 | 24.60 | 25.60 |
| T ₅ | 35.20 | 38.10 | 34.80 | 35.80 |
| T ₆ | 38.50 | 41.20 | 40.80 | 39.20 |
| Testigo 1 | 17.40 | 22.30 | 18.20 | 18.00 |
| Testigo 2 | 12.50 | 14.20 | 11.20 | 11.80 |

Cuadro 28. Número de panojas por m² de arroz variedad “La Conquista”

INIA 507.

| Trat/Bloq | I | II | III | IV |
|------------------|----------|-----------|------------|-----------|
| T ₁ | 228.00 | 230.00 | 245.00 | 227.00 |
| T ₂ | 234.00 | 240.00 | 292.00 | 360.00 |
| T ₃ | 277.00 | 275.00 | 256.00 | 260.00 |
| T ₄ | 282.00 | 353.00 | 220.00 | 232.00 |
| T ₅ | 260.00 | 315.00 | 268.00 | 303.00 |
| T ₆ | 409.00 | 380.00 | 390.00 | 365.00 |
| Testigo 1 | 220.00 | 221.00 | 225.00 | 230.00 |
| Testigo 2 | 196.00 | 201.00 | 137.00 | 190.00 |

Cuadro 29. Número de espigas fértiles de arroz variedad “La Conquista”

INIA 507.

| Trat/Bloq | I | II | III | IV |
|------------------|----------|-----------|------------|-----------|
| T ₁ | 106.00 | 99.40 | 106.40 | 108.00 |
| T ₂ | 112.00 | 102.80 | 106.60 | 108.80 |
| T ₃ | 124.20 | 118.00 | 124.60 | 113.80 |
| T ₄ | 109.80 | 110.20 | 110.60 | 108.00 |
| T ₅ | 131.40 | 126.80 | 122.00 | 119.80 |
| T ₆ | 146.00 | 139.20 | 128.80 | 137.00 |
| Testigo 1 | 100.40 | 103.20 | 100.10 | 98.90 |
| Testigo 2 | 82.60 | 87.00 | 101.00 | 101.20 |

Cuadro 30. Número de espigas infértiles de arroz variedad “La Conquista”

INIA 507.

| Trat/Bloq | I | II | III | IV |
|------------------|----------|-----------|------------|-----------|
| T ₁ | 10.00 | 8.00 | 9.00 | 10.00 |
| T ₂ | 14.00 | 10.00 | 10.00 | 9.00 |
| T ₃ | 11.00 | 10.00 | 16.00 | 11.00 |
| T ₄ | 18.00 | 8.00 | 12.00 | 8.00 |
| T ₅ | 12.00 | 13.00 | 9.00 | 14.00 |
| T ₆ | 10.00 | 13.00 | 13.00 | 14.00 |
| Testigo 1 | 10.00 | 9.00 | 8.00 | 8.00 |
| Testigo 2 | 7.00 | 9.00 | 7.00 | 9.00 |

Cuadro 31. Peso de 1000 semillas (g) de arroz variedad “La Conquista”

INIA 507.

| Trat/Bloq | I | II | III | IV |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| T ₁ | 29.00 | 27.00 | 28.00 | 28.00 |
| T ₂ | 28.00 | 28.00 | 29.00 | 28.00 |
| T ₃ | 30.00 | 29.00 | 32.00 | 28.00 |
| T ₄ | 28.00 | 28.00 | 30.00 | 29.00 |
| T ₅ | 31.00 | 29.00 | 29.00 | 29.00 |
| T ₆ | 29.00 | 30.00 | 30.00 | 29.00 |
| Testigo 1 | 27.00 | 28.00 | 27.00 | 28.00 |
| Testigo 2 | 26.00 | 26.00 | 25.00 | 26.00 |

Cuadro 32. Rendimiento de arroz (t ha⁻¹) de arroz variedad “La Conquista”

INIA 507.

| Trat/Bloq | I | II | III | IV |
|----------------|-------|-------|------|-------|
| T ₁ | 6.58 | 6.35 | 7.64 | 6.28 |
| T ₂ | 6.08 | 7.97 | 6.01 | 7.71 |
| T ₃ | 6.07 | 7.59 | 6.15 | 7.32 |
| T ₄ | 7.01 | 6.20 | 8.65 | 8.30 |
| T ₅ | 8.31 | 9.84 | 9.35 | 8.89 |
| T ₆ | 10.20 | 10.06 | 7.46 | 10.00 |
| Testigo 1 | 4.58 | 5.76 | 6.80 | 6.53 |
| Testigo 2 | 4.77 | 3.23 | 3.28 | 4.63 |

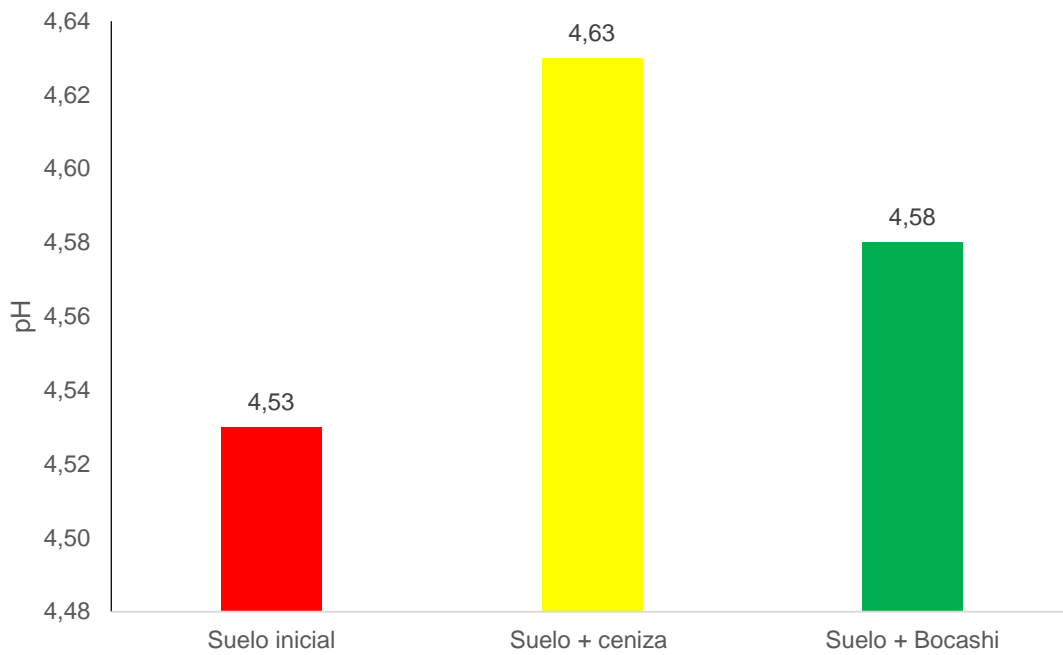


Figura 7. pH del suelo inicial, con ceniza de cascarilla de arroz y con bocashi.

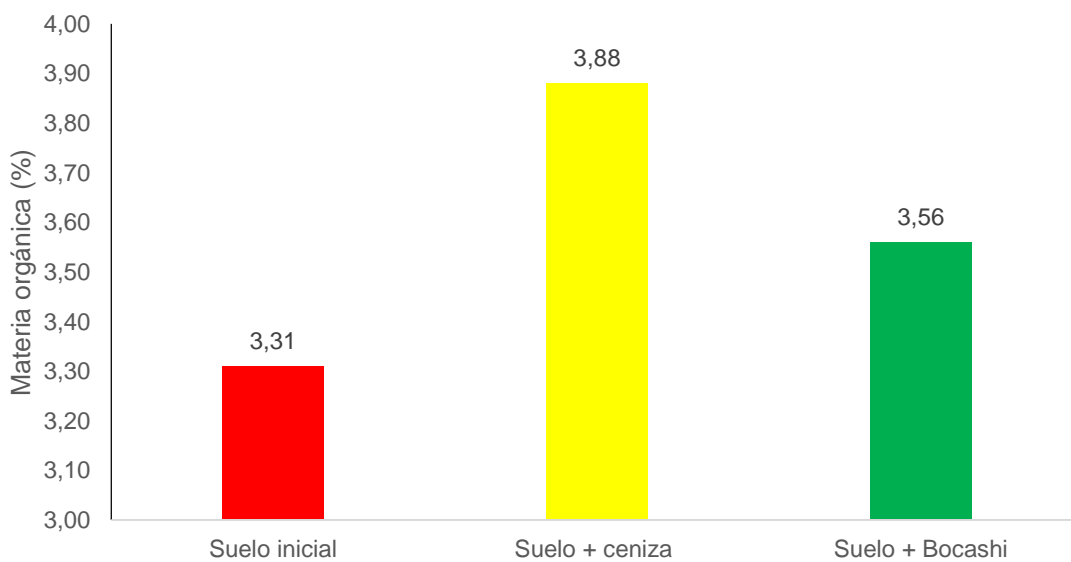


Figura 8. Materia orgánica del suelo inicial, con ceniza de cascarilla de arroz y con bocashi.

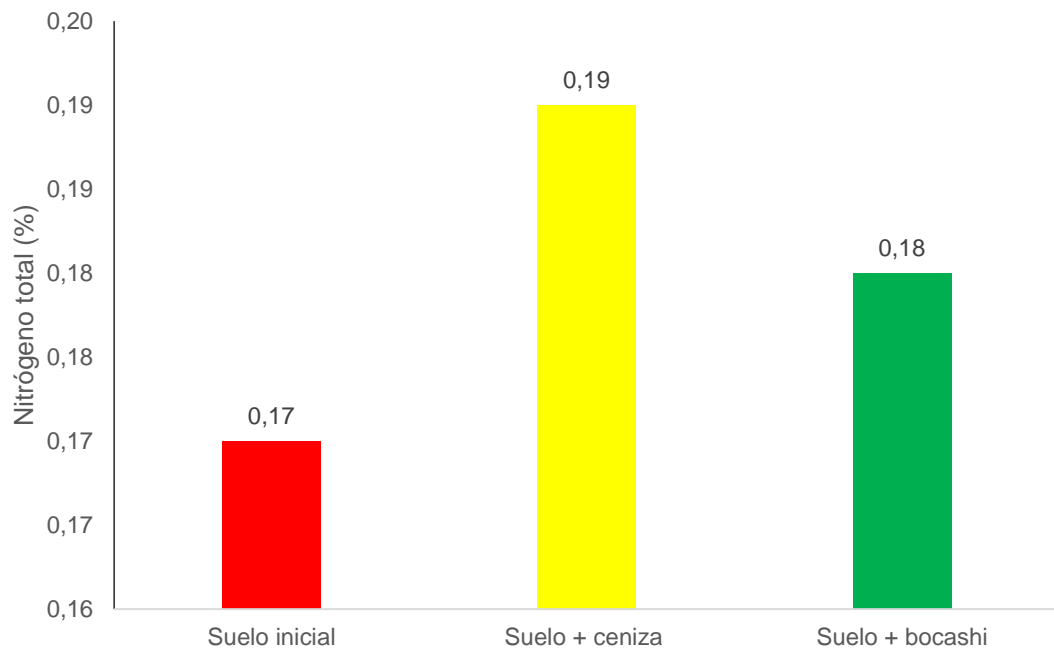


Figura 9. Nitrógeno total del suelo inicial, con ceniza de cascarilla de arroz y con bocashi.

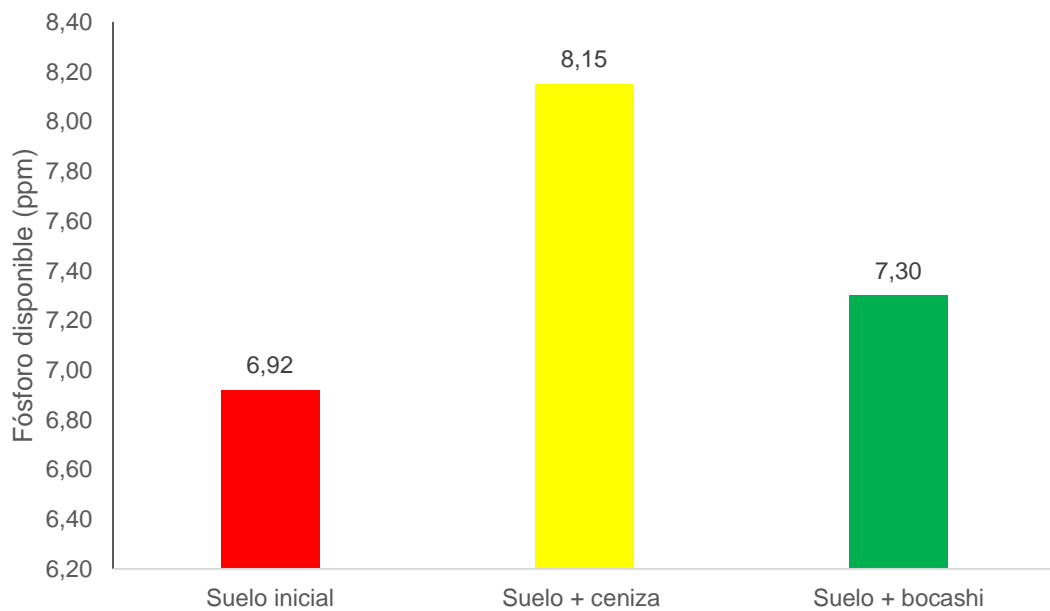


Figura 10. Fósforo disponible del suelo inicial, con ceniza de cascarilla de arroz y con bocashi.

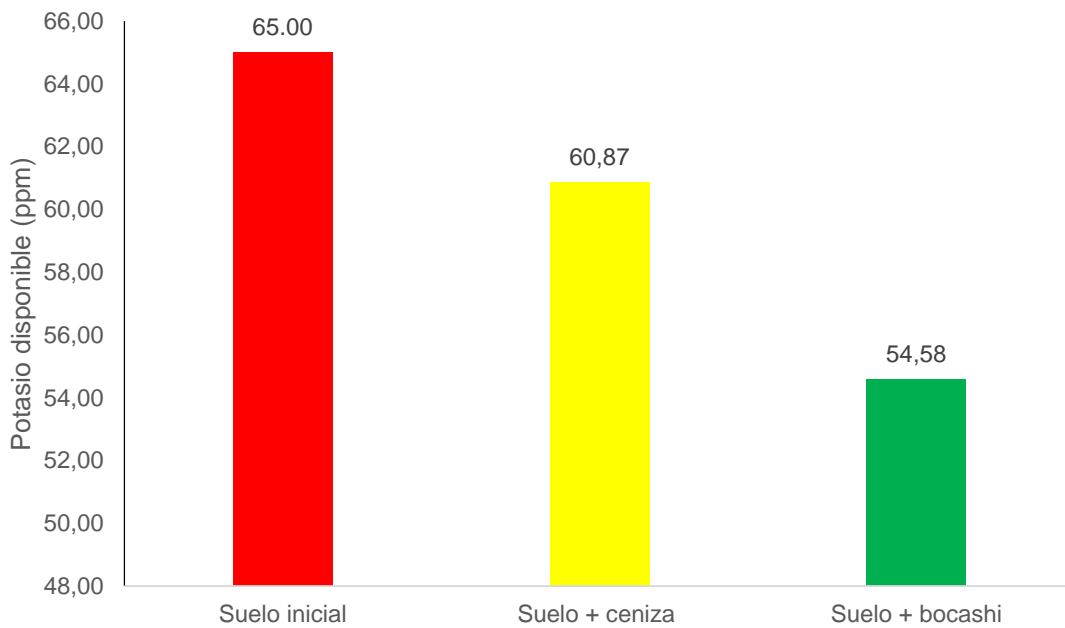


Figura 11. Potasio disponible del suelo inicial, con ceniza de cascarilla de arroz y con bocashi.

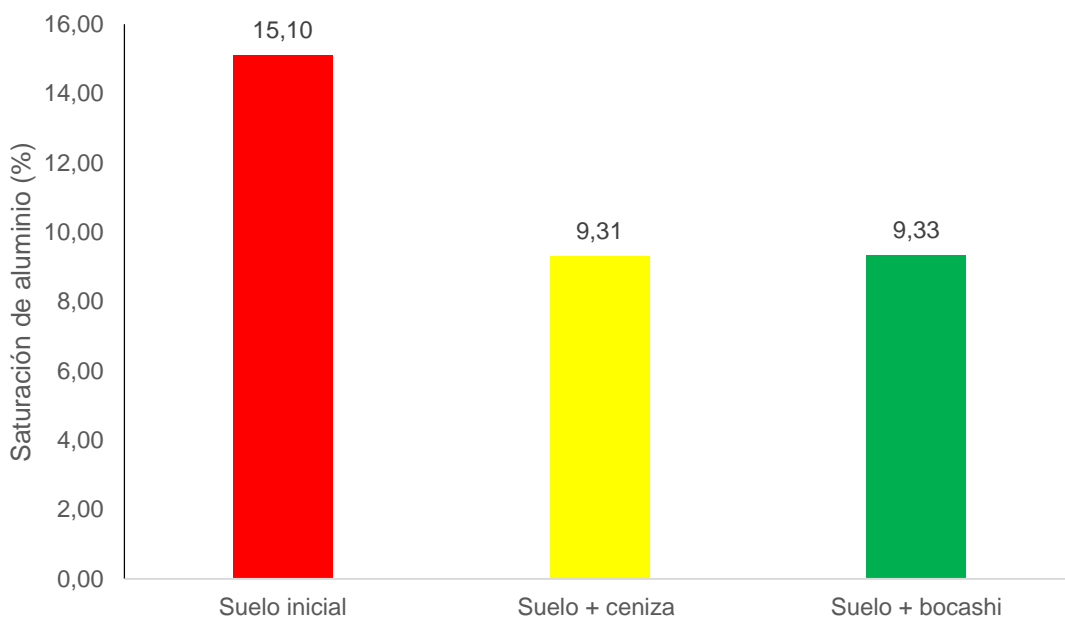


Figura 12. Saturación de aluminio del suelo inicial, con ceniza de cascarilla de arroz y con bocashi.



Figura 13. Alineación del terreno del campo experimental.



Figura 14. Trasplante de las plántulas de arroz al terreno definitivo.



Figura 15. El arroz en etapa de crecimiento del boque III.



Figura 16. Las plantas de arroz en etapa de llenado de grano.



Figura 17. Cosecha de toda la parcela experimental.



Figura 18. Cosecha de arroz del tratamiento T₁.

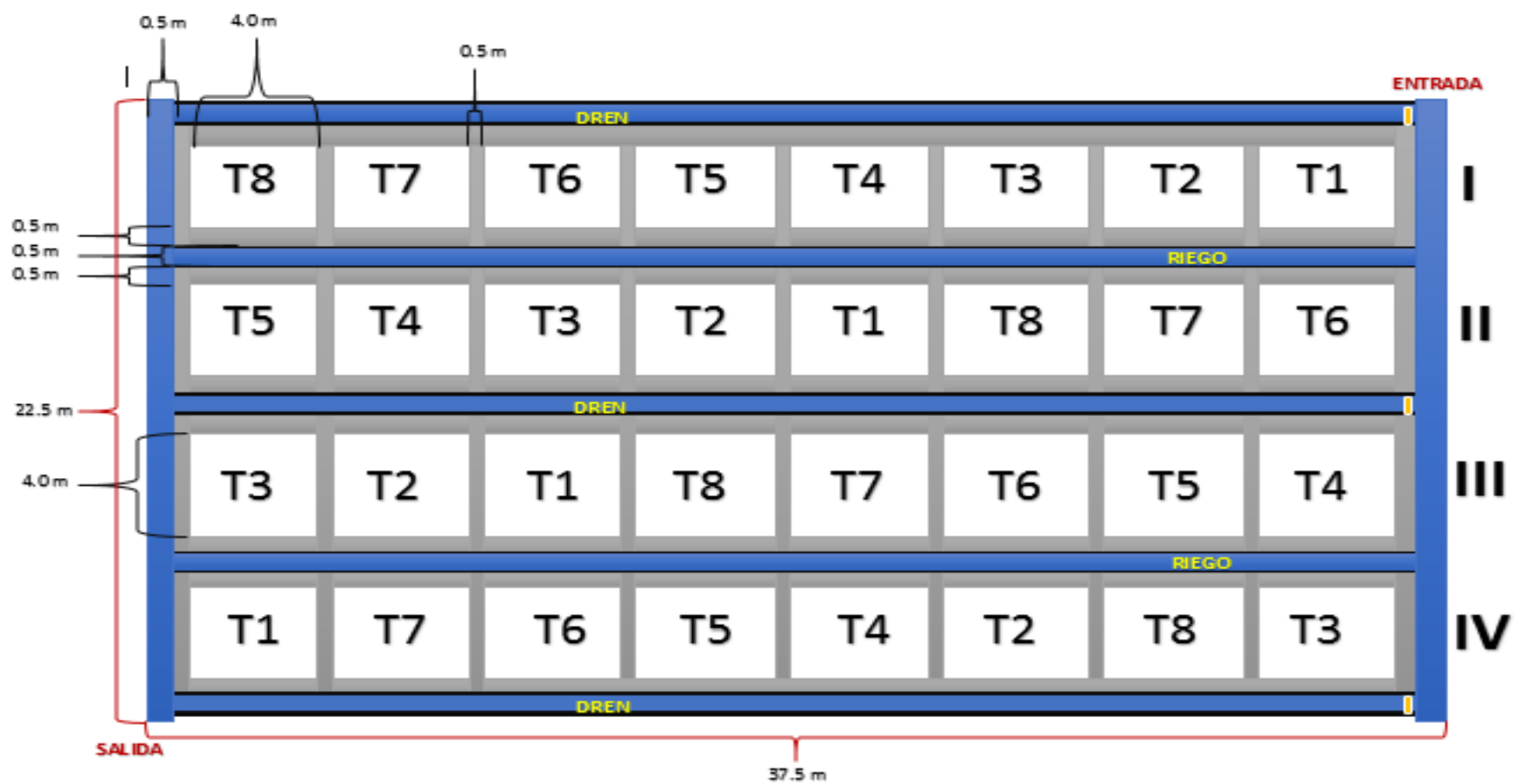


Figura 19. Croquis del campo experimental.