

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**“EFECTO DEL ABONADO ORGÁNICO EN EL  
RENDIMIENTO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN SISTEMA  
DE SECANO FAVORECIDO EN TINGO MARÍA”**

**TESIS**

Para optar al título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EDDY ANTHONY GABRIEL VERA**

**TINGO MARÍA – PERÚ**

**2014**



**T**

**AGR**

**Gabriel Vera, Eddy Anthony**

Efecto del abonado orgánico en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en sistema de secano favorecido en Tingo María, Tingo María 2014.

89 páginas; 43 cuadros; 14 figuras.; 34 ref.; 30 cm.

**A** Tesis (Ingeniero Agrónomo) / Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

1- BIOL 2- BOCASHI 3- ARROZ 4- RENDIMIENTO  
5- FERTILIZACIÓN QUÍMICA 6- SECANO FAVORECIDO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



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

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
Nº 014/2012-FA-UNAS

BACHILLER : **GABRIEL VERA EDDY ANTHONY**

TÍTULO : "EFECTO DEL ABONADO ORGANICO EN EL RENDIMIENTO DE ARROZ  
(*Oryza sativa* L.), EN SECANO FAVORECIDO, EN TINGO MARIA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : ING. M. Sc. HUGO ALFREDO HUAMANÍ YUPANQUI  
VOCAL : ING. LUIS GERMÁN MANSILLA MINAYA  
ING. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS  
ASESOR : ING. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 20 DE DICIEMBRE DEL 2012

HORA DE SUSTENTACIÓN : 2:00 P.M.

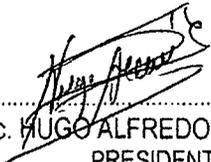
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARIA, 21 DE DICIEMBRE DEL 2012.

  
.....  
Ing. M. Sc. HUGO ALFREDO HUAMANÍ YUPANQUI  
PRESIDENTE

  
.....  
Ing. LUIS GERMÁN MANSILLA MINAYA  
VOCAL

  
.....  
Ing. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS  
VOCAL



  
.....  
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS  
ASESOR

Copia: ☐-FA.

## DEDICATORIA

A Dios, porque siempre está conmigo, en momentos felices y de dificultades.

A mis padres Samuel y Emma.

A mis hermanos Teddy Dante, Reiner Jhonathan y a mis amores Diana Del Pilar y Keller Dayanna, por todo el apoyo que me dieron en las diferentes etapas de mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a los profesores de la Facultad de Agronomía que contribuyeron a mi formación profesional.
- A mi padre Samuel Gabriel Sánchez, un especialista en el cultivo de arroz, por sus valiosos conocimientos y experiencias en este cultivo, aportando datos acertados en el trabajo realizado para mi superación profesional y personal.
- A los miembros del jurado de tesis, Ing°. M. Sc .Hugo Huamaní Yupanqui, Ing°. Jaime Chávez Matías y al Ing°. Luis Mansilla Minaya, por su valiosa colaboración y supervisión de la tesis.
- Al Ing°. Carlos Miranda Armas por su valiosa orientación como asesor y al Ing°. M. Sc. David Guarda Sotelo por sus acertados consejos y apoyo incondicional.
- Al Ing°. Pedro Huerto Guzmán encargado del Fundo Agrícola N° 1 de la UNAS por su apoyo en la ejecución y culminación del presente trabajo.
- A los bachilleres, Marcos Jheyson Baca Medina, Antonio Baldeón Valles, Ernesto Pezo Murrieta, Aláin Fonseca Adrianzén, Edberth Villar Gonzales, Álvaro Cárdenas Morales, Freddy Liñán Solís y Enzo Solsol Ramírez quienes me brindaron su apoyo en la realización del presente trabajo de tesis.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. Generalidades del cultivo de arroz .....	14
2.1.1. Origen.....	14
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	14
2.1.3. Características de la variedad IDAL 186 Fortaleza "Línea"....	15
2.2. Requerimientos edafoclimáticos.....	16
2.2.1. Clima .....	16
2.2.2. Temperatura.....	16
2.2.3. Suelo .....	17
2.3. Requerimiento de nutrientes, rendimiento y costo de producción....	18
2.4. Parámetros para estimar el rendimiento del arroz.....	21
2.5. Sistemas de producción.....	24
2.5.1. Arroz bajo riego.....	24
2.5.2. Arroz de secano favorecido.....	24
2.5.3. Arroz de secano tradicional.....	24
2.6. Abonos orgánicos .....	25
2.6.1. Transformación o humificación de la materia orgánica.....	26
2.6.2. Mineralización del nitrógeno orgánico .....	27
2.6.3 La materia orgánica en condiciones de inundación.....	29
2.7. Bocashi EM.....	31
2.8. Biol.....	32

III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
	3.1. Ubicación del campo experimental .....	36
	3.2. Datos meteorológicos.....	36
	3.3. Muestreo del suelo .....	37
	3.4. Componentes y tratamientos en estudio .....	39
	3.4.1. Componentes en estudio.....	39
	3.4.2. Análisis fisicoquímico de los materiales orgánicos .....	39
	3.4.3. Tratamientos en estudio .....	42
	3.5. Diseño experimental.....	42
	3.5.1. Modelo aditivo lineal .....	42
	3.5.2. Análisis de varianza.....	44
	3.6. Dimensiones del campo experimental.....	44
	3.7. Ejecución del experimento.....	45
	3.7.1. Almácigo.....	45
	3.7.2. Campo definitivo .....	46
	3.8. Observaciones a registrar .....	49
	3.8.1. Número de macollos, número de panojas, número de granos por panoja, numero de granos llenos por panoja.....	49
	3.8.2. Altura de planta, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano .....	49
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	51
	4.1 Número de macollos/m <sup>2</sup> , número de panojas/m <sup>2</sup> , número de granos por panoja, número de granos llenos por panoja.....	51

4.2. Altura de planta, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano ....	64
4.3. Análisis económico.....	78
V. CONCLUSIONES.....	81
VI. RECOMENDACIONES .....	82
VII. RESUMEN.....	83
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	85
IX. ANEXO .....	90

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
1. Características de la variedad IDAL 186 Fortaleza 'Línea' .....	15
2. Extracción de nutrientes por el cultivo de arroz .....	20
3. Composición química del biol proveniente del estiércol (BE) y del estiércol + alfalfa (BEA).....	34
4. Datos climatológicos en el periodo julio-diciembre del 2011.....	37
5. Análisis fisicoquímico del suelo del área experimental.....	38
6. Análisis fisicoquímico del bocashi.....	40
7. Análisis fisicoquímico del biol.....	41
8. Descripción de los tratamientos en estudio .....	42
9. Análisis de varianza del diseño experimental utilizado.....	44
10. Cantidad de fertilizantes químicos por parcela y momentos de aplicación.....	47
11. Calendario de actividades realizadas durante la ejecución del experimento.....	47
12. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) del número de macollos y panojas, número de granos por panoja y número de granos llenos por panoja de los tratamientos en estudio.....	52
13. Prueba de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) de los efectos simples del número de macollos y panojas, número de granos por panoja y número de granos llenos por panoja .....	53

14. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) del efecto de los niveles de bocashi y biol en el número de macollos .....	55
15. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) del efecto de los niveles de bocashi y biol en el número de panojas.....	57
16. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste Fertilización química vs. Factorial en el número de panojas.....	59
17. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste Fertilización química vs. Factorial en el número de granos/panoja.....	62
18. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) de altura de planta, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano. ....	66
19. Prueba de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) de los efectos simples de altura de planta, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano .....	67
20. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste Fertilización química vs. Factorial en la altura de planta .....	69
21. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste Fertilización química vs. Factorial en el peso de 1000 semillas.....	73
22. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) del efecto del bocashi y biol en el rendimiento de grano .....	74
23. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste Fertilización química vs. Factorial en el rendimiento de grano.....	77
24. Cuadro comparativo de costos, valor de producción, rentabilidad y la relación beneficio/costo.....	79
25. Presupuesto para la producción de arroz orgánico y convencional .....	91

26. Análisis de varianza de altura de planta, peso de 1000 semillas, rendimiento de grano y calidad molinera .....	94
27. Análisis de varianza de los efectos simples del número de macollos, panojas, granos/panoja y granos llenos/panoja.....	95
28. Análisis de varianza del número de macollos y panojas, número de granos/panoja y número de granos llenos/panoja .....	96
29. Análisis de varianza de los efectos simples de la altura de planta, peso de 1000 semillas, rendimiento de grano y calidad molinera.....	97
30. Prueba de Tuckey del número de granos vanos/panoja de los tratamientos en estudio .....	98
31. Prueba de Tuckey de la longitud de panojas de los tratamientos.....	98
32. Prueba de Tuckey de los días al panojamiento, días a la floración y días a la cosecha de los tratamientos en estudio.....	99
33. Datos originales del número de macollos/m <sup>2</sup> de los tratamientos en estudio.....	99
34. Datos originales del número de panojas /m <sup>2</sup> de los tratamientos en estudio.....	100
35. Datos originales de la altura de planta de los tratamientos en estudio .....	100
36. Datos originales de los días al panojamiento de los tratamientos en estudio.....	100
37. Datos originales del número de días a la floración de los tratamientos en estudio.....	101
38. Datos originales de la longitud de panojas de los tratamientos en estudio	101

39. Datos originales del rendimiento de grano por hectárea de los tratamientos en estudio.....	101
40. Datos originales del peso de 1000 semillas de los tratamientos en estudio .....	102
41. Datos originales del número de granos por panoja de los tratamientos en estudio.....	102
42. Datos originales del número de granos llenos por panoja de los tratamientos en estudio.....	102
43. Datos originales del número de granos vanos por panoja de los tratamientos en estudio.....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Influencia de la aplicación de bocashi biol en el número de macollos ...	54
2. Influencia de la aplicación de bocashi y biol en el número de panojas ...	58
3. Influencia de la aplicación de bocashi y biol en el número de granos/panoja.....	60
4. Influencia de la aplicación de bocashi y biol en el número de granos llenos/panoja .....	63
5. Influencia de la aplicación de bocashi y biol en la altura de planta.....	68
6. Influencia de la aplicación de bocashi y biol en el peso de 1000 semillas	70
7. Influencia de la aplicación de bocashi y biol en el rendimiento de grano .	76
8. Distribución de los tratamientos en el área experimental en el fundo de la Facultad de Agronomía - UNAS.....	91
9. Limpieza del área a sembrar.....	104
10. Aplicación de la primera dosis de bocashi.....	104
11. Trasplante del arroz.....	105
12. Aplicación del biol.....	105
13. Observación de panojas maduras a la cosecha .....	106
14. Cosecha y separación para el conteo de panojas .....	106

## I. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. La producción mundial en el año 2009 fue de 685 millones de toneladas, en una superficie total de 158,3 millones de hectáreas. En el Perú se registró una producción récord de 2'991,000 toneladas de arroz en 460,153 hectáreas distribuidas en la costa y selva peruana. La producción de arroz en cáscara genera alrededor de 28 millones de jornales desde la siembra hasta la cosecha aportando a la economía nacional con el 5,6% del valor bruto de la producción agropecuaria equivalente a 2,182 millones de soles (PEAM, 2008)

La aplicación de agroquímicos está causando daños severos al medio ambiente y la salud humana; con los conocimientos obtenidos acerca de la emergencia en que se encuentra la sanidad del planeta, se ha impulsado el consumo de productos orgánicos en el mundo.

Hoy en día la agricultura ha promovido que los agricultores se vuelvan capitalistas para poder producir, invirtiendo grandes cantidades de fertilizantes, insecticidas, fungicidas, etc., perjudiciales no sólo para su salud sino también para el medio ambiente. Con la incorporación de materiales orgánicos como bocashi y biol en la producción de arroz se pretende reducir costos de producción y utilizar o reciclar mejor nuestros recursos naturales, preservando el medio ambiente.

Como sabemos, la materia orgánica sufre cambios adversos en condiciones de inundación, como es el estancamiento del proceso de liberación de N en la etapa de amonificación, pérdida del nitrógeno por lixiviación, lavado, desnitrificación y volatización; otra forma de perderlo es cuando los microorganismos lo usan como dador de electrones en sus procesos de respiración, en la forma de nitrato que luego se fija al subsuelo (SÁNCHEZ, 1981). Por ello, el sistema de secano favorecido podría no afectar la descomposición del bocashi.

La demanda de productos orgánicos por parte de los países desarrollados ha impulsado una agricultura sin químicos en los países en vías de desarrollo por la cantidad de insumos orgánicos que presentan en sus fincas o disponibles para elaborar sus abonos orgánicos. Partiendo de esto se presentan los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

- Determinar el efecto de los abonos orgánicos en la producción de arroz.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de los niveles de biol en el rendimiento de arroz.
- Determinar el efecto de los niveles de bocashi en el rendimiento de arroz.
- Elaborar el análisis económico del rendimiento del arroz orgánico y contrastar con la producción de un arroz convencional.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del cultivo de arroz

#### 2.1.1. Origen

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) comenzó hace casi 10,000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez este cereal debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Como planta alimenticia se sabe que empezó a utilizarse probablemente en el año 3,000 a.c. (Angladette citado por GONZÁLES, 2010).

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica

El arroz es una gramínea autógama, que crece con mayor facilidad en los climas tropicales. Originalmente, el arroz era una planta cultivada en seco pero con las mutaciones se convirtió en semi-acuática. Aunque puede crecer en medios bastante diversos, crece más rápidamente y con mayor vigor en un medio caliente y húmedo. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

División	:	Embriophyta
Orden	:	Glumiflorales
Clase	:	Monocotiledoneae
Familia	:	Gramineae
Sub-familia	:	Poaideae
Género	:	<i>Oryza</i>
Especie	:	<i>Oryza sativa</i> L. (ANGLADETTE, 1975)

### 2.1.3. Características de la variedad IDAL 186 Fortaleza 'Línea'

En el Cuadro 1 se presentan las características de la variedad a utilizarse en el experimento, en el que se aprecia como información importante que la variedad en mención tiene un rendimiento potencial de 13 t ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 1.** Características de la variedad IDAL 186 Fortaleza 'Línea'.

<b>Características</b>	<b>Variedad IDAL 186 Fortaleza 'Línea'</b>
Periodo vegetativo	144 días
Altura de planta	90-120 cm.
Macollaje	Bueno
Resistencia al VHB	Intermedia
Resistencia al acame	Intermedia
Resistencia al desgrane	Intermedia
Rendimiento potencial	13 t ha <sup>-1</sup>
Peso de 1000 granos	28 g
Longitud de panícula	26 cm
Numero de granos por panoja	180-350 granos
<b>Grano en cáscara</b>	
Largo	10.28 mm
Ancho	2.6 mm
<b>Calidad molinera</b>	
Rendimiento molinero	74%
Grano entero	62%
Grano quebrado	8%
Apariencia de grano pilado	Traslúcido

**Fuente:** HACIENDA EL POTRERO SAC. (2010).

## **2.2. Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.2.1. Clima**

El arroz es un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los sub trópicos y en climas templados. El cultivo de arroz se extiende desde los 49 ó 50° de latitud norte hasta los 35° de latitud sur y desde el nivel del mar hasta los 2500 m de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (VERGARA, 1983).

### **2.2.2. Temperatura**

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35°C. Por lo encima de los 40°C no se produce la germinación; el crecimiento del tallo, hojas y raíces requiere un mínimo de 7°C, considerándose su óptimo en los 23°C. Con temperaturas superiores a esta, las plantas crecen más rápidamente pero los tejidos se hacen demasiados blandos, siendo más susceptibles a los ataques de plagas y enfermedades, causando considerables pérdidas en el rendimiento y calidad molinera. El espigado está influenciado por la temperatura y por la disminución de la duración de los días. El incremento en un grado adicional de temperatura sobre el promedio de temperatura mínima, muestra tener un efecto positivo en el rendimiento cuando se produce al comienzo del periodo de crecimiento. La temperatura máxima tiene un efecto semejante, con la diferencia que el

incremento adicional de un grado de temperatura sobre el promedio tiene un efecto positivo sobre el rendimiento sólo al comienzo y al final del periodo de crecimiento, y efecto negativo variado durante el resto de dicho periodo (VERGARA, 1983).

Investigaciones realizadas en arroz, han permitido determinar que el crecimiento varía según el cultivar, longitud del día, temperatura, disponibilidad de nitrógeno, manejo de agua, método de siembra, etc. Asimismo, se ha establecido que las fases reproductivas y de maduración son casi constantes en su duración en casi todas los cultivares de arroz, siendo la fase vegetativa la que determina el alargamiento o el acortamiento del período vegetativo de ellos (MIRANDA, 2009).

### **2.2.3. Suelo**

El cultivo de arroz tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes. Asimismo se menciona que la mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de una inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica y sus disponibilidades

de fósforo son altas; además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (VERGARA, 1983).

### **2.3. Requerimientos de nutrientes, rendimiento y costos de producción**

Para la fertilización se debe considerar lo siguiente: las características del suelo (contenido y disponibilidad del elemento nutritivo a fertilizar, pH y textura); las condiciones climáticas (temperatura, cantidad y distribución de la precipitación pluvial) y las características de la planta (necesidad, sistema radicular, rotación de cultivos, sistema de explotación y medidas de producción). También intervienen las características de los fertilizantes: contenido y forma química de los elementos nutritivos, proceso de disolución, tamaño de gránulos, reacción con el suelo, dosis y sistema de aplicación. Si se tiene en cuenta lo antes mencionado se logrará buenos rendimientos partiendo de un mayor ahijamiento de las plantas (INSTITUTO DE DESARROLLO AGRARIO DE LAMBAYEQUE, 1994).

La extracción de nutrientes varía en gran proporción bajo diferentes condiciones de cultivo. Investigaciones realizadas en el IRRI, determinaron que una tonelada de arroz absorbe 20 kg de nitrógeno, 7 kg de fósforo y 50 kg de potasio, cantidad extraída por el grano y la paja (DE DATTA, 1986). Estos valores difieren un tanto a lo reportado por ANGLADETTE (1975) que se presentan en el Cuadro 2, diferencias que podrían deberse a la forma de expresar los valores en términos de elementos o en forma de óxidos.

**Cuadro 2.** Extracción de nutrientes por el cultivo de arroz.

<b>Nutriente</b>	<b>Requerimiento para 1 t grano y paja (kg)</b>	<b>Requerimiento para 6 t grano y paja (kg)</b>
Nitrógeno	22.20	133
Fósforo	3.10	19
Potasio	26.20	157
Calcio	2.80	17
Magnesio	2,40	14
Azufre	0.94	6
Boro	0.02	0
Cloro	9.70	58
Cobre	0.03	0
Hierro	0.35	2
Manganeso	0.37	2
Zinc	0.04	0
Silicio	51.70	310

**Fuente:** ANGLADETTE (1975).

La planta de arroz requiere del nitrógeno en la etapa temprana e intermedia de formación de los vástagos para maximizar el número de panículas. El nitrógeno absorbido en la etapa de inicio de la formación de la panícula puede aumentar el número de espiguillas por panícula. La función principal del nitrógeno como componente de la clorofila, es incentivar los macollos, favorecer el crecimiento, aumentar el tamaño de las hojas y grano, el número de

espiguillas por panícula, el porcentaje de espiguillas llenas en las panículas y el contenido de proteínas en los granos. En cuanto al fósforo, forma parte del ácido nucleico, constituyente principal del núcleo en el protoplasma de la célula y contribuye al suministro y transferencia de energía en todos los procesos bioquímicos. El fósforo es necesario para estimular el desarrollo de la raíz, promueve el macollaje, favorece la floración y maduración temprana, favorece el desarrollo del grano y le da al arroz un mayor valor nutritivo. Debido a la carencia del fósforo, las hojas de la planta se vuelven de color verde oscuro, rojizo o purpura, la altura y el número de macollos disminuye y la floración y madurez se retardan (DE DATTA, 1986).

El potasio no es componente de ningún compuesto orgánico de la planta, pero es un cofactor de 40 o más enzimas. Cumple un rol muy importante en la multiplicación o crecimiento de las plantas, favorece la formación de vástagos y aumenta el tamaño y peso de los granos, aumenta la respuesta al fósforo, tiene una importante función en los procesos fisiológicos de la planta y confiere resistencia a ciertas enfermedades. La ausencia del potasio influye en la fotosíntesis, la cual disminuye y como consecuencia de esto la respiración aumenta, dando como resultado una reducción en la producción de carbohidratos. El potasio es absorbido lentamente después del trasplante hasta el macollaje, luego la absorción se vuelve intensa hasta la floración y posteriormente decrece hasta la maduración de los granos (VERGARA, 1983).

La absorción de nutrientes es influenciada principalmente por los factores clima, suelo, métodos del cultivo, cantidad de nutrientes aplicados al suelo y

variedad, y es la razón por la que la absorción varía de una localidad a otra (ANGLADETTE, 1975).

En condiciones de secano los rendimientos son bastante bajos. En un suelo ácido en Tingo María se evaluó el efecto residual del humus de lombriz y roca fosfatada, obteniéndose rendimientos de  $1794 \text{ kg ha}^{-1}$  con la aplicación de humus a razón de  $4000 \text{ kg ha}^{-1}$ , encontrándose también que a mayor cantidad aplicada del abono orgánico, mayor es el rendimiento por hectárea. Asimismo, la aplicación de roca bayoyar a razón de  $2 \text{ t ha}^{-1}$  condujo a rendimientos de  $3,090 \text{ kg ha}^{-1}$  (VALENCIA, 2001).

En relación a los costos de producción, se estima que en un sistema convencional son de S/. 5850.25 Nuevos Soles para lograr rendimientos de  $10000 \text{ kg ha}^{-1}$  de arroz en cáscara de diversas variedades y líneas comerciales (ACUÑA, 2008).

#### **2.4. Parámetros para estimar el rendimiento del arroz.**

La siguiente fórmula es utilizada para estimar el rendimiento de arroz en cáscara al 14% de humedad:

$$\text{Rdto} = \text{N}^{\circ}\text{P} \times \text{N}^{\circ}\text{E} \times \% \text{ ELL} \times \text{W1000s} \times 0.001$$

Dónde:

Rdto= Rendimiento

N<sup>o</sup>P= Número de panojas

N<sup>o</sup>E= Número de espiguillas

% ELL= porcentaje de espiguillas llenas

W1000s= peso de 1000 semillas

0.001= Factor de conversión

Estos componentes son afectados por condiciones climáticas, edáficas y manejo del cultivo. El número de panojas/m<sup>2</sup>, el número de espiguillas/panoja y el porcentaje de espiguillas llenas son interdependientes, y por lo tanto, esos componentes no pueden ser aumentados independientemente de los otros. El peso de 1000 granos es un carácter estable de la variedad (CIEPE, 1998).

El rendimiento en granos enteros varía en función de la variedad y el grado de maduración, por lo que una maduración imperfecta puede producir menor peso específico y unitario de la semilla. El número de panojas/m<sup>2</sup> es un componente importante del rendimiento; se determina antes y al momento de la floración. Una manera de producir mayor cantidad de panojas por planta, es realizando el trasplante temprano de plántulas antes de los 15 días y tan temprano como de 8 a 10 días, cuando solamente se tenga la primera raíz y el brote con sólo dos hojas emergidas de la semilla de arroz. Cuando se trasplanta plántulas mayores de 3, 4, 5, ò 6 semanas, ellas ya han perdido mucho de su potencial para producir buen número de panojas; cuando las plántulas son trasplantadas con mucho retraso después de haber sido sacadas del almácigo, se pierde su poder de ahijamiento, y es por eso que las plántulas deben ser trasplantadas dentro de la media hora siguiente, y preferible dentro de los 15 minutos (UPHOFF, 2001).

El desarrollo de la panoja, es una etapa muy crítica debido a que en esta se da la diferenciación de las espiguillas y el número total de granos por panoja.

En esta etapa las condiciones ambientales desfavorables afectan el rendimiento, al reducir el número de espiguillas diferenciadas y fértiles (ALVA, 2000).

SOTO (1991) plantea que el número de granos por panoja está en función de su longitud y de la densidad de ramificación. Varía de 50 a 500 granos por panoja, según la variedad, las condiciones ambientales y nivel de nutrición al que son sometidas las plantas y que la mayoría de las variedades comerciales tienen entre 100 y 150 granos llenos por panoja.

Según el CIAT (1983), la fertilidad de las espiguillas se puede maximizar si durante la fase reproductiva la radiación solar es alta y si las plantas son sanas y vigorosas. También menciona que la disponibilidad de nutrientes y el número de granos por panoja tiene una correlación positiva, argumentándose que la actividad fotosintética durante los estados de floración hasta la maduración tiene una gran influencia en el número de granos por panoja. Se indica que a mayor cantidad de nutrientes aplicados se tendrá mayor tamaño de panoja y por consiguiente mayor número de granos.

En un experimento se encontró un promedio de 130,80 granos fértiles por panoja en el sistema de labranza convencional, donde se aplicó la fórmula química 190-90-120 de NPK respectivamente por lo que la aplicación de fertilizantes químicos es abundante (ACOSTA y BETEMI, 2006).

TINARELLI (1989), señala que el peso de 1000 semillas varía entre 20 y 28 g, que son límites para definir como muy pesado y moderadamente pesado dentro de la clasificación de tamaños de granos.

## **2.5. Sistemas de producción**

En nuestra selva y específicamente en la provincia de Leoncio Prado y otras zonas arroceras que cuentan con las condiciones apropiadas para el cultivo de arroz, este se lleva a cabo bajo tres sistemas: bajo riego, secano favorecido y secano tradicional (MIRANDA, 2009).

### **2.5.1. Arroz bajo riego**

Denominado sistema técnico, utiliza alta tecnología, requiere de terrenos planos, bien nivelados, fértiles, pH óptimo y con una fuente segura de agua, previa confección de represas o embalses. Este sistema utiliza maquinaria agrícola (segadoras, trilladoras o maquinas combinadas), variedades de arroz mejoradas y semillas certificadas, el terreno es preparado en pozas o melgas, con infraestructura de riego, sistema de drenaje y caminos. Emplea fertilizantes inorgánicos, orgánicos, insecticidas, fungicidas, fitoreguladores de crecimiento, bioestimulantes, tendales o eras, y los molinos para el pilado. La producción por hectárea fluctúa de 3000-5000 kg ha<sup>-1</sup> como promedio nacional (MIRANDA, 2009). En este sistema la pérdida de nutrientes es mayor por la desnitrificación que sufren los nitratos en condiciones de inundación; se presume que se pierde un 70% cuando el terreno está en barro (GONZÁLES, 2010).

### **2.5.2. Arroz de secano favorecido**

Este sistema emplea tecnología semi-técnica, entre el cultivo de secano y el irrigado. Emplea variedades altas de largo periodo vegetativo, siembra directa (tacarpo al voleo) y trasplante, y son de extensiones pequeñas. Su principal limitación es la falta de control de agua. Actualmente se utilizan las

variedades de arroz semi-enanas de ciclo corto y mayor potencial productivo. También se puede mecanizar el terreno, emplear insumos, semillas mejoradas, manejar el agua de lluvia y la producción por hectárea fluctúa de 1800-3000 kilos como promedio nacional (MIRANDA, 2009).

### **2.5.3. Arroz de secano tradicional**

Este sistema emplea tecnología tradicional, las siembras se realizan en suelos de bosques, en zonas remotas de frontera agrícola, en zonas con pendientes pronunciadas alejadas de las fuentes de agua y en extensiones promedio de una hectárea; se emplean variedades tradicionales, sin tecnología e insumos químicos. La producción por hectárea fluctúa entre 1500-1800 kg ha<sup>-1</sup> como promedio nacional (MIRANDA, 2009). Este sistema está favorecido por la aireación de los estratos del suelo, por la dinámica de la materia orgánica y de los microorganismos que permiten una pérdida menor a la que ocurre en el sistema bajo riego; la pérdida de nitrógeno es de un 30% en forma de amoníaco (GONZÁLES, 2010).

## **2.6. Abonos orgánicos**

La aplicación de materia orgánica al suelo incrementa la reserva de nutrientes y al mismo tiempo la fertilidad del suelo. La liberación lenta y progresiva, es una garantía de que los elementos móviles dentro el suelo como el nitrógeno permanecen retenidos y no se pierden parcialmente por lavado (KASS, 1996). Este mismo autor, señala que la disponibilidad de nutrientes en la fracción orgánica es muy variable, comparado con los fertilizantes químicos o minerales. En el caso de elementos ligados a la materia orgánica su disponibilidad no es inmediata ya que requieren una mineralización previa.

Los efectos que provocan los abonos orgánicos influyen sobre las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como son disponibilidad de nutrientes, conductividad eléctrica, pH, capacidad de intercambio aniónico y catiónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento del agua, regula la aireación del suelo y aumenta la actividad biótica y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como arrastres y erosión (EMMUS, 1991).

La fertilización orgánica requiere de la aplicación de grandes volúmenes de abonos orgánicos debido a su baja concentración de nutrientes y su valor principal radica en que proporciona materia orgánica al suelo, ya que es indispensable restituir al suelo para evitar su deterioro, todo los elementos fertilizantes que se extraen en las cosechas (FAO, 1983).

### **2.6.1 Transformación o humificación de la materia orgánica**

El ritmo de transformación depende en gran parte de la temperatura atmosférica, régimen de lluvias y de las condiciones de suelo, siendo más rápido en las regiones tropicales que en las templadas. Las sustancias orgánicas ejercen una acción muy favorable en la estructura del suelo, y estimulan la granulación, es decir, la agrupación de partículas del suelo, aumenta la cohesión de los suelos arenosos, aumentan la capacidad y absorción y retención de agua útil para las plantas y fomentan la aireación sobre todo en los suelos arcillosos. La práctica de incorporar residuos o abonos orgánicos es poco utilizada, debido al poco conocimiento existente, a pesar de ser una forma

de elevar el potencial productivo de los suelos e inclusive, disminuir la demanda de fertilizantes minerales de costo elevado (MACHADO, 1983).

El humus por su riqueza de coloides, aumenta el poder retentivo para el agua y el de absorción del ácido fosfórico, nitrógeno amoniacal y potasio, impidiendo su arrastre a las capas profundas. Los coloides húmicos desempeñan, una función análoga a la de los coloides minerales, pero así como los coloides minerales son cristalinos y están formados por sílice, hierro y alúmina principalmente, los húmicos, son amorfos y constituidos por carbono, nitrógeno, hidrogeno, azufre, oxigeno, fosforo, etc. El humus como fuente de alimento de las plantas, es principalmente fuente de nitrógeno, y en menor intensidad, de azufre, ácido fosfórico, potasio y calcio, dependiendo de las fuentes de materia orgánica (AGUIRRE, 1963).

### **2.6.2 Mineralización del nitrógeno orgánico**

La descomposición del nitrógeno orgánico del suelo en compuestos inorgánicos, llamada mineralización, consiste en tres etapas: aminización o transformación de proteínas en aminos; amonificación o la transformación de aminos a amonio ( $\text{NH}_4^+$ ); y la nitrificación que es la transformación de amonio a nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) con una etapa intermedia corta de formación de nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ). Las tasas de mineralización del nitrógeno depende de la temperatura, relación C:N, pH del suelo, mineralogía de arcillas y la humedad. En los trópicos la temperatura pocas veces es limitante en las tierras bajas. La relación C:N opera un poco distinto en suelos ácidos que en suelos con niveles altos de bases: el hecho de que con valores bajos de pH el carbono tiende a

mineralizarse más rápidamente que el nitrógeno, disminuye la relación C:N y da por resultado un incremento en la mineralización del nitrógeno (Bornemisza y Pineda citados por SÁNCHEZ, 1981).

La mineralización del nitrógeno también ocurre bajo condiciones de inundación, pero se detiene en la etapa de amonificación por cuanto solamente microorganismos aeróbicos pueden convertir  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NO}_3^-$ , aunque los procesos de mineralización son más lentos; aparentemente los microorganismos anaeróbicos pueden transformar nitrógeno en amonio a relaciones C:N más altas que los microorganismos aeróbicos (De Datta y Magnaye, 1969 citados por SÁNCHEZ, 1981).

Entre estos dos extremos de contenidos de humedad, la mayoría de los suelos tropicales pasan por varios periodos alternos de humedecimiento y secado. La mineralización del carbono y nitrógeno orgánico es más rápida bajo humedecimiento y secado alternos que bajo condiciones óptimas de humedad. Además, la relación crítica de C:N para la mineralización también cambia bajo estas condiciones (SÁNCHEZ, 1981).

La relación C:N crítica sobre la cual se detiene la mineralización, es más alta bajo humedecimiento y secamiento alterno. Por ejemplo, un residuo de cosecha que contenía 1,5% de N fue mineralizado bajo humedecimiento y secamiento alternos, pero inmovilizados bajo humedad constante. Este fenómeno probablemente está asociado con una población microbiana más activa después del secamiento y humedecimiento del suelo, o tal vez una mayor accesibilidad del humus a los microorganismos por la contracción e

hinchamiento de los minerales de la arcilla o de los delgados revestimientos de óxidos de hierro y aluminio (Birch, 1960, citado por SÁNCHEZ, 1981).

### **2.6.3 La materia orgánica en condiciones de inundación**

El oxígeno influye claramente en la combustión de la materia orgánica; se ha comprobado que el desprendimiento del anhídrido carbónico de los suelos es tanto más intenso cuanto más fácilmente penetra el aire entre sus partículas, por lo que es conveniente el laboreo de las tierras recientemente abonadas con materia orgánica, sobre todo en los terrenos compactos. En la fermentación pútrida el desprendimiento del anhídrido carbónico se reduce notablemente y hasta se anula, conservándose casi por completo el carbono originario, produciéndose desprendimientos de hidrogeno, hidrogeno sulfurado y fosfatado, nitrógeno libre y ácido nitroso. Como consecuencia de estas transformaciones se forma un producto pardusco, casi negro, de difícil descomposición (AGUIRRE, 1963).

Por su parte SÁNCHEZ (1981) sostiene, que la consecuencia química de la inundación es la transformación, microbiológica de un suelo oxidado a uno reducido. Los microorganismos aeróbicos consumen en poco tiempo el oxígeno disponible y comienza a actuar la flora anaerobia que utiliza sustrato oxidado tales como nitratos, sulfatos y óxidos de hierro.

Los principales procesos en un suelo reducido son: descomposición de materia orgánica, fijación heterotrófica de nitrógeno, desnitrificación, y reducción del hierro. En suelos inundados el nitrógeno, tiene un gran potencial para perderse por desnitrificación, volatilización y lixiviación. La

pérdida por desnitrificación es principalmente un proceso microbiológico y la pérdida por volatilización, resulta de procesos químicos causados por un marcado incremento del pH en suelos inundados como consecuencia de la actividad de algas (ROGER, *et al.*, 1992).

El mecanismo de descomposición y humificación de la materia orgánica es bastante lento en el terreno inundado, y los productos finales resultantes son diferentes de los que se producen en un terreno seco. El menor consumo energético de los microorganismos anaerobios comporta que el ritmo de descomposición y asimilación sea inferior al de los aerobios. En el momento de la inundación se produce un rápido, aunque efímero aumento de las bacterias aerobias que descomponen la materia orgánica consumiendo oxígeno; también aumentan bastante rápido las anaerobias que producen hidrógeno, dióxido de carbono y ácido butírico. Posteriormente, producto de la acción de los anaerobios emergen del agua gases como metano, nitrógeno libre y anhídrido carbónico (TINARELLI, 1989). Este mismo autor menciona que con vistas a la mejor descomposición de la materia orgánica, la más adecuada humificación y la mayor disponibilidad de nitrógeno, las labores del terreno son tanto más eficaces cuanto más pronto se realicen antes de la inundación, cuanto mayor es la cantidad a enterrar de estiércol o de residuos vegetales y cuanto más compacto, arcilloso y sobresaturado sea el terreno; por lo tanto, es mejor y preferible anticipar el laboreo antes al cultivo de arroz.

## 2.7 Bocashi EM

El bocashi EM, es un material orgánico preparado con salvado de trigo, salvado de arroz o un material similar y que ha sido fermentado con microorganismos eficientes de montaña (EM). El propósito de la utilización de bocashi EM, es el de fermentar los desechos orgánicos sólidos liberando los nutrientes esenciales para las plantas, evitando las emisiones de olores ofensivos (GIL *et al.*, 2006).

El bocashi EM, es un abono orgánico tipo bocashi, donde se usan EM como inoculante microbiano en lugar del suelo del bosque. EM mejora la calidad del bocashi y facilita la preparación de este usando toda clase de desechos orgánicos (MASAKI *et al.*, 1994).

La base tecnológica de EM, es la mezcla de diferentes tipos de microorganismos todos ellos benéficos, que poseen propiedades de fermentación, producción de sustancias bioactivas, competencia y antagonismo con patógenos, todo lo cual ayuda a mantener un equilibrio natural entre los microorganismos que viven en el entorno, trayendo efectos positivos sobre la salud y bienestar del ecosistema. Los microorganismos eficaces EM son una mezcla de bacterias fotosintéticas o fototrópicas (*Rhodospseudomonas* sp.), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* sp.), y levaduras (*Saccharomyces* sp.) en concentraciones mayores a 100,000 unidades formadoras de colonias por mililitro de solución que se encuentran en estado de latencia y se conoce como EM-1 (GIL *et al.*, 2006).

## 2.8 Biol

Es una fuente de fitoreguladores que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en envases de plástico (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. La producción de abono foliar (Biol) es una técnica utilizada con el objetivo de incrementar la cantidad y calidad de las cosechas. Es fácil y barato de preparar, ya que se usa insumos de la zona y se obtiene en un tiempo corto (1 - 4 meses). El biol es la mezcla líquida del estiércol y agua, adicionando insumos como alfalfa picada, roca fosfórica, leche, pescado entre otros, que se descarga en un digestor, donde se produce el abono foliar orgánico. Además, en la producción de biol se puede añadir a la mezcla plantas biocidas o repelentes, para combatir insectos plagas; entre estas plantas tenemos al ajeno (*Artemisa* sp.), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), cicuta (*Erodium cicutarium*), paico (*Chenopodium ambrosoides*), ortiga (*Urtica* sp.), muña (*Myrtillocallis spicata*), rocoto (*Capsicum pubescens*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) entre otras (INIA, 2008).

El biol es considerado un fitoestimulante complejo, que al ser aplicado a las semillas y al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de raíces e incrementar la fotosíntesis de las plantas, mejorando substancialmente la producción y calidad de las cosechas. El biol contiene hormonas y precursores hormonales que conllevan a un mejor desarrollo de la planta (MEDINA, 1992).

Ya sea que el biol se emplee por vía foliar mediante pulverizaciones manuales, riego por aspersion o que se haga por vía radicular, a través de riegos por gravedad, estos procedimientos traen consigo incremento notable del sistema radicular por efecto de la tiamina, entre otros componentes que se hallan en su composición (CENTRO UNIVERSITARIO DE CAPACITACIÓN AGROBIOGENÉTICO, 1994).

La aplicación de fertilizantes foliares muestra superioridad y eficacia con respecto a la fertilización en el suelo, durante el crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que la absorción de los nutrientes será mayor y las pérdidas menores (SERRANO, 2007).

El biol se puede emplear en forma pura y en disoluciones crecientes a razón de  $600 \text{ L ha}^{-1}$ , ya sea por aspersion o por imbibición a la semilla, con resultados positivos en la mayoría de cultivos como lo menciona CLAURE (1992). Este mismo autor indica que por su contenido de nutrientes y su alta solubilidad en el agua permite hacer aplicaciones intensivas de biol, que puede ser bombeado por un sistema de irrigación por aspersores y directamente distribuido en surcos sobre pastos o al pie de las plantas.

Se considera necesaria una sola aplicación mediante la imbibición de las semillas, aplicándose en algunas ocasiones también al follaje. Su acción está asociada a la diferenciación vegetativa de las plantas y debe aplicarse en momentos de mayor actividad fisiológica de los cultivos. Se debe aplicar un promedio de tres veces por ciclo. También se menciona que debido a la composición bioquímica del biol, se debe indicar que este fitoregulador orgánico

tiene acción en las siguientes aplicaciones agronómicas: activador de semillas, enraizamiento, acción sobre el follaje y acción sobre la floración (INIA, 2008).

En el Cuadro 3 se presenta la composición química de dos tipos de bioles, uno preparado con estiércol solo y otro con estiércol y alfalfa.

**Cuadro 3.** Composición química del biol proveniente del estiércol (BE) y del estiércol + alfalfa (BEA).

<b>Componente</b>	<b>Unidades</b>	<b>BE</b>	<b>BEA</b>
Sólidos totales	%	5.60	9.90
Materia orgánica	%	38.00	41.10
Fibra	%	20.00	26.20
Nitrógeno	%	1.60	2.70
Fósforo	ppm	0.20	0.30
Potasio	ppm	1.50	2.10
Calcio	ppm	0.20	0.40
Azufre	ppm	0.20	0.20
Ácido indolacético	ng/g	12.00	67.10
Giberelinas	ng/g	9.70	20.50
Purinas	ng/g	9.30	24.40
Tiamina	ng/g	187.50	302.60
Riboflavina	ng/g	83.30	210.10
Piridoxina	ng/g	33.10	110.70
Ácido nicotínico	ng/g	10.80	35.80
Ácido fólico	ng/g	14.20	45.60
Cisteína	ng/g	9.20	27.40
Triptófano	ng/g	56.60	127.10

Fuente: SUQUILANDA, (1995).

El biol acelera el crecimiento y desarrollo de la plantas, mejora producción y productividad de las cosechas, aumenta la resistencia a plagas y enfermedades (mejora la actividad de los microorganismos benéficos del suelo y ocasiona un mejor desarrollo de raíces, en hojas y en los frutos, aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas: heladas, granizadas, otros). Es ecológico, compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo, es económico, acelera la floración, se adapta mejor la planta en el campo, conserva mejor el N, P, K y Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual nos permite aprovechar totalmente los nutrientes; el N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilado por la planta (INIA, 2008).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del campo experimental

El presente experimento se ejecutó en el Fundo Agrícola N° 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicada en el km 1.5 de la carretera Tingo María-Huánuco a la margen derecha del río Huallaga, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, durante el periodo de julio a diciembre del 2011; según HOLDRIDGE (1987), corresponde a un clima de Bosque Muy Húmedo Tropical (bmh-T), con una temperatura media de 25.2°C; cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

18L	:	390600
UTM	:	8968989
Altitud	:	668 msnm

#### 3.2. Datos meteorológicos

En el Cuadro 4, se presentan los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María, correspondiente a los meses de julio a diciembre del 2011. Las características climáticas donde se llevó a cabo el experimento es de un clima de bosque muy húmedo tropical (bmh-T), con promedio de 25.20°C de temperatura, 382.20 mm de precipitación, 84.50 % de humedad relativa y 118.70 de horas de sol durante el desarrollo del cultivo de arroz, las cuales son condiciones óptimas para este cultivo, según menciona VERGARA (1983).

**Cuadro 4.** Datos climatológicos en el periodo julio-diciembre del 2011.

Parámetros	Meses de ejecución de la tesis					
	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T° máxima	30.10	30.80	30.40	29.50	30.70	29.10
T° mínima	19.70	19.50	19.70	20.60	21.20	20.90
T° media	24.80	25.10	25.00	25.00	25.90	25.00
Humedad relativa	86.00	84.00	84.00	86.00	85.00	86.00
Precipitación	110.20	66.60	278.80	169.10	377.90	311.20
Horas de sol	215.20	218.10	170.10	113.20	162.20	118.90

**Fuente:** Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones (2011).

### 3.3. Muestreo del suelo

Se tomó la muestra de suelo en forma de zig-zag a una profundidad de 30 cm, con la ayuda del tubo muestreador, tanto de las pozas de almácigo como las del campo definitivo. Estas muestras fueron llevadas al Laboratorio de Suelos de la UNAS para su análisis, y cuyos resultados se muestran en el Cuadro 5, presentando una textura franco limosa, con un pH fuertemente ácido (pH=5.0), bajo contenido de nitrógeno y materia orgánica y contenido medio de fósforo y potasio disponibles. El suelo proviene de una zona que no había sido utilizado para la siembra desde hace siete años.

**Cuadro 5.** Análisis físico químico del suelo del área experimental

Característica		Resultados	Métodos
<b>Análisis físico:</b>			
Arena	(%)	26.24	Hidrómetro
Limo	(%)	56.36	Hidrómetro
Arcilla	(%)	17.40	Hidrómetro
Clase textural		Franco limoso	Triangulo textural
<b>Análisis químico:</b>			
pH		5.00	Potenciómetro
M.O.	(%)	1.50	Walkley y Black
N total	(%)	0.07	Micro – Kjeldahl
P	(ppm)	11.95	Olsen modificado
K	(kg K <sub>2</sub> O/ha)	393.54	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 6N
Ca	(Cmol(+)/kg)	5.60	EEA
Mg	(Cmol(+)/kg)	1.89	EEA
Al	(Cmol(+)/kg)	0.28	Yuan
H	(Cmol(+)/kg)	0.24	Yuan
ClCe	(Cmol(+)/kg)	8.01	KCl 0.1 N

**Fuente:** Elaborado a partir de los resultados del Análisis de Suelos de la UNAS.

### 3.4. Componentes y tratamientos en estudio

#### 3.4.1. Componentes en estudio

##### a. Factores de abonado

- **Factor A: Niveles de biol**

$$a_1 = 0 \text{ L ha}^{-1}$$

$$a_2 = 200 \text{ L ha}^{-1}$$

- **Factor B: Niveles de bocashi enriquecido**

$$b_1 = 0 \text{ t ha}^{-1}$$

$$b_2 = 10 \text{ t ha}^{-1}$$

$$b_3 = 15 \text{ t ha}^{-1}$$

$$b_4 = 20 \text{ t ha}^{-1}$$

##### b. Variedad en estudio

IDAL 186 FORTALEZA, conocida como "Línea"

#### 3.4.2. Análisis fisicoquímico de los materiales orgánicos

##### a. Bocashi

El bocashi fue adquirido de la Cooperativa Agroindustrial Naranjillo por la suma de S/ 25.00 Nuevo Soles el saco de 50 kilogramos. Los análisis se presentan en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Análisis fisicoquímico del bocashi.

<b>Componente</b>	<b>Unidades</b>	<b>Contenido</b>
Materia orgánica	%	77.99
Nitrógeno	%	1.18
Fósforo	%	0.35
Potasio	%	0.27
Calcio	%	6.62
Magnesio	%	7.28
Sodio	%	0.03
Hierro	ppm	2730.86
Manganeso	ppm	165.55
Cobre	ppm	6.81
Zinc	ppm	113.46
pH	-	7.55
Humedad	%	0.93
Materia seca	%	99.07
Ceniza	%	22.01

**Fuente:** Elaborado a partir de los resultados de análisis del Laboratorio de Suelos de la UNAS.

#### **b. Biol**

El biol fue proporcionado por el Sr. Felipe Cachique, de su finca ubicada en el Km 17.5 de la carretera Fernando Belaunde Terry, Tingo Maria – Pucallpa, sector Pumahuasi, por la suma de S/ 3.00 Nuevo Soles el litro. Los resultados de los análisis se presentan en el Cuadro 7.

**Cuadro 7.** Análisis fisicoquímico del biol

<b>Componente</b>	<b>Unidades</b>	<b>Contenido</b>
Materia orgánica	%	58.18
Nitrógeno	%	2.97
Fósforo	%	0.43
Potasio	%	11.23
Calcio	%	7.10
Magnesio	%	3.26
Sodio	%	1.28
Hierro	ppm	1033.39
Manganeso	ppm	229.81
Cobre	ppm	20.95
Zinc	ppm	102.00
pH	-	7.89
Humedad	%	74.41
Materia seca	%	25.59
Ceniza	%	41.82

**Fuente:** Elaborado a partir de los resultados de análisis del Laboratorio de Suelos de la UNAS

### **c. Fertilizantes**

Como fuentes de N, P y K se usó Urea, Cloruro de potasio y Superfosfato triple. Se complementó con fertilizantes foliares como Nutrigen P y Nutrigen K.

### 3.4.3. Tratamientos en estudio

**Cuadro 8.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Factor A	Factor B
	Niveles de biol (L ha <sup>-1</sup> )	Niveles de bocashi (t ha <sup>-1</sup> )
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> = 0	b <sub>1</sub> = 00
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> = 0	b <sub>2</sub> = 10
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> = 0	b <sub>3</sub> = 15
T <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> = 0	b <sub>4</sub> = 20
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> = 200	b <sub>1</sub> = 00
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> = 200	b <sub>2</sub> = 10
T <sub>7</sub>	a <sub>2</sub> = 200	b <sub>3</sub> = 15
T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> = 200	b <sub>4</sub> = 20
T <sub>9</sub>	Testigo (Fertilización química): 190 – 95 - 0	

### 3.5. Diseño experimental

Se utilizó el diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial de 2A X 4B más un testigo con fertilización química y 4 repeticiones por tratamiento. Las características que se evaluaron se sometieron al análisis de varianza y la significación estadística fue determinada por la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

#### 3.5.1. Modelo aditivo lineal

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

Donde:

$Y_{ijk}$  = Respuesta obtenida en la unidad experimental del k-ésimo bloque o repetición a la cual se aplicó la i-ésimo nivel de biol con el j-ésimo nivel de bocashi.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de biol

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de bocashi enriquecido.

$(\alpha\beta)$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel de biol con el j-ésimo nivel de bocashi.

$\lambda_k$  = Efecto de la k-ésima repetición.

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación  $Y_{ijk}$ .

Para:

i = 1,2 niveles de biol

j = 1, 2, 3,4 niveles de bocashi

k = 1, 2, 3,4 bloques

### 3.5.2. Análisis de varianza

**Cuadro 9.** Análisis de varianza del diseño experimental utilizado

Fuente de varianza	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	8
Factorial	7
A	1
B	3
A X B	3
Factorial vs. testigo	1
Error experimental	24
Total	35

### 3.6. Dimensiones del campo experimental

- **Bloques**

Número de bloques	:	4
Largo de bloque	:	27 m
Ancho de bloques	:	5 m
Área de los bloques	:	135 m <sup>2</sup>

- **Tratamientos**

Parcelas por bloque	:	9
Total de parcelas	:	36
Ancho	:	3 m
Largo	:	5 m
Área de las parcelas	:	15 m <sup>2</sup>

- **Dimensiones del campo**

Largo	:	27 m
Ancho	:	23 m
Distanciamiento entre bloques	:	1 m
Distanciamiento entre parcelas	:	0.12 m
Área del campo experimenta l	:	621 m <sup>2</sup>

### 3.7. Ejecución del experimento

#### 3.7.1. Almácigo

- **Preparación del terreno para el almacigo.-** Se ubicó en un lugar adecuado en donde la fuente de agua fue accesible. Se realizaron las labores de arado, rastreado y nivelación respectiva.

- **Pre-germinación de la semilla.-** Consistió en remojar la semilla por 24 horas y luego se abrigó por 24 horas.

- **Siembra.-** Las pozas se regaron alcanzando una lámina de agua muy fina, luego se dispersó la semilla pre germinada al voleo. Se empleó 3,50 kg de semilla para toda el área experimental. El requerimiento fue de 70 kg de semilla por hectàrea.

- **Manejo del agua.-** Se inició al cuarto día de la siembra de la semilla, utilizando una lámina muy fina de agua. Posteriormente, a los seis días se cortó el agua, reanudándolo ocho días después hasta la saca de plántulas.

- **Abonado.-** No se abonó para no tener influencia en los tratamientos. Sòlo el tratamiento testigo recibió abonamiento.

- **Extracción de plántulas.-** Se realizó manualmente, cuando las plántulas presentaron tres hojas verdaderas (15 días), formando un conjunto de plántulas conocidas como "garbas".

### 3.7.2. Campo definitivo

- **Demarcación del terreno.-** Se procedió a la demarcación del área para el trasplante haciendo uso de winchas, cordeles y estacas.

- **Preparación del terreno.-** Esta actividad se llevó a cabo con el paso de arado de discos y de rastra en forma cruzada.

- **Separación de bloques.-** Esta labor se realizó de acuerdo al croquis experimental; la separación de bloques fue de un metro de ancho. Posteriormente se batió y se nivelaron los bloques.

- **Trasplante.-** Se realizó en forma manual, cuando las plántulas presentaron tres hojas desarrolladas (15 días), utilizando distanciamientos de 25 cm entre golpes e hileras y dos plantas/golpe para cada tratamiento en estudio. Para una buena uniformidad de distribución de plantas se empleó un tubo de aluminio marcado cada 25 cm y a los extremos se utilizaron winchas.

- **Abonado.-** Para el caso de la fertilización química del testigo se usó la fórmula de abonamiento 190-95-0 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O respectivamente, para un rendimiento de 7,000 kg de arroz en chala, fórmula estimada considerando los nutrientes existentes en el suelo. Se usó como fuentes de N y P la Urea y Superfosfato triple de calcio como se muestra en el Cuadro 10.

**Cuadro 10.** Cantidad de fertilizantes químicos por parcela y momentos de aplicación para la fertilización química

Fecha de aplicación	Fertilizantes edáficos (g)		Fertilizantes foliares (ml)		Momentos (dds)
	Úrea	Superfosfato triple	Nutrigen P (8%)	Nutrigen K (8%)	
25 de setbre	207.17	....	....	....	27
10 de octubre	483.40	458.64	0.75	0.75	37
20 de octubre	....	....	0.75	0.75	55

dds= Días después de la siembra.

Por otra parte, en el caso de los abonos orgánicos se usó las dosis completas de acuerdo a los tratamientos. En el Cuadro 11, están especificadas las fechas de aplicación de los abonos orgánicos.

**Cuadro 11.** Calendario de actividades realizadas durante la ejecución del experimento.

Actividad	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Preparación	01				
Arado y rastra	25	15			
Abonado		15	10 y 20.	20	
Aplicación de biol			7	15	01

- **Riego.-** Se aplicó riego pesado en tres etapas del cultivo. La primera fue a la siembra, la segunda en la etapa de macollamiento y la tercera en la etapa de floración y/o llenado de grano. Cada aplicación de riego se realizó por sólo 48 horas, luego se cortó el agua manteniéndolo aproximadamente a capacidad de campo.

- **Plagas y enfermedades.-** Para el caso de las plagas se realizaron aplicaciones de *Beauveria bassiana* en la etapa de macollamiento a los 15 días después de la siembra y *Trichoderma* sp a los 25 días después de la siembra de a razón de 200 gr/mochila.

- **Control de malezas.-** Se realizó en forma manual durante dos períodos, antes de la aplicación de los abonos orgánicos.

- **Cosecha (siega).-** Se realizó cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica (> 90% de espiguillas con granos maduros). Se procedió a cortar las panojas (con hoz), por tratamiento.

- **Trilla y secado.-** Se realizó en forma manual, venteando los granos cosechados para eliminar las impurezas. Posteriormente, los granos en cáscara fueron secados al aire libre hasta que alcancen el 14% de humedad. Se agruparon los tratamientos en un solo bloque para poder realizar el pilado.

- **Pilado.** Se realizó cuando los granos presentaron 14% de humedad para evitar que el grano se quiebre.

### **3.8. Observaciones registradas**

#### **3.8.1. Número de macollos, número de panojas, número de granos por panoja y número de granos llenos por panoja**

- El número de macollos se contó por cada metro cuadrado de cada parcela experimental para luego sacar un promedio de cada factor en estudio a los 60 días de siembra.
- Se registraron las panojas por cada metro cuadrado de cada parcela antes de la cosecha, para conocer la cantidad de panojas en cada área de estudio, considerándose panoja a la inflorescencia femenina fecundada.
- Se registró el total de granos por panoja de cada parcela, antes y después de la cosecha.
- Se registró el total de granos llenos por panoja de cada parcela, antes y después de la cosecha.

#### **3.8.2. Altura de planta, peso de 1000 semillas, rendimiento de grano y calidad molinera**

- Se midió la altura de las plantas en centímetros, desde la superficie del suelo hasta la punta más alta de la hoja, tomándose 16 plantas de cada parcela en estudio cuando la floración estuvo al 50%.

- Se pesó 1000 semillas de arroz maduro o grano en chala, cuando los granos presentaron un 14% de humedad. Este parámetro se determinó en el Laboratorio de Semillas de la UNAS.

- El rendimiento se evaluó, teniendo los parámetros evaluados, utilizando la siguiente fórmula matemática como lo recomienda CIEPE (1998).

$$RDMT = N^{\circ} \frac{Panojas}{M2} \times N^{\circ} \frac{Espigas}{Panoja} \times \%Espigas\ llenas \times Peso\ 1000\ Sem \times 0.0001$$

- La calidad molinera se realizó en el momento del pilado y se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Calidad molinera (\%)} = \frac{\text{Arroz pilado(Kg)}}{\text{Arroz en cáscara(Kg)}} \times 100$$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Numero de macollos/m<sup>2</sup>, número de panojas/m<sup>2</sup>, número de granos por panoja, número de granos llenos por panoja

Los análisis estadísticos presentados en el Cuadro 28 del Anexo mostraron alta significación estadística para todas las fuentes de variación de todas las características evaluadas, con la única excepción del efecto del Factorial en el número de macollos.

El Cuadro 12, muestra que los mejores resultados se lograron con el testigo (fertilización química), que fue superior y estadísticamente diferente respecto a los demás tratamientos (interacción bocashi más biol), en las variables macollos/m<sup>2</sup>, panojas/m<sup>2</sup>, granos/panoja y granos llenos/panoja.

Sobre el poco efecto de la fertilización orgánica, es probable que las fuertes precipitaciones a las que estuvo sometido el bocashi, que es un material compostado de descomposición incompleta, fue una limitante para su normal mineralización y liberación de nutrientes, ya que en condiciones de alta humedad o inundación, la descomposición de la materia orgánica se detiene, por la sustitución de los microorganismos aeróbicos por anaeróbicos; por otra parte el ciclo normal de la mineralización del nitrógeno se detiene en la amonificación, donde el amonio se pierde por reducción a amoniaco por parte de los microorganismos anaeróbicos que lo usan como donador de electrones en sus procesos de respiración, como lo menciona SÁNCHEZ (1981).

**Cuadro 12.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) del número de macollos y panojas, número de granos por panoja y número de granos llenos por panoja de los tratamientos en estudio

Clave	Tratamientos		N° macollos		N° panojas		Granos por panoja		Granos llenos/panoja	
	Biol (L ha <sup>-1</sup> )	Bocashi (t ha <sup>-1</sup> )								
T <sub>9</sub>	Testigo		275.44	a	252.00	a	181.25	a	139.00	a
T <sub>8</sub>	200	20	219.73	b	212.01	b	177.25	b	129.50	b
T <sub>7</sub>	200	15	211.60	bc	204.01	bc	174.50	c	125.50	c
T <sub>6</sub>	200	10	200.24	cd	196.00	c	173.25	d	122.00	d
T <sub>4</sub>	0	20	192.40	d	180.00	d	173.00	d	106.75	g
T <sub>5</sub>	200	0	171.76	e	108.00	g	169.50	e	117.00	e
T <sub>3</sub>	0	15	168.19	ef	160.03	e	167.75	f	116.25	e
T <sub>2</sub>	0	10	147.92	f	140.00	f	164.50	g	112.50	f
T <sub>1</sub>	0	0	108.08	g	84.00	h	161.00	h	85.50	h

Tratamientos unidos por una misma letra, no difieren estadísticamente.

**Cuadro 13.** Prueba de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) de los efectos simples del número de macollos y panojas, número de granos por panoja y número de granos llenos por panoja

	Biol L ha <sup>-1</sup>	Bocashi t ha <sup>-1</sup>	Macollos/m <sup>2</sup>	Panojas/m <sup>2</sup>	Granos/panoja	Granos llenos/panoja				
Biol en 0 t bocashi	200	0	184.00	a	108.00	a	173.00	a	117.00	a
	0	0	104.00	b	84.00	b	161.00	b	85.50	b
Biol en 10 t bocashi	200	10	200.00	a	196.00	a	173.25	a	122.00	a
	0	10	148.00	b	140.00	b	164.50	a	106.75	b
Biol en 15 t bocashi	200	15	212.00	a	204.00	a	174.50	a	125.50	a
	0	15	168.00	b	160.00	b	167.75	a	112.50	b
Biol en 20 t bocashi	200	20	220.00	a	212.00	a	177.25	a	129.50	a
	0	20	192.00	b	180.00	b	169.50	b	116.25	b
Bocashi en 0 L biol	0	20	192.00	a	180.00	a	169.50	a	116.25	a
	0	15	168.00	b	160.00	b	167.75	b	112.50	b
	0	10	148.00	c	140.00	c	164.50	c	106.75	c
	0	0	104.00	d	84.00	d	161.00	d	85.50	d
Bocashi en 200 L biol	200	20	220.00	a	212.00	a	177.25	a	129.50	a
	200	15	212.00	ab	204.00	ab	174.50	b	125.50	b
	200	10	200.00	b	196.00	b	173.25	c	122.00	c
	200	0	184.00	c	108.00	c	173.00	c	117.00	d

a<sub>1</sub>: 0 L biol ha<sup>-1</sup>

a<sub>2</sub>: 200 L biol ha<sup>-1</sup>

b<sub>1</sub>: 0 t bocashi ha<sup>-1</sup>

b<sub>2</sub>: 10 t bocashi ha<sup>-1</sup>

b<sub>3</sub>: 15 t bocashi ha<sup>-1</sup>

b<sub>4</sub>: 20 t bocashi ha<sup>-1</sup>

Analizando los efectos simples del Cuadro 13, se observa que la aplicación de biol en cada nivel de Bocashi (0, 10, 15 y 20 t ha<sup>-1</sup>) tuvo un papel importante, contribuyendo positivamente en un mayor número de macollos y panojas/m<sup>2</sup>, granos/panoja y granos llenos/panoja.

**a. Número de macollos/m<sup>2</sup>**

En el Cuadro 14, se observa que la aplicación de 200 L ha<sup>-1</sup> de Biol en promedio de los niveles de Bocashi, ocupó el primer lugar con 204.13 macollos/m<sup>2</sup>, estadísticamente superior a la no aplicación del abono orgánico líquido (0 L ha<sup>-1</sup>), con 153.01 macollos/m<sup>2</sup>. El efecto del Biol en el incremento del número de macollos se debería no sólo al aporte de nutrientes esenciales sino también de hormonas y precursores de hormonas que activan el crecimiento de las plantas de arroz (CENTRO UNIVERSITARIO DE CAPACITACIÓN AGROBIOGENÉTICO, 1994).

Del mismo modo, referente a las dosis de aplicación de bocashi, la dosis de 20 t ha<sup>-1</sup>, ocupó el primer lugar con 206.25 macollos/m<sup>2</sup>, existiendo diferencias estadísticas significativas con las demás dosis de bocashi. Esto se debió a la mayor cantidad aplicada con respecto a los demás niveles, es decir que a más volumen se produce mayor número de macollos.

Se pudo constatar que el número de panojas no es igual al número de macollos, lo que se interpretaría como infertilidad de los macollos y que se debería posiblemente a la competencia por nutrientes entre los macollos para producir la energía requerida en su crecimiento y desarrollo, ya que comparten el

mismo sistema radicular; por otra parte también se debería a la no aplicación de nutrientes en las cantidades adecuadas para poder llevar todos los macollos hasta convertirlos a panojas fértiles, coincidiendo con UPHOFF (2001).

**Cuadro 14.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) del efecto de los niveles de bocashi y biol en el número de macollos.

Biol				Bocashi			
Nivel	Macollos/m <sup>2</sup>	Incremento	Sig.	Nivel	Macollos/m <sup>2</sup>	Incremento	Sig.
a <sub>2</sub>	204.13	51.12	a	b <sub>4</sub>	206.25	16.13	a
a <sub>1</sub>	153.01		b	b <sub>3</sub>	190.13	15.98	b
				b <sub>2</sub>	174.15	29.60	c
				b <sub>1</sub>	144.55		d

a<sub>1</sub>: 0 L biol ha<sup>-1</sup>      b<sub>1</sub>: 0 t bocashi ha<sup>-1</sup>      b<sub>3</sub>: 15 t bocashi ha<sup>-1</sup>  
a<sub>2</sub>: 200 L biol ha<sup>-1</sup>      b<sub>2</sub>: 10 t bocashi ha<sup>-1</sup>      b<sub>4</sub>: 20 t bocashi ha<sup>-1</sup>

La Figura 1, muestra que aumentando la dosis de bocashi, tanto cuando se aplica como cuando no se aplica biol, se obtiene mayor número de macollos; esto se debería a que a mayor volumen de bocashi hay mayor concentración de nutrientes en especial de nitrógeno; en este sentido, la FAO (1983) indica que debido a la poca concentración de nutrientes los abonos orgánicos deben ser aplicados en grandes volúmenes. La figura muestra también que con la adición de biol se obtuvieron mejores resultados que cuando no se aplicó el abono orgánico foliar.

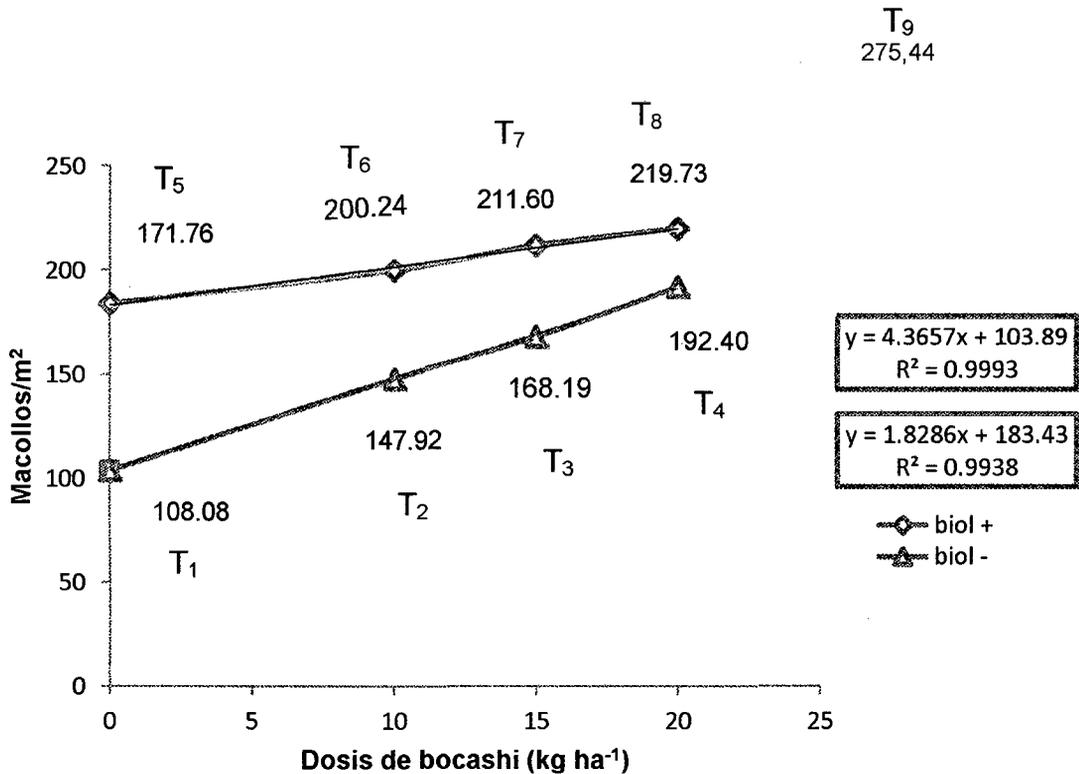


Figura 1. Influencia de los niveles de bocashi y biol en el número de macollos

**b. Número de panojas/m<sup>2</sup>**

En el Cuadro 15, se observa que la aplicación de 200 L ha<sup>-1</sup> de biol ocupó el primer lugar con 180.13 panojas/m<sup>2</sup>, estadísticamente superior a la no aplicación de biol (0 L ha<sup>-1</sup>), con 141.01 panojas/m<sup>2</sup>. Referente a las dosis de aplicación de bocashi, la aplicación de 20 t ha<sup>-1</sup>, ocupó el primer lugar con 196.25 panojas/m<sup>2</sup> existiendo diferencias estadísticas significativas con la aplicación de 15 t ha<sup>-1</sup> (182.38 de panojas/m<sup>2</sup>), con 10 t ha<sup>-1</sup> (160.50 de panojas/m<sup>2</sup>) y sin la aplicación de este material orgánico (96.00 panojas/m<sup>2</sup>). Se deduce entonces que el nivel de fertilidad del suelo no fue suficiente para satisfacer las demandas del

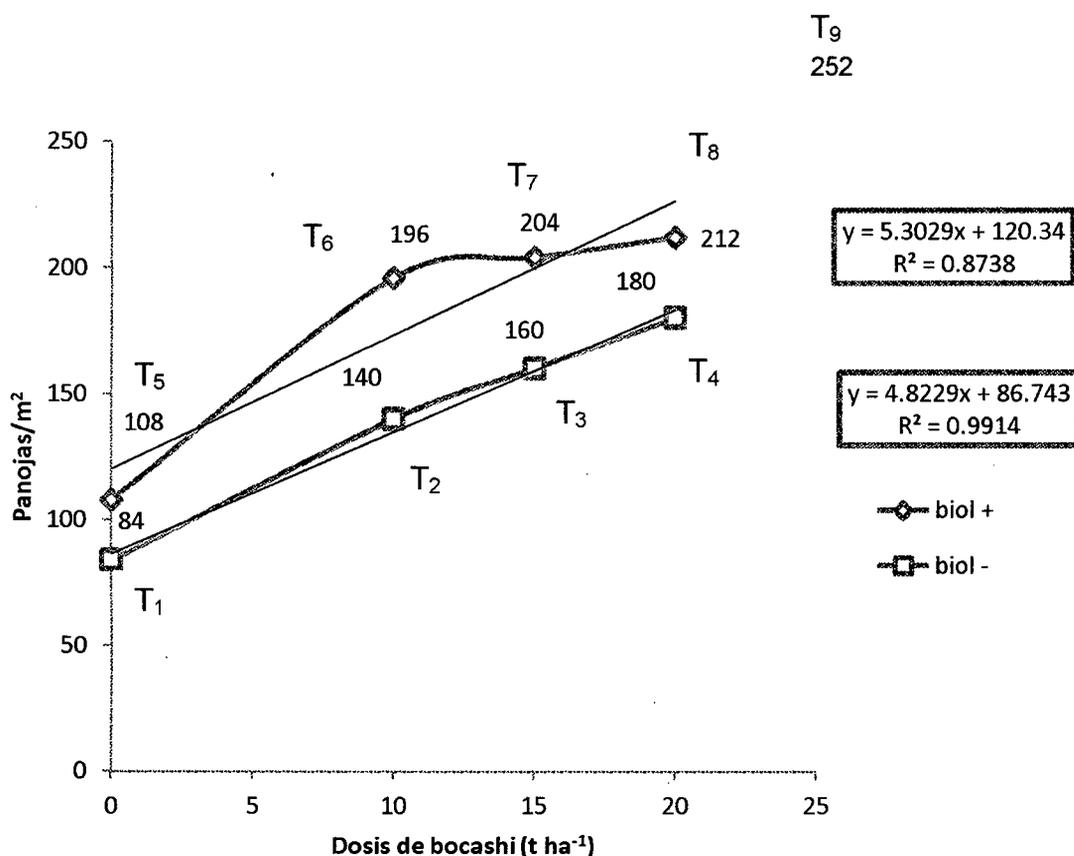
cultivo y que se requieren mayores aportes aún de Bocashi para satisfacer tales requerimientos, debido a la insuficiente descomposición del material orgánico aplicado.

**Cuadro 15.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) del efecto de los niveles de bocashi y biol en el número de panojas.

Biol				Bocashi			
Nivel	panojas/m <sup>2</sup>	Incremento	Sig.	Nivel	panojas/m <sup>2</sup>	Incremento	Sig.
a <sub>2</sub>	180.13	39.12	a	b <sub>4</sub>	196.25	100.25	a
a <sub>1</sub>	141.01		b	b <sub>3</sub>	182.38	86.38	b
				b <sub>2</sub>	160.50	64.50	c
				b <sub>1</sub>	96.00		d

a<sub>1</sub>: 0 L biol ha<sup>-1</sup>      b<sub>1</sub>: 0 t bocashi ha<sup>-1</sup>      b<sub>3</sub>: 15 t bocashi ha<sup>-1</sup>  
a<sub>2</sub>: 200 L biol ha<sup>-1</sup>      b<sub>2</sub>: 10 t bocashi ha<sup>-1</sup>      b<sub>4</sub>: 20 t bocashi ha<sup>-1</sup>

La Figura 2 muestra la tendencia cuando se aumenta la dosis de bocashi con y sin aplicación del biol. Al elevar los niveles de bocashi se aumenta el número de panojas de arroz, existiendo una tendencia lineal, es decir, que se podrían aplicar dosis mayores. También se observa que cuando se aplica Biol se obtienen mejores resultados, lo que se debería a que cuando se aplica nutrientes en forma foliar hay más eficiencia que cuando se aplica al suelo o cuando se complementa la aplicación al suelo con la aplicación foliar mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas, por la mayor absorción de nutrientes (SERRANO, 2007).



**Figura 2.** Influencia de la aplicación de niveles de bocashi y biol en el número de panojas.

Por lo analizado se corrobora lo manifestado por MEDINA (1992), es decir que se obtendrá mejor efecto cuando se aplica biol que cuando no se aplica biol en el cultivo de arroz, puesto que este abono orgánico no sólo aporta nutrientes esenciales sino también hormonas y precursores de hormonas, las que por su naturaleza química promueven el crecimiento de las plantas al mejorar el sistema radicular, por lo que mejora la absorción de nutrientes del suelo y de los abonos aplicados en esta gramínea.

Con el fin de comparar los efectos de la fertilización orgánica y la química se presenta el Cuadro 16, en el que se aprecia que la fertilización química produjo un mayor número de panojas en comparación con el promedio de los tratamientos que recibieron bocashi y biol. De ello se puede deducir, que el número de panojas se vio influenciado por la aplicación de fertilizantes químicos ya que se registró mayor número de panojas en comparación con el factorial (abonado orgánico), debido a la disponibilidad de nutrientes y cantidad aportada, coincidiendo con DE DATTA (1986). Este autor indica que mientras más rápido o en mayor cantidad se encuentren disponibles los nutrientes en especial el nitrógeno se maximizará el número de macollos y por consiguiente el de panojas.

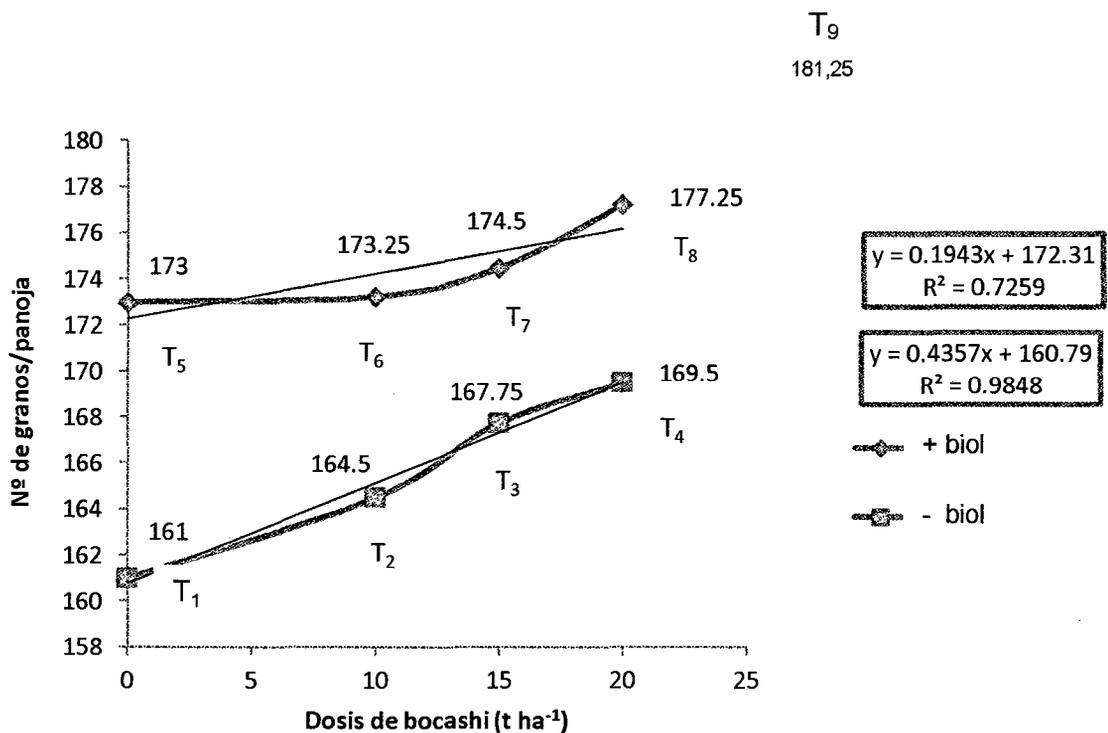
**Cuadro 16.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste fertilización química vs. factorial en el número de panojas.

Tratamientos	Panojas/m <sup>2</sup>		
	N° panojas/m <sup>2</sup>	Diferencia	Sig.
Fertilización química	252.05	91.51	a
Factorial	160.50		b

### c. Número de granos/panoja

En la Figura 3, se aprecia que cuando se aumenta la dosis de bocashi aumenta el número de granos por panoja y cuando se aplica biol se obtiene mejores resultados que cuando no se aplica este abono foliar. La influencia de

biol en el número de granos por panoja se debería por lo que menciona INIA, (2008), que debido a la composición bioquímica del biol, se debe indicar que este fitoregulador orgánico tiene acción en las siguientes aplicaciones agronómicas: activador de semillas, enraizamiento (macollamiento), acción sobre el follaje, acción sobre la floración.



**Figura 3.** Influencia de la aplicación de niveles de bocashi y biol en el número de granos/panoja.

Al respecto, SOTO (1991), plantea que el número de granos por panoja está en función de su longitud y de la densidad de ramificación, varía de 50 a 500 granos/panoja, dependiendo de la variedad, condiciones ambientales y

el nivel de nutrición al que son sometidas las plantas, haciendo hincapié que la mayoría de las variedades comerciales tienen entre 100 y 150 granos llenos por panoja, lo cual se asemeja a nuestros resultados.

Por otro lado, CIAT (1983) sostiene que la disponibilidad de nutrientes y el número de granos por panoja tiene una correlación positiva, argumentando que la actividad fotosintética durante los estados de floración hasta la maduración tiene una gran influencia en el número de granos por panoja; esto confirmaría los resultados obtenidos en este trabajo, donde a mayor cantidad de nutrientes aplicados se obtuvo mayor tamaño de panoja y por consiguiente mayor número de granos.

Cuando aplicamos bocashi observamos que el número de granos/panoja aumenta cuando la dosis de bocashi también aumenta; esto se debería a que mayor volumen de bocashi mayor concentración de nutrientes, tal como lo manifiesta la FAO (1981).

De acuerdo al Cuadro 17, para la comparación entre el Factorial vs. Testigo con fertilización química, correspondiente al número de granos por panoja, se encontraron diferencias estadísticas significativas observándose que el testigo ocupó el primer lugar con 181,250 y el factorial con 170,094 se ubicó en el último lugar. Esto quiere decir que el carácter número de granos por panoja está influenciado por la aplicación de abonos orgánicos (factorial) y la fertilización química (testigo).

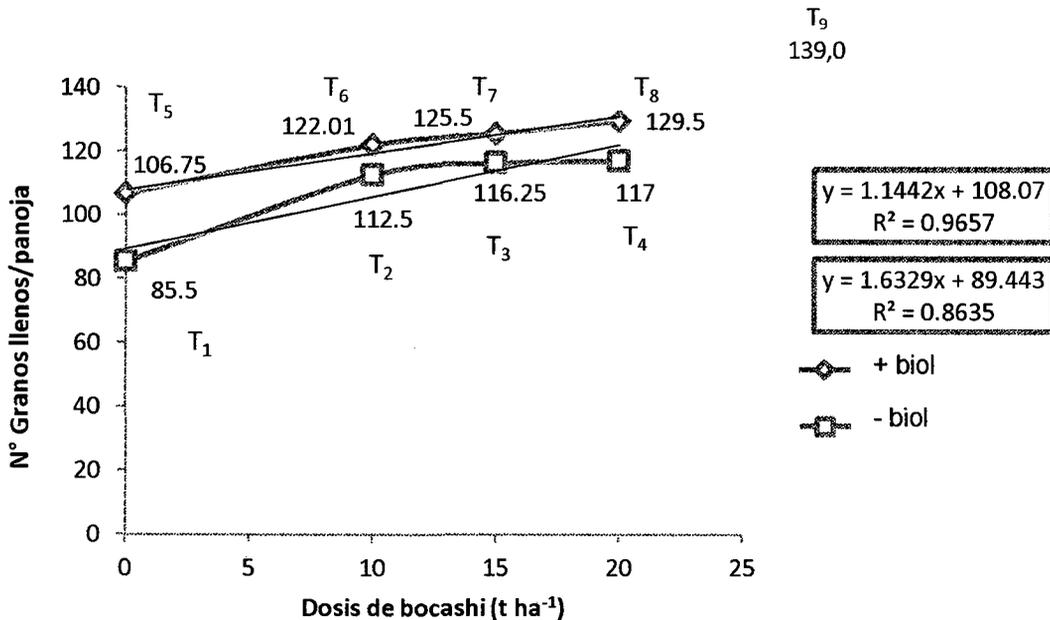
**Cuadro 17.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste fertilización química vs. factorial en el número de granos/panoja

Tratamientos	Número de granos/panoja		
	Nº granos/panoja	Diferencia	Sig.
Fertilización química	181.25	11.16	a
Factorial	170.09		b

Asimismo, estos resultados confirman lo registrado por ACOSTA y BETEMI (2006), quienes encontraron un promedio de 130.80 granos fértiles por panoja en el sistema de labranza convencional, muy semejantes a los encontrados en el presente trabajo. La aplicación complementaria de biol y bocashi no fue suficiente para poder obtener mayor cantidad de granos/panoja que el testigo (fertilización química); esto se debería a la pérdida de nutrientes por efecto de las fuertes precipitaciones y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Según el CIAT (1983), la fertilidad de las espiguillas se puede maximizar si durante la fase reproductiva la radiación solar es alta y si las plantas son sanas y vigorosas.

#### **d. Número de granos llenos/panoja**

La Figura 4, muestra que cuando se aplica bocashi y se aumenta la dosis, el número de granos llenos por panoja aumenta, y cuando se aplicó biol se logró mayor número de granos llenos/panoja, donde el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento con 200 L ha<sup>-1</sup> biol + 20 t ha<sup>-1</sup> bocashi.



**Figura 4.** Influencia de la aplicación de bocashi y biol en el número de granos llenos/panoja

El desarrollo de la panoja, es una etapa muy crítica debido a que en esta ocurre la diferenciación de las espiguillas y del número total de granos por panoja. En esta etapa las condiciones ambientales desfavorables afectan el rendimiento, al reducir el número de espiguillas diferenciadas y fértiles, según lo sostiene ALVA (2000).

De igual modo, la aplicación de fertilizantes foliares muestra mayor eficacia con respecto a la fertilización edáfica, por lo que la absorción de los nutrientes será mayor durante el crecimiento y desarrollo de las plantas y las pérdidas menores (SERRANO (2007). En tal sentido, cuando se emplea biol por vía foliar mediante pulverizaciones manuales o mediante riego por aspersión, o que se realice por vía radicular, a través de riegos por gravedad, traen consigo el

incremento notable del sistema radicular por efecto de la tiamina, entre otros componentes que se hallan en la composición de este abono orgánico, mejorando la absorción de nutrientes por el incremento del área radicular, tal como lo refiere el CENTRO UNIVERSITARIO DE CAPACITACIÓN AGROBIOGENÉTICO (1994).

Por otro lado, VERGARA (1983), menciona que el potasio es muy importante a pesar que no es un componente de ningún compuesto orgánico de la planta, pero es un cofactor de 40 o más enzimas. Cumple un rol muy importante en la multiplicación o crecimiento de las plantas, favorece la formación de vástagos y aumenta el tamaño y peso de los granos; asimismo aumenta la respuesta al fósforo, tiene una importante función en los procesos fisiológicos de la planta y confiere resistencia a ciertas enfermedades. La ausencia del potasio disminuye la actividad fotosintética y como consecuencia de esto la respiración aumenta, dando como resultado una reducción en la producción de carbohidratos.

#### **4.2. Altura de planta, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano**

El Cuadro 18, muestra el efecto de los tratamientos en las características altura de plantas, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano. Se observa que el Testigo, con fertilización química, fue superior al resto de tratamientos, confirmando lo observado en otras características ya tratadas. Al respecto, es preciso puntualizar, que la rápida disponibilidad de nutrientes por parte de los

fertilizantes químicos y la disminución de pérdidas en este sistema de secano favorecido dio como resultado un mayor aprovechamiento de los nutrientes aportados, que se vio reflejado en los resultados mostrados en el Cuadro 20, corroborándose lo manifestado por GONZÁLES (2010). Por otra parte, las características del bocashi de ser un producto parcialmente descompuesto y las condiciones a las cuales fue sometido el bocashi, como fueron las fuertes precipitaciones en este experimento, pueden haber sido limitantes para su normal mineralización y liberación de nutrientes. Esto se debe a que en un suelo reducido la descomposición de la materia orgánica se detiene, el nitrógeno es inmovilizado por los microorganismos del suelo, perdiéndose también por los procesos de desnitrificación, volatilización y lixiviación (ROGER *et al.*, 1992).

En el Cuadro 19 se muestran los efectos simples de los niveles de bocashi en cada nivel de biol y viceversa, de los niveles de biol en cada nivel de bocashi. En todas las características evaluadas, al incrementarse los niveles de bocashi se incrementaron los valores de la altura de planta y las otras características. De igual modo se aprecia que la aplicación de Biol en cada nivel de Bocashi, produjo incrementos importantes en las variables analizadas.

**Cuadro 18.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) del peso de 1000 semillas y rendimiento de grano.

Clave	Tratamientos		Altura de plantas (cm)	Sign.	Peso de 1000 semillas (g)	Sign.	Rendimiento grano (kg ha <sup>-1</sup> )	Sign.
	Biol L ha <sup>-1</sup>	Bocashi t ha <sup>-1</sup>						
T <sub>9</sub>	Testigo		110.75	a	28.51	a	9986.48	a
T <sub>8</sub>	200	20	108.50	a	28.12	b	7721.25	b
T <sub>7</sub>	0	0	104.00	ab	27.91	bc	7145.36	c
T <sub>6</sub>	200	0	98.25	bc	27.78	c	6641.56	c
T <sub>4</sub>	0	15	92.50	cd	27.68	cd	3190.65	g
T <sub>5</sub>	200	10	91.00	cd	27.50	d	5791.50	d
T <sub>3</sub>	0	15	88.00	d	27.37	e	5091.40	e
T <sub>2</sub>	0	20	83.25	e	27.15	ef	4276.13	f
T <sub>1</sub>	0	0	72.75	f	26.90	f	1932.17	h

**Cuadro 19.** Prueba de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) de los efectos simples de altura de planta, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano.

	<b>Biol L ha<sup>-1</sup></b>	<b>Bocashi t ha<sup>-1</sup></b>	<b>Altura de plantas (cm)</b>		<b>Peso de 1000 semillas (gr)</b>		<b>Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	
Biol en 0 t bocashi	200	0	91.00	a	27.68	a	3190.65	a
	0	0	72.75	b	26.90	b	1932.75	b
Biol en 10 t bocashi	200	10	98.25	a	27.78	a	6641.56	a
	0	10	83.25	b	27.15	b	4276.13	b
Biol en 15 t bocashi	200	15	104.00	a	27.91	a	7145.36	a
	0	15	88.00	b	27.37	b	5091.40	b
Biol en 20 t bocashi	200	20	108.50	a	28.12	a	7721.25	a
	0	20	92.50	b	27.50	b	5791.50	b
Bocashi en 0 L biol	0	20	92.50	a	27.50	a	5791.50	a
	0	15	88.00	ab	27.37	b	5091.40	b
	0	10	83.25	b	27.15	c	4276.13	c
	0	0	72.75	c	26.90	d	1932.75	d
Bocashi en 200 L biol	200	20	108.50	a	28.12	a	7721.25	a
	200	15	104.00	ab	27.91	b	7145.36	b
	200	10	98.25	b	27.78	c	6641.56	c
	200	0	91.00	c	27.68	c	3190.65	c

a<sub>1</sub>: 0 L biol ha<sup>-1</sup>

b<sub>1</sub>: 0 t bocashi ha<sup>-1</sup>

b<sub>3</sub>: 15 t bocashi ha<sup>-1</sup>

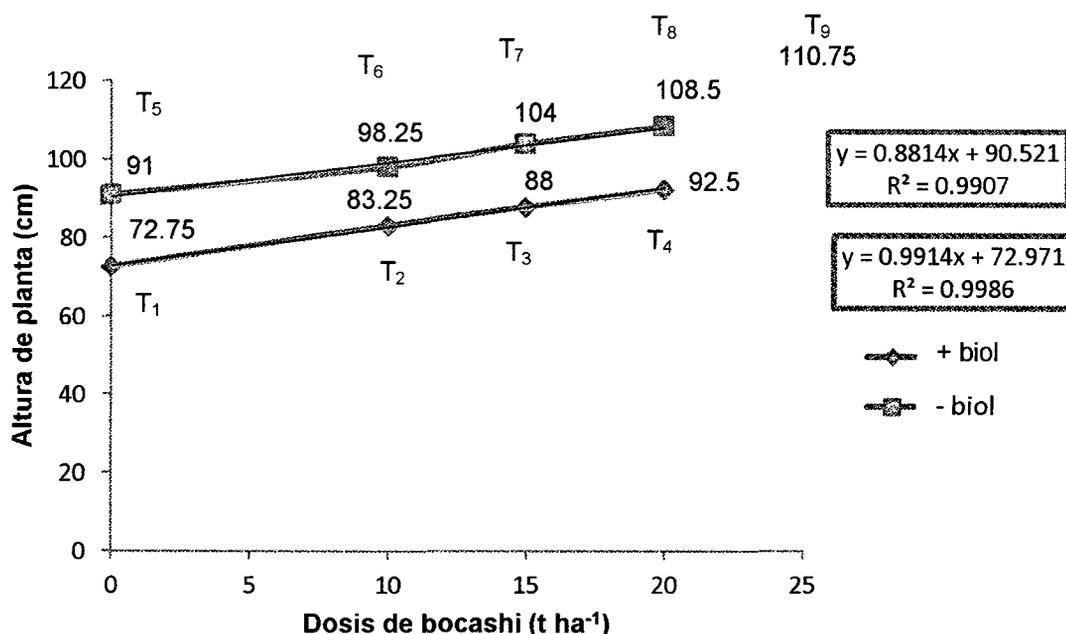
a<sub>2</sub>: 200 L biol ha<sup>-1</sup>

b<sub>2</sub>: 10 t bocashi ha<sup>-1</sup>

b<sub>4</sub>: 20 t bocashi ha<sup>-1</sup>

### a. Altura de planta

En la Figura 5 se muestra la tendencia mencionada que al aumentar la dosis de bocashi se obtiene mayor altura de las plantas de arroz, obteniéndose mejores resultados cuando se aplicó biol donde el mejor tratamiento fue el T<sub>8</sub> (200 L ha<sup>-1</sup> biol + 20 t ha<sup>-1</sup> bocashi), que obtuvo 108,50 cm de altura.



**Figura 5.** Influencia de la aplicación de bocashi y biol en la altura de planta

El parámetro altura de planta fue influenciado directamente por la aplicación de abonos orgánicos y la fertilización química en campo definitivo, ya que en almácigo no se aplicó, porque se sembró al presentar tres hojas verdaderas, donde las plántulas viven de las reservas del endospermo hasta presentar tres hojas verdaderas (15 días), según lo confirman GONZÁLES y ZAMORANO (2009).

Por otro lado, aun cuando la altura de las plantas en esta variedad tiene influencia genética, sin embargo el grado de nutrición, tipo de suelo, condiciones climáticas, entre otros, influyen en la expresión de la altura de la planta, tal como lo manifiesta DE DATTA (1986).

Con fines comparativos entre la fertilización inorgánica y la orgánica, se presenta el Cuadro 20 del análisis entre el promedio del factorial (tratamientos con bocashi) y el testigo (fertilización inorgánica), Se observa que el testigo fue superior logrando 110.75 cm en comparación con el factorial que logró 92.28 cm.

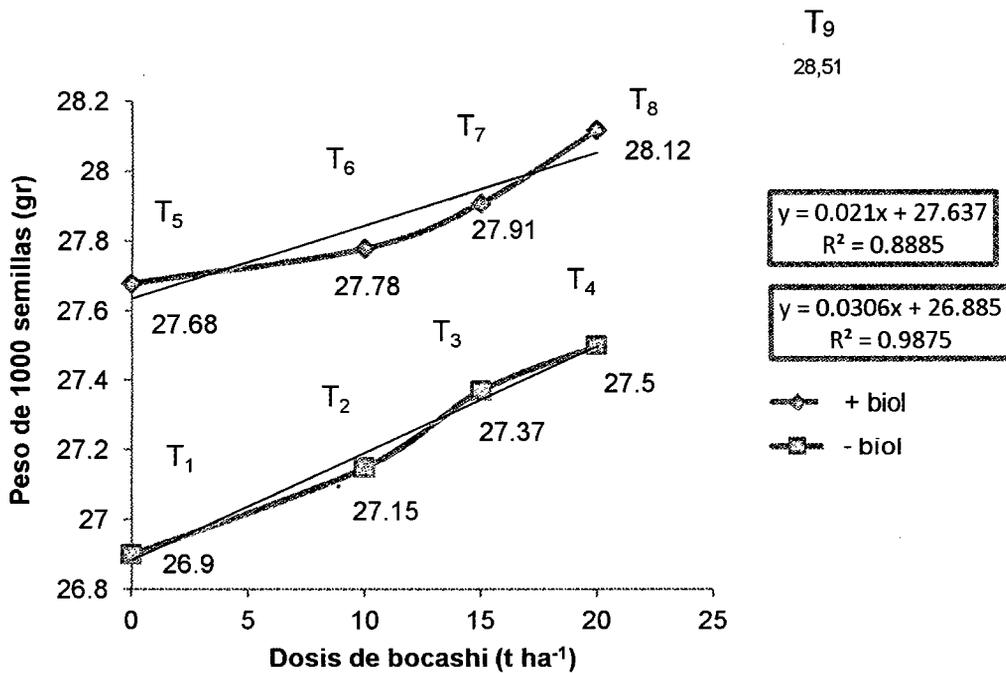
**Cuadro 20.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste fertilización química vs. factorial de la altura de planta

Tratamientos	Altura de planta	
	(cm)	Significación
Fertilización química	110.75	a
Factorial	92.28	b

Por la abundancia de nitrógeno y rápida disponibilidad de nutrientes el testigo (fertilización química) logró mayor crecimiento en comparación con el abonado orgánico (factorial), bajo el sistema de secano favorecido descrito por MIRANDA (2009). Respecto a la eficiencia de los fertilizantes químicos DE DATTA (1986), menciona que no sólo aumenta la altura sino también el grosor de las hojas, granos, número de espiguillas, número de panojas, etc.

### b. Peso de 1000 semillas

Como en los casos anteriores, la Figura 6, muestra que cuando se aumentó las dosis de bocashi, se obtuvo incremento en el peso de las semillas, pero cuando se aplicó biol los resultados fueron mejores aun, lo que se debería a la concentración de nutrientes y fitoreguladores que tiene este abono orgánico, lo que incrementa el crecimiento radicular, ahijamiento y la actividad fotosintética.



**Figura 6.** Influencia de la aplicación de bocashi y biol en el peso de 1000 semillas

Al respecto DE DATTA (1986) señala que el grado de nutrición influye bastante en el llenado y peso del grano, ya que a mayor aporte de nutrientes habrá mayor formación de compuestos en los granos de arroz.

De igual manera, para obtener mayor peso en los granos se debe de nutrir a la planta en las etapas adecuadas y con las cantidades de potasio, ya que es el nutriente responsable de transportar los hidratos de carbono producidos vía fotosíntesis en las hojas e incrementar el peso de los granos, por lo que es necesario complementar la fertilización con abonos foliares a base de potasio y fósforo, tal como lo indica VERGARA (1983).

Comparativamente con lo obtenido en nuestro experimento en el que se alcanzó valores entre 26.9 y 28.1, TINARELLI (1989) señala que el peso de granos varía entre 20 y 28 g por 1000 granos, es decir 2.00 a 2.80 g por 100 granos, que son límites para definir como muy pesado y moderadamente pesado cualquier tipo de arroz. El rendimiento en granos enteros varía en función de la variedad y el grado de maduración, por lo que una maduración imperfecta puede producir menor peso específico y unitario de la semilla, coincidiendo con nuestros resultados que se encuentran entre este rango, de 20 a 28 g por 1000 granos.

Los altos rendimientos con la aplicación de bocashi se dió por un aprovechamiento de nutrientes del gran volumen aplicado y por la disponibilidad de nutrientes bajo el sistema de secano favorecido manteniéndole a capacidad de campo. Es probable, como sostiene EMMUS (1991), que la materia orgánica mejora las propiedades físicas del suelo, favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, aumenta la porosidad y permeabilidad, incrementa su capacidad de retención de agua en el suelo y los suelos se vuelven más esponjosos. Mejora las propiedades químicas, aumenta el contenido de macronutrientes N, P, K y micronutrientes, incrementa la capacidad

de intercambio catiónico (C.I.C) y se constituye en un almacén de nutrientes para los cultivos. También mejora la actividad biológica del suelo, actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

Cabe resaltar que el arroz es propio de suelos inundados de gran adaptabilidad a suelos con déficit de oxígeno; por ello el experimento no se realizó en suelos inundados, ya que como menciona ROGER, *et al.* (1992) en estos suelos es mayor la putrefacción, difícil descomposición de la materia orgánica, fijación heterotrófica de nitrógeno, desnitrificación y reducción del hierro. En suelos inundados el nitrógeno, tiene un gran potencial para perderse por desnitrificación, volatilización y lixiviación; la pérdida por desnitrificación es principalmente un proceso microbiológico y la pérdida por volatilización, resulta de procesos químicos causados por un marcado incremento del pH en suelos inundados como consecuencia de la actividad de algas.

De acuerdo al Cuadro 21, para el análisis del factorial vs. testigo, correspondiente al peso de 1000 semillas, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre estos dos tratamientos por la superioridad estadística del testigo (28.51 g) sobre el factorial (27.55 g) en el carácter peso de 1000 semillas.

**Cuadro 21.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste fertilización química vs. factorial en el peso de 1000 semillas.

Tratamientos	Peso de 1000 semillas	
	(g)	Significación
Fertilización química	28.51	a
Factorial	27.55	b

El mejor efecto de la fertilización química en el peso de 1000 semillas se debió a la disponibilidad de nutrientes que aportó, que son absorbidos por las plantas y pasan a formar parte de los compuestos que componen al grano como almidones y proteínas, donde además no existió pérdida de nutrientes por las condiciones de secano favorecido prevalecientes en el experimento, tal como lo menciona DE DATTA (1986).

### c. Rendimiento de grano

En el Cuadro 22 del Anexo en el que se presenta el ANVA general de las variables altura de planta, peso de 1000 semillas, rendimiento de grano y calidad molinera, se observa que en todos los casos se obtuvo significación estadística en todas las fuentes de variación.

En el Cuadro 22 y Figura 7 se presentan los rendimientos alcanzados por el arroz por la aplicación de bocashi y biol, observándose que: la aplicación de 200 L ha<sup>-1</sup> de biol, ocupó el primer lugar en rendimiento de grano con 6252.72 kg ha<sup>-1</sup>, estadísticamente superior a la aplicación de 0 L ha<sup>-1</sup>, con 4170.03 kg ha<sup>-1</sup>. Es

evidente que la aplicación de biol aceleró el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando la producción y productividad de las cosechas; asimismo aumenta la resistencia a plagas y enfermedades y promueve el mejor desarrollo de raíces, hojas y frutos (INIA, 2008).

Referente a las dosis de aplicación de bocashi, la dosis de 20 t ha<sup>-1</sup>, ocupó el primer lugar con 6739.69 kg ha<sup>-1</sup> de grano existiendo diferencias estadísticas significativas con la aplicación de 15 t ha<sup>-1</sup>, con 6037.75 kg ha<sup>-1</sup>, con la aplicación de 10 t ha<sup>-1</sup>, con 5350.84 kg ha<sup>-1</sup> de grano y con 0 t ha<sup>-1</sup> que logró 2717.21 kg ha<sup>-1</sup> de grano. Esto se debió a la mayor cantidad de bocashi aplicado con respecto a los demás niveles.

**Cuadro 22.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) del efecto de los niveles de bocashi y biol en el rendimiento de grano.

Biol				Bocashi			
Rendimiento de grano				Rendimiento de grano			
Nivel	(kg ha <sup>-1</sup> )	Inc.	Sig.	Nivel	(kg ha <sup>-1</sup> )	Inc.	Sig.
a <sub>2</sub>	6252.72	2082.67	a	b <sub>4</sub>	6739.69	701.94	a
a <sub>1</sub>	4170.03		b	b <sub>3</sub>	6037.75	686.91	b
				b <sub>2</sub>	5350.84	2633.63	c
				b <sub>1</sub>	2717.21		d

a<sub>1</sub>: 0 L biol ha<sup>-1</sup>      b<sub>1</sub>: 0 t bocashi ha-1      b<sub>3</sub>: 15 t bocashi ha-1  
a<sub>2</sub>: 200 L biol ha<sup>-1</sup>      b<sub>2</sub>: 10 t bocashi ha-1      b<sub>4</sub>: 20 t bocashi ha<sup>-1</sup>

Al respecto, ANGLADETTE (1975) manifiesta que la aplicación de abonos orgánicos se realiza de acuerdo al cultivo, a las necesidades del cultivo y tipo de suelo, por lo que las cantidades pueden variar.

Asimismo, es necesario puntualizar que para el cultivo de arroz no existe reportes de las cantidades usadas de estos tipos de abonos en la producción de este cereal. Asimismo los análisis químicos indican que tanto el suelo como los abonos poseen baja cantidad de nutrientes esenciales, como el nitrógeno (Cuadro 5), por lo que se utilizó altas cantidades de biol y bocashi para satisfacer las necesidades nutricionales de este cultivo en la producción de granos, tal como lo recomienda FAO (1983).

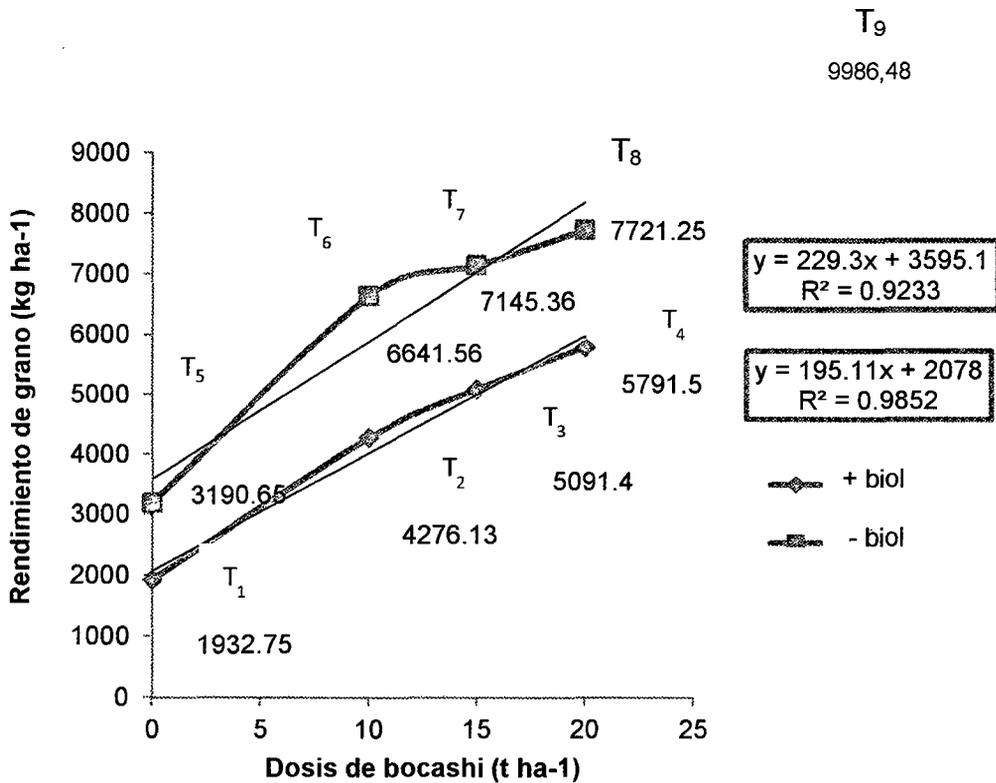
En el ensayo realizado, con la incorporación de bocashi al suelo se logró suministrar los nutrientes necesarios al sistema radicular más la aplicación foliar con biol, lográndose complementar el abonado, ya que es fundamental agregar los nutrientes por vía foliar, además el biol aparte de contener nutrientes tiene fitoreguladores de crecimiento como hormonas (que inducen el incremento radicular), vitaminas y minerales (CLAURE, 1992).

Estos datos difieren de lo obtenido por VALENCIA (2001), quien obtuvo rendimientos de  $1794 \text{ kg ha}^{-1}$  con la aplicación de  $4000 \text{ kg ha}^{-1}$  de humus, en un suelo ácido degradado de Pumahuasi, y concluyó que mientras mayor sea la cantidad aplicada mayor será el rendimiento por hectárea. Asimismo en la interacción roca bayoyar (fuente de fosforo) más humus, obtuvo  $2,402 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Con estos resultados concluyó que una complementación de abonos favorece los rendimientos.

En términos generales, los rendimientos alcanzados por cualquiera de los tratamientos, fueron muy inferiores al rendimiento potencial de 10 t ha<sup>-1</sup> que es característica de la variedad que indica el Cuadro 1.

Confirmando los resultados anteriores de otras características evaluadas, la Figura 7 muestra que al aumentar la dosis de bocashi se elevó el rendimiento de grano, y que la aplicación de biol además del bocashi se logró un efecto sinérgico.



**Figura 7.** Influencia de la aplicación de bocashi y biol en el rendimiento de grano.

De acuerdo al Cuadro 23, para el análisis del factorial vs. testigo, correspondiente al rendimiento de grano, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre estos dos tratamientos, siendo el testigo (fertilización química) superior ( $9986.48 \text{ kg ha}^{-1}$ ) al factorial ( $5211.38 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Esto confirma que por la solubilidad de sus nutrientes la fertilización química tuvo mayor eficiencia que la orgánica.

**Cuadro 23.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste fertilización química vs. factorial en el rendimiento de grano.

Tratamientos	Rendimiento de grano	
	( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Significación
Fertilización química	9986.48	a
Factorial	5211.38	b

Al parecer las condiciones de secano favorecido influyó bastante en el efecto de los abonos orgánicos como bocashi, ya que bajo estas condiciones la materia orgánica aumenta la capacidad de absorción y retención de agua útil para las plantas, fomentan la aireación sobre todo en los suelos arcillosos, mientras que en suelos arenosos estimula la agrupación de partículas del suelo, ya que las sustancias orgánicas ejercen una acción muy favorable en la estructura del suelo, corroborándose lo manifestado por MACHADO (1983). Sin embargo, ello no fue suficiente para superar el efecto del abonado químico.

Por otro lado, las pérdidas de nitrógeno con los fertilizantes químicos en suelos de inundación es de casi el 80% de lo aplicado, ya que el nitrato pasa a la forma gaseosa ( $N_2$  y  $N_2O$ ), que escapan finalmente al aire; esta pérdida de nitrato en gas nitrógeno se denomina desnitrificación. En condición de secano favorecido se disminuyó la pérdida de nitrógeno de los fertilizantes químicos (GONZÁLES, 2010).

Por un largo tiempo los experimentos de fertilización en Japón, Filipinas y muchos otros lugares han revelado que la mitad a dos terceras partes del nitrógeno químico puede ser reemplazado con nitrógeno orgánico de fuentes, tales como el estiércol, compost, abono verde y paja de arroz, sin ninguna reducción de los rendimientos y sin causar daños al medio ambiente, fuentes de agua y la salud humana (HERNÁNDEZ, 1969).

#### **4.3. Análisis económico**

En el Cuadro 24, se presenta el costo de producción que conlleva la producción de arroz orgánico y convencional, el que resulta elevado cuando se usa abonos orgánicos por la excesiva mano de obra utilizada en comparación con una producción convencional. Se observa que el testigo (fertilización química) obtuvo el mejor beneficio costo en comparación con los demás tratamientos, debido a que los volúmenes aplicados de fertilizantes químicos son menores y a que su alta solubilidad y fácil absorción por las raíces de las plantas de arroz permitieron mayores rendimientos.

Los resultados obtenidos rendimiento y beneficio costo se asemejan al registrado por ACUÑA (2008), quien en los costos de producción obtuvo S/. 5850.25 Nuevos Soles para la obtención de 10,000 kg ha<sup>-1</sup> de arroz en cáscara de diversas variedades y líneas comerciales en un sistema convencional. Cabe indicar que el costo de producción varía, ya que una mayor producción, significa una mayor aplicación de insumos, mayor técnica utilizada, etc.

Con la aplicación de biol y bocashi el beneficio costo fue negativo por los altos costos de producción que conlleva la producción orgánica; el tratamiento con 200 L biol y 10 t bocashi ha<sup>-1</sup>, obtuvo una menor pérdida a comparación de los demás tratamientos, pero los costos disminuyen cuando el propio agricultor prepara sus abonos ya que no estará gastando S/. 500,00 Nuevos Soles sino S/. 180,00 Nuevos Soles por una tonelada de bocashi y el precio del arroz orgánico para el mercado internacional es de 6.00 – 15.00 Nuevos Soles el kilogramo. Tomando estas consideraciones el beneficio costo ya no sería negativo, sino al contrario sería un beneficio muy alto.

El precio del arroz varía con respecto a la variedad, calidad de grano, etc.; en el mercado local el precio del arroz en cáscara convencional varía entre S/. 0.60 – 0.90 Nuevos Soles. Al contrario del arroz convencional el mercado del arroz orgánico es especial y riguroso ya que la producción se destina al extranjero y pasa por rigurosos controles de calidad. El precio estimado del arroz orgánico varía entre S/. 6.00 – 15.00 Nuevos Soles, dependiendo de la variedad, calidad y si la venta se realiza a nivel local, en Lima o para embarque al extranjero.

**Cuadro 24.** Cuadro comparativo de costos, valor de producción, rentabilidad y beneficio/costo

Tratamientos		Rendimiento kg	Valor de la	Costo de la	utilidad	Rentabilidad	Beneficio/costo
Bocashi	Biol	en cáscara (kg ha <sup>-1</sup> )	producción (s./ha)	producción (s./ha)	neta (s./ha)	directa (%)	
0 t ha <sup>-1</sup>	0 L ha <sup>-1</sup>	1932.17	1545.74	4818.00	-3272.26	-0.68	0.32
10 t ha <sup>-1</sup>	0 L ha <sup>-1</sup>	4276.13	3420.90	11823.00	-8402.1	-0.71	0.29
15 t ha <sup>-1</sup>	0 L ha <sup>-1</sup>	5091.40	4073.12	14613.00	-10539.88	-0.72	0.28
20 t ha <sup>-1</sup>	0 L ha <sup>-1</sup>	3190.65	2552.52	17403.00	-14850.48	-0.85	0.15
0 t ha <sup>-1</sup>	200 L ha <sup>-1</sup>	5791.50	4633.20	6893.00	-2259.8	-0.33	0.67
10 t ha <sup>-1</sup>	200 L ha <sup>-1</sup>	6641.56	5313.25	12473.00	-7159.75	-0.57	0.43
15 t ha <sup>-1</sup>	200 L ha <sup>-1</sup>	7145.36	5716.29	15263.00	-9546.71	-0.63	0.37
20 t ha <sup>-1</sup>	200 L ha <sup>-1</sup>	7721.25	6177.00	18053.00	-11876	-0.66	0.34
T <sub>9</sub> (Testigo)		9986.48	7989.18	5752.80	2236.38	0.39	1.39

$$Rentabilidad\ directa = \frac{Utilidad\ neta}{Costos\ de\ produccion} \times 100$$

Precio de venta de 1 kg de arroz en cáscara= S/. 0.80 Nuevos Soles.

## V. CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de biol, se logró mayor rendimiento de arroz en cáscara alcanzándose  $6,252.72 \text{ kg ha}^{-1}$ , siendo superior al rendimiento alcanzado cuando no se aplicó biol, que logró  $4,170.03 \text{ kg ha}^{-1}$ .
2. Cuando se aplicaron diferentes dosis de bocashi, se logró mayor rendimiento de arroz en cáscara con la aplicación de  $20 \text{ t ha}^{-1}$ , obteniéndose  $6,739.69 \text{ kg ha}^{-1}$ .
3. Con la aplicación conjunta de bocashi y biol se encontró mayor rendimiento cuando se aplicó  $200 \text{ L ha}^{-1}$  biol más  $20 \text{ t ha}^{-1}$  bocashi, que logró  $7,721.25 \text{ kg ha}^{-1}$ .
4. Con la fertilización química se obtuvieron los mayores rendimientos y el mejor beneficio/costo de 2.11 en comparación con los demás tratamientos a los cuales se les aplicó biol y bocashi que no resultaron rentables.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Repetir el experimento en otras zonas arroceras de la selva peruana para tener más experiencia en el uso de abonos orgánicos en la producción de arroz.
2. Evaluar dosis más altas de bocashi y de biol de las evaluadas en este experimento para determinar la dosis adecuada.
3. Evaluar frecuencias de riego en la producción de arroz orgánico y convencional y no mantenerlo inundado.
4. Comparar rendimientos de una producción de arroz con abonos orgánicos y fertilización química tradicional con riego pesado.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de Julio a Diciembre del 2011, en la localidad de Tingo María, ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con la finalidad de determinar el efecto de diferentes dosis de biol y bocashi, y sus interacciones en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo condiciones de secano favorecido y, determinar su análisis económico en comparación con la producción convencional.

El campo experimental se ubicó en el Fundo Agrícola de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, realizándose la siembra cuando las plántulas presentaban 15 días de almacigado con un distanciamiento de 25 x 25 cm entre plantas e hileras.

Los componentes en estudio estuvieron constituidos por dos niveles de biol ( $a_1= 0 \text{ L ha}^{-1}$ ,  $a_2= 200 \text{ L ha}^{-1}$ ) y cuatro de bocashi ( $b_1= 0 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $b_2= 10 \text{ t ha}^{-1}$ ,  $b_3= 15 \text{ t ha}^{-1}$ ,  $b_4= 20 \text{ t ha}^{-1}$ ). El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2A x 4B más un testigo adicional con Fertilización química (190 – 95 – 0), utilizándose la prueba de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) para la comparación de medias.

Cuando se aplicó biol, se logró mayor rendimiento de arroz en cáscara donde se alcanzó  $6,252.72 \text{ kg ha}^{-1}$ , siendo superior a los tratamientos a los que no se aplicó biol, que logró  $4,170.03 \text{ kg ha}^{-1}$ . Con la aplicación de bocashi, se logró mayor rendimiento de arroz en cáscara con la aplicación de  $20 \text{ t ha}^{-1}$ , que

obtuvo 6 739.69 kg ha<sup>-1</sup>. Combinados, bocashi y biol se encontró mayor rendimiento cuando se aplicó 200 L ha<sup>-1</sup> biol más 20 t ha<sup>-1</sup> bocashi, que logró 7,721.25 kg ha<sup>-1</sup>, siendo superior a las demás combinaciones. El testigo (fertilización química), obtuvo el mejor beneficio/costo con 2.11, en comparación con los demás tratamientos a los cuales se les aplicó biol y bocashi que no resultaron rentables.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, P. y BETEMI, D. 2006. Efecto de dos sistemas de labranza y tres niveles de fósforo y potasio sobre la productividad de arroz, variedad Jumás st, en un suelo con altas concentraciones de hierro [Enlínea]:<http://itecu.edu.delarticulo%.20para.20revista/documento.efectos,labranza.htm>.
2. ACUÑA, E. 2008. Evaluación de 14 líneas y dos variedades en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo riego en Tingo María. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 58 p.
3. AGUIRRE, A. 1963. Suelos, abonos y enmiendas. Editorial DOSSAT, S.A. Madrid, España. Pp. 37.
4. ALVA, A. 2000. Manejo integrado del cultivo de arroz. Editorial CODESE-L. Chiclayo, Perú. 358 p.
5. ANGLADETE, A. 1975. El arroz. Blume. Madrid, España. 870 p.
6. CENTRO UNIVERSITARIO DE CAPACITACIÓN AGROBIOGENÉTICO, 1994. Técnicas de Muestreo: BIOL y BIOSOL y plantas de cultivo. Programa para la difusión de Energías Renovables. Cochabamba, Bolivia. Pp:34-35
7. CIAT. 1983. Recuento de las principales actividades en el cultivo de arroz. Cali, Colombia. 112p.

8. CIEPE, A. 1998. Programa de evaluación y estabilización de los parámetros de calidad del arroz, aplicados por las agroindustrias arroceras en Venezuela. San Felipe, Venezuela. 30p
9. CLAURE, C. 1992. Manejo de efluentes. Proyecto BIOGAS. Cochabamba, Bolivia. 9-11p.
10. DE DATTA, S.K. 1986. Principles and practices of rice production. New York, Wiley-interscience. USA. 618p.
11. EMMUS, P. 1991. Resumen de la Conferencia internacional sobre evaluación y monitoreo de la calidad del suelo. Rodale Institute. p 11 –13.
12. ESCURRA, P. 1996. Cultivo de arroz. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Separata de estudio. Lambayeque, Perú. 52 p.
13. FAO, 1983. El reciclaje de materia orgánica en la agricultura de América Latina. Boletín de Suelos FAO. N° 51. Roma. 253 p.
14. GIL, M.; RUEDA. P; SALGADO, A. y VARELA, B. 2006. Guía de uso de la tecnología EM. Bogotá, Colombia. p. 2-6.
15. GONZÁLES, H. 2010. Manual técnico: Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el Perú. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. 26 p.
16. GONZÁLEZ, N. y ZAMORANO, D., 2009. El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Chile. 43 p.

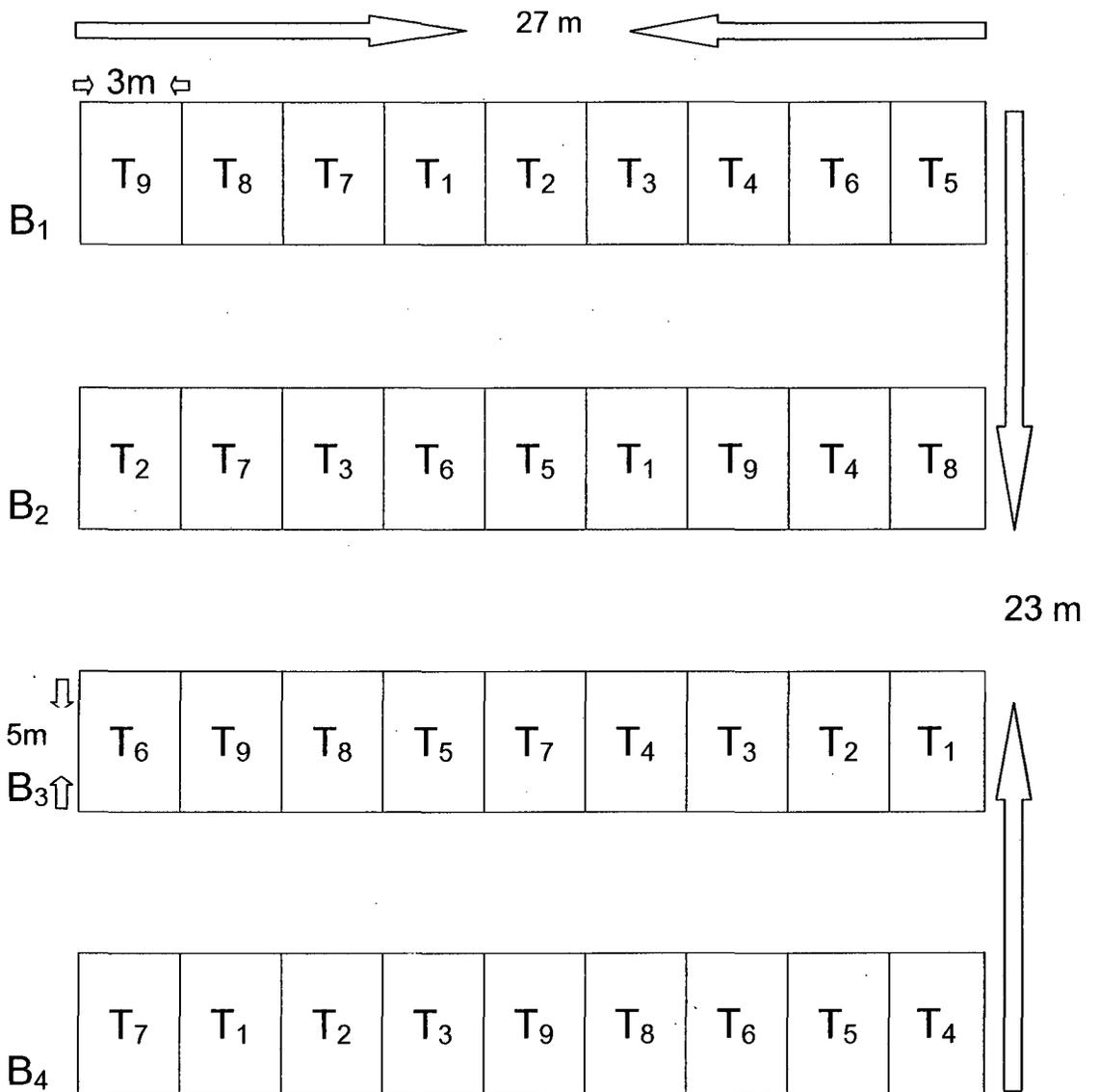
17. GUERRA, A.; LÓPEZ, P. y MONTES DE OCA, F. 1995. Fertilización órgano mineral en un suelo de baja fertilidad. Resúmenes I Taller Nacional sobre Desertificación. Guantánamo, Cuba. p. 58.
18. HACIENDA "EL POTRERO SAC.", 2010. Boletín informativo de semillas. Comité departamental de semillas de Lambayeque, Perú. p. 8.
19. HERNÁNDEZ, L.J. 1969. Desarrollo y fisiología de la planta de arroz. Programa Nacional de Arroz. Lambayeque, Perú. 29-26 p.
20. HOLDRIDGE, R.L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José. Costa Rica. 216 p.
21. INIA. 2008. Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la Agrobiodiversidad. Puno-Perú. 8-11p.
22. INSTITUTO DE DESARROLLO AGRARIO DE LAMBAYEQUE. 1994. Cultivo de arroz. Estación Experimental Agropecuario Vista Florida. Boletín técnico. Chiclayo, Perú. Pp: 2-3.
23. MACHADO, M. 1983. Efecto de adubação orgánica y mineral na producao do arroz irrigado e nas propriedades químicas e físicas do solo de Pelotas. Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Brasil) 18(6): 583-591.
24. MASAKI, S. ALVARADO, A. y LI KAM, A. 1994. Curso básico de agricultura orgánica. Proyecto de Agricultura Orgánica, UCR-JOCV. Cali-Colombia. 30 P.

25. MEDINA, V.A. 1992. Biol y biosol en la agricultura. Programa Especial de Energías. UMSS-GTZ. Cochabamba, Bolivia. [En línea]: (<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/357/1/T2732.pdf>), visto el 28 de Julio, 2012).
26. MIRANDA, C., 2009. Tecnología de manejo del arroz. INIA. Estación Experimental Agraria Santa Ana. Revisión e impresión UEA-EEA Santa Ana-INIA Tingo María, Perú. Pp. 03-04.
27. ROGER, P.A.; ZIMMERMANN, W.J. y LUMPKIN, T.A. 1992. Soil microbial ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management, edited by F. Blaine Metting, Jr. pp. 417-447.
28. SÁNCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico. Edit. Camacho. Lima-Perú. 634 p.
29. SERRANO, G. 2007. Fertilizantes foliares de maíz. [En línea]; ([www.semillasdemaiz.com](http://www.semillasdemaiz.com). documento, 20 de Jun. 2012).
30. SOTO, B. 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.
31. TINARELLI, A. 1989. El arroz. Trad. Ramón Miguel Carreras Ortells. 2da Ed. Ediciones Mundi-Prensa. ISSP. España. 240 p.
32. UPHOFF, N. 2001. Implicancias agroecológicas del sistema innovador del cultivo de arroz. Cornell International Institute for Food Agriculture USA.

[Enlínea]:([http://cip.org/información\(documentos\(pub/innovcatesc\(sriitria.pdf. documento, 20 de Jun. 2012\).](http://cip.org/información(documentos(pub/innovcatesc(sriitria.pdf. documento, 20 de Jun. 2012).))

33. VALENCIA, M. 2001. Efecto residual del humus y roca fosfórica en la absorción de nutrientes y rendimientos del arroz (*Oryza sativa* L.) de secano en un Dystropept. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 61p.
34. VERGARA, V.R. 1983. Influencia de factores climáticos en el cultivo de arroz en el Perú. Informativo arrocero. Chiclayo, Perú. 2(6) 8:16.

## **IX. ANEXO**



**Figura 8.** Distribución de los tratamientos en el área experimental en el Fundo Agrícola de la Facultad de Agronomía- UNAS.

**Cuadro 25.** Presupuesto para la producción de arroz orgánico y convencional

Actividades/Insumos	Arroz orgánico		Arroz convencional	
	Costo unitario	Costo total	Costo unitario	Costo total
<b>Insumos</b>				
Bocashi (t ha-1)	500	5000	-	-
Biol (L)	3	600	-	-
Urea	-	-	82	604
superfosfato triple	-	-	90	0
cloruro de potasio	-	-	95	320
Nutrigen K y P	-	-	25	150
Semilla (40 kg)	100	175	100	175
<b>Actividades</b>				
<b>Almacigo</b>				
Preparación del terreno	50	50	250	50
Remojo y abrigado	25	25	25	25
Voleo de la semilla	25	25	25	25
Control sanitario	45***	135	80	80
Abonamiento	37	37	50	50
Saca de semilla	30	105	30	105
<b>Campo definitivo</b>				
Limpieza, destronque	25	125	25	25
Arado	150	150	150	150
Rastra	200	200	200	200
Levantamiento de camellones (reforzamiento)	25	25	25	25
Drenajes	50	50	50	50
Batida del terreno	150	150	150	150
Siembra	20	400	20	400
<b>Control de malezas</b>				
Jornales por aplicación	0	0	25	25
Inicio de siembra	0	0	25	25
Jornales de aplicación	0	0	25	25
Macollamiento	20**	800	15	15
Inicio floración (control manual)	20	400	30	30
<b>Control de Plagas</b>				
Jornales de aplicación	25****	100	25	25
Macollamiento	10****	40	56	56
Jornales de aplicación			25	25
Floración			56	56
Jornales de aplicación	25**	50	0	0
Llenado de grano (orgánico)	10**	20	0	0
<b>Control de patógenos</b>				
Jornales de aplicación	25****	100	0	

Macollamiento	10****	40	90	90
Jornales de aplicación	25**	50	0	0
Floración	10**	20	90	90
Jornales de aplicación	0	0	0	0
Llenado de granos (orgánico)	10**	20	0	0
<b>Abonamiento</b>				
Antes de la siembra	20	100		0
Macollamiento (radicular)	4	200	4	30
Macollamiento (foliar)	25	25	0	30
Repase	4	80	4	20
Floración/llenado de grano (radicular)	4	200	4	30
Floración/llenado de grano (foliar)	25	25	0	30
<b>Post - Cosecha</b>				
cosecha	600	500	600	600
Llenado y cargado	12	94	12	131
Secado, pilado	8.5	873	8.5	1329
Selección	3	308	0	0
envasado	1.2	123	1.2	187
Transporte	10	1020	0	0
<b>Total (Nuevos Soles)</b>		<b>12510.20</b>		<b>5752.80</b>

\*= Número de aplicaciones

**Cuadro 26.** Análisis de variancia de altura de plantas, peso de 1000 semillas, rendimiento de grano y calidad molinera.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios			
		Altura de plantas	Peso de 1000 semillas	Rendimiento de grano	Calidad molinera
Bloques	3	19.44**	0.01**	1823975.04**	1.00**
Tratamientos	8	714.00**	0.98**	23883765.28**	41.03**
Factorial	7	626.56**	0.65**	15695144.06**	32.21**
A	1	2850.13**	3.28**	34700517.84**	120.13**
B	3	495.79**	0.41**	24690505.81**	29.08**
AxB	3	16.13**	0.02**	364657.72**	6.04**
Fact. Vs test	1	1326.13**	3.28**	81204113.81**	102.72**
Error experimental	24	9.35	0.00	50073.37	0.25
Total	35				

\* = Significativo  
 \*\*= Altamente significativo

CV= 3.27%    CV= 0.03%    CV= 3.90%    CV= 0.75%

**Cuadro 27.** Análisis de variancia de los efectos simples del número de macollos, panojas, granos/panoja y granos llenos/panoja.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios			
		Macollos/m <sup>2</sup>	Panojas/m <sup>2</sup>	Granos/panoja	Granos llenos/panoja
A en b <sub>1</sub>	1	50.00**	4.50**	288.00**	1984.50**
A en b <sub>2</sub>	1	21.13**	24.50**		465.13**
A en b <sub>3</sub>	1	15.13**	15.13**	91.13**	338.00**
A en b <sub>4</sub>	1	6.13**	8.00**	120.13**	351.13**
B en a <sub>1</sub>	3	21.73**	26.73**	56.23**	754.50**
B en a <sub>2</sub>	3	3.83**	36.67**	15.17**	112.67**
̄Error Experimental	24	0.16	0.14	0.25	0.80

\* = Significativo  
A= Niveles de biol

\*\*= Altamente significativo  
B= Niveles de bocashi

**Cuadro 28.** Análisis de variancia del número de macollos, panojas, número de granos/panoja y número de granos llenos/panoja.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios			
		N° macollos	N° panojas	Granos/panoja	Granos llenos/panoja
Bloques	3	2.40**	5.56**	6.00**	6.07**
Tratamientos	8	36.25**	44.25**	159.75**	927.76**
Factorial	7	22.57*	33.96**	119.35**	752.28**
A	1	81.28**	47.53**	621.28**	2664.50**
B	3	21.86**	61.87**	61.03**	709.08**
AxB	3	3.70**	1.53**	10.37**	158.08**
Fact. Vs. Test.	1	132.03**	116.28**	442.53**	2156.06**
Error experimental	24	0.15	0.14**	0.25	0.80
Total	35				

\* = Significativo  
 \*\* = Altamente significativo

CV= 3.49%      CV= 3.35%      CV= 0.29%      CV= 0.77%

**Cuadro 29.** Análisis de variancia de los efectos simples de la altura de plantas, peso de 1000 semillas, rendimiento de grano y calidad molinera.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios		
		Altura de plantas	Peso 1000 semillas	Rendimiento de grano
A en b <sub>1</sub>	1	968.00**	1.19**	4923092.73**
A en b <sub>2</sub>	1	512.00**	0.78**	13357411.46**
A en b <sub>3</sub>	1	578.00**	0.58**	9802763.10**
A en b <sub>4</sub>	1	840.50**	0.78**	7711223.72**
B en a <sub>1</sub>	3	272.50**	0.27**	10823923.64**
B en a <sub>2</sub>	3	239.42**	0.15**	14231234.89**
Error Experimental	24	9.35**	0.01**	50073.36

\* = Significativo  
A= Niveles de biol

\*\*= Altamente significativo  
B= Niveles de bocashi

**Cuadro 30.** Prueba de Tuckey del número de granos vanos/panoja de los tratamientos en estudio

Clave	Tratamientos		Longitud de panojas (cm)	Significancia
	Biol L ha <sup>-1</sup>	Bocashi t ha <sup>-1</sup>		
T <sub>9</sub>		Testigo	75.50	a
T <sub>8</sub>	200	20	57.75	b
T <sub>7</sub>	200	15	56.00	b
T <sub>6</sub>	200	10	55.25	b
T <sub>4</sub>	0	20	53.25	b
T <sub>5</sub>	200	0	51.25	b
T <sub>3</sub>	0	15	49.00	b
T <sub>2</sub>	0	10	47.75	bc
T <sub>1</sub>	0	0	42.25	c

**Cuadro 31.** Prueba de Tuckey de la longitud de panojas de los tratamientos en estudio

Clave	Tratamientos		Longitud de panojas (cm)	Significancia
	Biol L ha <sup>-1</sup>	Bocashi t ha <sup>-1</sup>		
T <sub>9</sub>		Testigo	27.38	a
T <sub>8</sub>	200	20	26.63	b
T <sub>7</sub>	200	15	26.52	b
T <sub>6</sub>	200	10	26.45	b
T <sub>4</sub>	0	20	26.33	b
T <sub>5</sub>	200	0	26.29	b
T <sub>3</sub>	0	15	26.27	b
T <sub>2</sub>	0	10	26.09	bc
T <sub>1</sub>	0	0	25.48	c

**Cuadro 32.** Prueba de Tuckey de los días al panojamiento, días a la floración y días a la cosecha de los tratamientos en estudio

Claves	Tratamientos		Días al panojamiento	Días a la floración	Días a la cosecha
	Biol L ha <sup>-1</sup>	Bocashi t ha <sup>-1</sup>			
T <sub>9</sub>	Testigo		64.25 a	74.72 a	117 a
T <sub>8</sub>	200	20	63.00 b	74.11 b	117 a
T <sub>7</sub>	200	15	62.25 bc	73.55 bc	117 a
T <sub>6</sub>	200	10	62.00 bc	73.11 bc	117 a
T <sub>4</sub>	0	20	62.00 bc	73.00 bc	117 a
T <sub>5</sub>	200	0	61.50 cd	72.51 cd	117 a
T <sub>3</sub>	0	15	61.50 cd	71.51 cd	117 a
T <sub>2</sub>	0	10	61.25 cd	71.25 cd	117 a
T <sub>1</sub>	0	0	60.50 d	70.51 d	117 a

**Cuadro 33.** Datos originales de promedios de macollos/m<sup>2</sup>, por tratamiento y bloque

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Promedio
T <sub>1</sub>	107.25	108.75	109.25	106.75	108.08
T <sub>2</sub>	145.25	149.85	149.12	148.25	147.92
T <sub>3</sub>	166.25	169.85	168.75	169.45	168.19
T <sub>4</sub>	172.25	173.05	171.55	170.85	171.76
T <sub>5</sub>	190.75	193.85	194.75	192.58	192.40
T <sub>6</sub>	200.75	199.75	202.85	198.25	200.24
T <sub>7</sub>	210.50	212.25	210.15	211.85	211.60
T <sub>8</sub>	219.85	220.85	220.85	217.85	219.73
T <sub>9</sub>	274.85	275.15	276.50	275.25	275.44

**Cuadro 34.** Datos originales del número de panojas /m<sup>2</sup>, por tratamiento y bloque.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Promedio
T <sub>1</sub>	80.225	79.775	80.815	95.185	84.003
T <sub>2</sub>	128.550	127.450	144.150	159.850	108.000
T <sub>3</sub>	144.050	159.950	160.250	175.750	140.007
T <sub>4</sub>	160.350	175.650	192.225	191.775	160.003
T <sub>5</sub>	96.325	111.675	112.650	111.350	180.000
T <sub>6</sub>	176.375	191.625	208.850	207.150	196.002
T <sub>7</sub>	191.325	192.675	207.900	224.100	204.008
T <sub>8</sub>	208.950	207.050	208.025	223.975	212.005
T <sub>9</sub>	240.675	239.325	255.275	272.725	252.001

**Cuadro 35.** Datos originales de altura de plantas de arroz.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Promedio
T <sub>1</sub>	71.87	72.12	71.87	74.25	72,75
T <sub>2</sub>	82.25	82.75	84.65	83.50	83,25
T <sub>3</sub>	88.12	86.87	88.35	88.65	88.00
T <sub>4</sub>	91.87	92.12	92.95	93.05	92,50
T <sub>5</sub>	90.05	90.95	91.40	91.60	91.00
T <sub>6</sub>	97.35	98.65	97.45	99.55	98,25
T <sub>7</sub>	103.25	103.75	104.05	104.95	104.00
T <sub>8</sub>	108.05	108.00	108.85	109.15	108,50
T <sub>9</sub>	110.11	109.88	111.12	111.87	110,75

**Cuadro 36.** Datos originales de días al panojamiento en las plantas de arroz.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Promedio
T <sub>1</sub>	60	60	61	61	60,50
T <sub>2</sub>	62	61	62	61	61,50
T <sub>3</sub>	62	62	62	62	62.00
T <sub>4</sub>	62	61	61	61	61,25
T <sub>5</sub>	62	61	62	61	61,50
T <sub>6</sub>	62	62	62	62	62.00
T <sub>7</sub>	62	62	62	63	62,25
T <sub>8</sub>	63	63	63	63	63.00
T <sub>9</sub>	64	64	64	65	64,25

**Cuadro 37.** Datos originales de días a la floración en las plantas de arroz.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Promedio
T <sub>1</sub>	63	63	64	64	63,5
T <sub>2</sub>	65	64	65	64	64,5
T <sub>3</sub>	65	65	65	65	65
T <sub>4</sub>	65	64	64	64	64,25
T <sub>5</sub>	65	64	65	64	64,5
T <sub>6</sub>	65	65	65	65	65
T <sub>7</sub>	65	65	65	66	65,25
T <sub>8</sub>	66	66	66	66	66
T <sub>9</sub>	67	67	68	68	67,5

**Cuadro 38.** Datos originales de promedios de longitud de panojas en cm.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Promedio
T <sub>1</sub>	25.25	25.48	25.54	25.64	27.38
T <sub>2</sub>	26.00	26.08	26.12	26.16	26.63
T <sub>3</sub>	26.24	26.26	26.28	26.29	26.52
T <sub>4</sub>	26.28	26.30	26.29	26.31	26.45
T <sub>5</sub>	26.30	26.32	26.34	26.36	26.33
T <sub>6</sub>	26.40	26.48	26.46	26.44	26.30
T <sub>7</sub>	26,50	26.48	26.53	26.56	26.27
T <sub>8</sub>	26,56	26.62	26.66	26.68	26.09
T <sub>9</sub>	27,24	27.34	27.42	27.52	25.48

**Cuadro 39.** Datos originales del rendimiento por hectárea en kilogramos.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Promedio
T <sub>1</sub>	1827.84	1807.00	1873.62	2222.51	1932.75
T <sub>2</sub>	3714.35	3682.35	4184.81	4653.21	4058.68
T <sub>3</sub>	4330.65	4946.68	4950.30	5495.52	4930.93
T <sub>4</sub>	5052.64	5610.31	6182.09	6186.58	5757.91
T <sub>5</sub>	3077.99	3627.18	3690.52	3659.51	3513.80
T <sub>6</sub>	5907.51	6560.52	7051.99	7051.99	6643.00
T <sub>7</sub>	6744.72	6693.60	7317.27	7823.20	7144.70
T <sub>8</sub>	7534.42	7545.15	7609.05	8197.28	7721.48
T <sub>9</sub>	9364.22	9507.60	10221.56	10868.03	9990.36

**Cuadro 40.** Datos originales del peso de 1000 semillas

<b>Tratamiento</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
T <sub>1</sub>	26.88	26.89	26.92	26.92	26.90
T <sub>2</sub>	27.12	27.14	27.16	27.18	27.15
T <sub>3</sub>	27.34	27.36	27.38	27.39	27.37
T <sub>4</sub>	27.46	27.48	27.52	27.54	27.50
T <sub>5</sub>	27.64	27.68	27.69	27.69	27.68
T <sub>6</sub>	27.74	27.78	27.79	27.79	27.78
T <sub>7</sub>	27.88	27.89	27.92	27.94	27.91
T <sub>8</sub>	28.08	28.12	28.14	28.15	28.13
T <sub>9</sub>	28.48	28.50	28.52	28.54	28.51

**Cuadro 41.** Datos originales de granos por panoja

<b>Tratamiento</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
T <sub>1</sub>	160.25	160.75	161.75	161.85	161.00
T <sub>2</sub>	164.15	164.45	164.10	164.05	164,50
T <sub>3</sub>	166.50	168.95	167.65	168.95	167,75
T <sub>4</sub>	169.65	169.65	169.10	170.05	169,50
T <sub>5</sub>	172.85	172.85	173.16	173.15	173.00
T <sub>6</sub>	172.55	173.25	173.15	173.45	173,25
T <sub>7</sub>	174.75	174.15	174.15	174.65	174,50
T <sub>8</sub>	176.85	177.10	177.85	177.05	177,25
T <sub>9</sub>	180.25	182.85	181.95	180.10	181,25

**Cuadro 42.** Datos originales de granos llenos por panoja

<b>Tratamiento</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
T <sub>1</sub>	85.25	83.70	87.10	86.05	85.50
T <sub>2</sub>	106.45	106.15	106.15	107.15	106.75
T <sub>3</sub>	109.85	113.25	112.45	114.10	112.50
T <sub>4</sub>	114.25	116.05	118.95	117.55	116.25
T <sub>5</sub>	115.25	117.95	118.45	118.65	117.00
T <sub>6</sub>	120.15	123.85	121.15	122.25	122.00
T <sub>7</sub>	125.55	125.05	125.65	125.35	125.50
T <sub>8</sub>	128.45	129.35	129.95	130.05	129.50
T <sub>9</sub>	136.95	139.15	139.65	140.85	139.00

**Cuadro 43.** Datos originales de promedios de granos vanos por panoja

<b>Tratamiento</b>	<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Promedio</b>
T <sub>1</sub>	75.25	75.45	75.20	75.90	75,5
T <sub>2</sub>	57.15	57.35	58.25	57.25	57,75
T <sub>3</sub>	56.25	54.25	55.85	54.65	55,25
T <sub>4</sub>	54.65	52.65	53.45	52.10	53,25
T <sub>5</sub>	56.95	54.75	55.05	55.65	55,5
T <sub>6</sub>	51.05	50.05	52.10	51.50	51,25
T <sub>7</sub>	48.85	48.95	49.95	50.05	49
T <sub>8</sub>	47.65	47.85	48.65	48.10	47,75
T <sub>9</sub>	43.55	42.15	42.35	42.15	42,25



**Figura 9.** Limpieza del área a sembrar



**Figura 10.** Aplicación de la primera dosis de bocashi



Figura 11. Trasplante del arroz



Figura 12. Aplicación del biol



**Figura 13.** Observación de panojas maduras a la cosecha.



**Figura 14.** Cosecha y separación para el conteo de panojas.