



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Proyecto de Investigación  
Previo a la Obtención del Título de  
Ingeniero Agrónomo

**Título del Proyecto de Investigación:**

“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS BAJO CONDICIONES DE SECANO EN LA ZONA DE MOCACHE”

**Autor:**

Rubén Darío Montese Arriaga

**Director del Proyecto de Investigación:**

Ing. M. Sc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández

Quevedo – Ecuador

2016

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Rubén Darío Montese Arriaga**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Rubén Darío Montese Arriaga  
**Autor**

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito **Ing. M. Sc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Rubén Darío Montese Arriaga**, realizó el Proyecto de Investigación titulado **“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS BAJO CONDICIONES DE SECANO EN LA ZONA DE MOCACHE”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing. M. Sc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández**  
**Director del Proyecto de Investigación**

# CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



---

**Documento** [Montese - Proyecto de investigación 27.11.2016.docx](#) (D23968952)  
**Presentado** 2016-12-01 07:30 (-05:00)  
**Recibido** rgaibor.uteq@analysis.orkund.com  
**Mensaje** Montese - Proyecto de investigación 27.11.2016 [Mostrar el mensaje completo](#)

6% de esta aprox. 26 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 2 fuentes.



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Montese - Proyecto de investigación 27.11.2016.docx (D23968952)  
**Submitted:** 2016-12-01 13:30:00  
**Submitted By:** rgaibor@uteq.edu.ec  
**Significance:** 6 %

### Sources included in the report:

Proyecto de investigación Montese 21.11.2016.docx (D23538044)  
fitomejoramiento (2).docx (D14994371)

### Instances where selected sources appear:

8

---

Ing. M. Sc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández  
**Director del Proyecto de Investigación**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*)  
EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS  
BAJO CONDICIONES DE SECANO EN LA ZONA DE MOCACHE”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

**Ingeniero Agrónomo**

Aprobado por:

---

Ing. Agr. M. Sc. Alfonso Vasco Medina

**Presidente del Tribunal**

---

Ing. Agrop. M. Sc. César Bermeo Toledo

**Miembro del Tribunal**

---

Ing. Ludvik Amores Puyutaxi

**Miembro del Tribunal**

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora.

A mi madre Luciana Arriaga Tello por su voz de aliento y consejos a lo largo de mi vida, enseñándome a no rendirme ante los obstáculos que se puedan presentar.

A mi papa Pedro Montesé Bajaña (+), que aunque ya no se encuentre a mi lado, siempre me apoyo en todas las etapas de mi vida, por lo que siempre lo llevaré en mis pensamientos.

A mi demás familia; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

A los miembros del Tribunal de Sustentación, Ing. Agr. M. Sc. Alfonso Vasco Medina, Ing. Agrop. M. Sc. César Bermeo Toledo y el Ing. Agr. Ludvik Amores Puyutaxi.

Por último a mis compañeros y a mi director del Proyecto de Investigación, Ing. Ramiro Remigio Gaibor Fernández, por su colaboración atenta cuando lo requería.

A todos los docentes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por haber compartido conmigo sus conocimientos y haberme aconsejado antes diferentes dificultades.

*Rubén Montese*

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser el creador de mi vida y darme fortaleza para no desfallecer.

A mi madre por ser el cimiento para la construcción de mi vida basada en amor y respeto, y con su sacrificio ha hecho posible la culminación de esta etapa en mi vida.

A mi padre por el apoyo incondicional y consejos, quién inculcó en mi desde pequeño el deseo de superación personal y profesional.

A mis hermanos, quienes amo con mi vida por todo el tiempo que compartimos.

A toda mi familia por todo el apoyo brindado.

*Rubén Montese*

## RESUMEN

La presente investigación se realizó a fin de evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en condiciones de secano en la zona de Mocache. El cultivo se estableció en terrenos de la Finca del Sr. Pedro Montesé, ubicada en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x3+2 en 3 repeticiones. Siendo el factor A los bioestimulantes orgánicos y el factor B las dosis de aplicación, cuyas interacciones se compararon con un testigo agricultor y un testigo químico, y la diferencia estadística se estableció mediante la prueba de Duncan al 95% de probabilidad. Como principales resultados se apreció que al aplicarse biol se obtuvieron plantas más altas superando en 0.5 cm y 4.0 cm al caldo súper cuatro y té de estiércol en su orden, 1.1 y 12.2 macollos por metro cuadrado más que con éstos últimos, además no difirieron en cuanto al número de panículas por metro cuadrado, cuyos valores fluctuaron entre 250.2 y 257.3, siendo el biol el que registró mayor promedio. Al usar biol se produjo 5.4 y 7.3 granos por panícula más que el té de estiércol y caldo súper cuatro. El rendimiento obtenido por la aplicación del biol difirió en apenas 16.1 Kg/ha del caldo súper cuatro, siendo mayor la diferencia con el té de estiércol con 447.6 Kg/ha. La dosis de 100 l/ha produjo planta que superaron en 5.4 y 9.0 cm a las obtenidas con las dosis de 50 y 25 l/ha, respectivamente; además produjo 23.9 y 33.1 macollos más por metro cuadrado, 13.2 y 18.1 panículas por metro cuadrado, 11.5 y 13.6 granos por panículas, y, 473.6 y 809.8 Kg/ha más que con las 50 y 25 l/ha, respectivamente. A nivel de tratamientos, al aplicar 100 l/ha de biol se presentaron plantas que superaron en apenas 2.8 y 3.2 cm al testigo químico y a la aplicación de caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha. Los tres bioestimulantes en dosis de 100 l/ha cada uno no difirieron significativamente del testigo químico que produjo 477.3 macollos por metro cuadrado. Con el biol en dosis de 100 l/ha se obtuvo 7.4 panículas más por metro cuadrado que con el testigo químico. Al aplicar biol en dosis de 100 l/ha se obtuvo 9.4 y 10.5 granos por panícula más que con el caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha y testigo químico. El testigo químico superó en apenas 96.6 Kg/ha al biol en dosis de 100 l/ha y en 158.8 Kg/ha al caldo súper cuatro en la misma dosis. El mayor beneficio económico se obtuvo con el testigo químico con \$ 896.16, con una rentabilidad del 114 %.

**Palabras Claves:** caldo súper cuatro, biol, té de estiércol, bioestimulantes

## SUMMARY

This research was conducted to evaluate the effect of the application of organic bio-stimulants in rice (*Oryza sativa*) under rainfed conditions in the area Mocache. The culture was established on grounds of the estate of Mr. Pedro Montese, located in the canton Mocache province of Los Rios. The trial was conducted under a design randomized complete block factorial arrangement  $3 \times 3 + 2$  in 3 replications. As the organic bioestimulantes factor A and factor B the application doses, whose interactions were compared with a farmer witness and a chemical control, and the statistical difference it was established by Duncan test at 95% probability. The main results appreciated that when applied biol higher plants were obtained exceeding 0.5 cm and 4.0 cm to super broth four manure tea in order, 1.1 and 12.2 tillers per square meter rather than the latter also did not differ in the number of panicles per square meter, whose values ranged between 250.2 and 257.3, with the average biol which recorded higher. By using biol occurred 5.4 and 7.3 grains per panicle than manure tea and broth super four. The yield obtained by the application of biological differed in only 16.1 Kg / ha of super broth four being greater the difference with manure tea with 447.6 Kg / ha. The dose of 100 l / ha produced plant exceeded 5.4 and 9.0 cm to those obtained with doses of 50 and 25 l / ha, respectively; 23.9 and 33.1 also produced more tillers per square meter, 13.2 and 18.1 panicles per square meter 11.5 and 13.6 grains per panicle, and 473.6 and 809.8 kg / ha more than with 50 and 25 l / ha, respectively. A treatment level, applying 100 l / ha biol plants exceeded only 2.8 and 3.2 cm to chemical control and the application of super broth presented in four doses of 100 l / ha. The three bioestimulantes in doses of 100 l / ha each were not significantly different chemical produced 477.3 witness tillers per square meter. With biol in doses of 100 l / ha was obtained 7.4 panicles per square meter more than the chemical witness. By applying biol in doses of 100 l / ha 9.4 and 10.5 grains per panicle than super broth with four doses of 100 l / ha and chemical control was obtained. The chemical control barely exceeded 96.6 kg / ha to biol in doses of 100 l / ha and 158.8 kg / ha super broth four at the same dose. The greatest economic benefit was obtained with the chemical control with \$ 896.16, with a yield of 114%.

**Keywords:** four super broth, tea manure, bioestimulantes

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Portada.....	i
Declaración de Autoría y Cesión de Derechos.....	ii
Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación.....	iii
Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia y/o Plagio Académico.....	iv
Certificación de Aprobación por Tribunal de Sustentación.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Summary.....	ix
Tabla de Contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiv
Índice de Anexos.....	xv
Código Dublín.....	xvi
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Problema de Investigación.....	3
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.2 Formulación del Problema.....	3
1.1.3 Sistematización del Problema.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Justificación.....	5

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
2.1 Marco Teórico .....	7
2.1.1 Generalidades del Cultivo de Arroz .....	7
2.1.1.1 Origen y Distribución .....	7
2.1.1.2 Descripción Botánica.....	7
2.1.1.3 Requerimientos Edafoclimáticos .....	10
2.1.2 Agricultura Orgánica .....	12
2.1.2.1 Principios de la Agricultura Orgánica .....	15
2.1.3 Abonos Orgánicos o Bioabonos .....	17
2.1.3.1 Respuesta de los Cultivos al Uso de Abonos Orgánicos .....	18
2.1.4 Bioestimulantes Orgánicos .....	19
2.1.4.1 Té de Estiércol .....	20
2.1.4.2 Biol .....	21
2.1.4.3 Caldo Súper Cuatro .....	22
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.1 Localización.....	24
3.2 Características Climáticas.....	24
3.3 Tipo de Investigación .....	24
3.4 Métodos de Investigación.....	24
3.5 Fuentes de Recopilación de Información .....	25
3.6 Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	25
3.6.1 Especificaciones del Experimento.....	25
3.6.2 Especificaciones de la Parcela Experimental del Cultivo de Arroz .....	26
3.7 Instrumentos de Investigación .....	27
3.7.1 Factores en Estudio.....	27

3.7.2 Tratamientos Estudiados.....	27
3.7.3 Material Genético .....	28
3.7.4 Manejo del Experimento .....	28
3.7.4.1 Limpieza del Terreno.....	28
3.7.4.2 Preparación del Terreno.....	29
3.7.4.3 Siembra.....	29
3.7.4.4 Control de Malezas .....	29
3.7.4.5 Fertilización .....	29
3.7.4.6 Control de Plagas y Enfermedades .....	30
3.7.4.7 Cosecha.....	30
3.7.5 Datos Registrados y Formas de Evaluación .....	30
3.7.5.1 Altura de Plantas a la Cosecha .....	30
3.7.5.2 Número de Macollos (m <sup>2</sup> ) .....	30
3.7.5.3 Número de Panículas Cosechadas (m <sup>2</sup> ) .....	30
3.7.5.4 Longitud de la Panícula (cm).....	31
3.7.5.5 Número de Granos por Panícula.....	31
3.7.5.6 Esterilidad de la Panícula (%) .....	31
3.7.5.7 Peso de 1000 Granos (g).....	31
3.7.5.8 Rendimiento Ajustado al 14% de Humedad (Kg/ha) .....	32
3.7.5.9 Análisis Económico .....	32
3.8 Recursos Humanos y Materiales .....	32
3.8.1 Recursos Humanos .....	32
3.8.2 Recursos Materiales.....	33
3.8.2.1 Elaboración del Biol .....	33
3.8.2.2 Elaboración del Caldo Súper Cuatro .....	34

3.8.2.3 Elaboración del Té de Estiércol.....	35
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1 Resultados.....	38
4.1.1 Altura de Planta a la Cosecha (cm) .....	38
4.1.2 Número de Macollos (m <sup>2</sup> ) .....	40
4.1.3 Número de Panículas Cosechadas (m <sup>2</sup> ).....	42
4.1.4 Longitud de la Panícula (cm).....	44
4.1.5 Número de Granos por Panícula.....	46
4.1.6 Esterilidad de la Panícula (%) .....	48
4.1.7 Peso de 1000 Granos (g).....	50
4.1.8 Rendimiento Ajustado al 14% de Humedad (Kg/ha) .....	52
4.1.9 Análisis Económico.....	54
4.2 Discusión .....	56
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	59
5.1 Conclusiones.....	60
5.2 Recomendaciones .....	62
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....	63
6.1 Bibliografía Citada .....	64
CAPÍTULO VII: ANEXOS .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características climáticas del sitio experimental.....	24
Tabla 2	Esquema del análisis de varianza.....	25
Tabla 3	Descripción de los tratamientos estudiados en el experimento.....	27
Tabla 4	Características agronómicas de la variedad INIAP 14.....	28
Tabla 5	Altura de planta a la cosecha. ....	39
Tabla 6	Número de macollos por metro cuadrado .....	41
Tabla 7	Número de panículas cosechadas por metro cuadrado .....	43
Tabla 8	Longitud de la panícula.....	45
Tabla 9	Número de granos por panícula .....	47
Tabla 10	Porcentaje de esterilidad de la panícula .....	49
Tabla 11	Peso de 1000 granos (g) .....	51
Tabla 12	Rendimiento ajustado al 14% de humedad.....	53
Tabla 13	Análisis económico del rendimiento ajustado al 14% .....	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Croquis de campo del experimento del cultivo de arroz en estudio.....	70
Anexo 2	Siembra del cultivo de arroz.....	71
Anexo 3	Aplicación de fertilizante inicial .....	71
Anexo 4	Aplicación de los tratamientos en estudio.....	72
Anexo 5	Visita del Director del Proyecto de Investigación.....	72
Anexo 6	Cultivo de arroz a los 45 días de edad.....	73
Anexo 7	Cultivo de arroz a los 110 días de edad.....	73
Anexo 8	Cosecha del cultivo de arroz (variedad INIAP-14) a los 110 días .....	74
Anexo 9	Medición de la longitud de panículas.....	74
Anexo 10	Cosecha de la parcela útil de cada tratamiento en estudio .....	75
Anexo 11	Conteo del número de granos por panícula .....	75
Anexo 12	Pesado del grano de arroz.....	76
Anexo 13	Determinación del porcentaje de humedad del grano a la cosecha.....	76

## CÓDIGO DUBLÍN

<b>Título:</b>	“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> ) EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS BAJO CONDICIONES DE SECANO EN LA ZONA DE MOCACHE”
<b>Autor:</b>	Rubén Dario Montese Arriaga
<b>Palabras clave:</b>	caldo súper cuatro, biol, té de estiércol, bioestimulantes
<b>Fecha de publicación</b>	
<b>Editorial:</b>	
<b>Resumen:</b>	<p>La presente investigación se realizó a fin de evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i>) en condiciones de secano en la zona de Mocache. El cultivo se estableció en terrenos de la Finca del Sr. Pedro Montesé, ubicada en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x3+2 en 3 repeticiones. Siendo el factor A los bioestimulantes orgánicos y el factor B las dosis de aplicación, cuyas interacciones se compararon con un testigo agricultor y un testigo químico, y la diferencia estadística se estableció mediante la prueba de Duncan al 95% de probabilidad. Como principales resultados se apreció que al aplicarse biol se obtuvieron plantas más altas superando en 0.5 cm y 4.0 cm al caldo súper cuatro y té de estiércol en su orden, 1.1 y 12.2 macollos por metro cuadrado más que con éstos últimos, además no difirieron en cuanto al número de panículas por metro cuadrado, cuyos valores fluctuaron entre 250.2 y 257.3, siendo el biol el que registró mayor promedio. Al usar biol se produjo 5.4 y 7.3 granos por panícula más que el té de estiércol y caldo súper cuatro. El rendimiento obtenido por la aplicación del biol difirió en apenas 16.1 Kg/ha del caldo súper cuatro, siendo mayor la diferencia con el té de estiércol con 447.6 Kg/ha. La dosis de 100 l/ha produjo planta que superaron en 5.4 y 9.0 cm a las obtenidas con las dosis de 50 y 25 l/ha, respectivamente; además produjo 23.9 y 33.1 macollos más por metro cuadrado, 13.2 y 18.1 panículas por metro cuadrado, 11.5 y 13.6 granos por panículas, y, 473.6 y 809.8 Kg/ha más que con las 50 y 25 l/ha, respectivamente. A nivel de tratamientos, al aplicar 100 l/ha de biol se presentaron plantas que superaron en apenas 2.8 y 3.2 cm al testigo químico y a la aplicación de caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha. Los tres bioestimulantes en dosis de 100 l/ha cada uno no difirieron significativamente del testigo químico que produjo 477.3 macollos por metro cuadrado. Con el biol en dosis de 100 l/ha se obtuvo 7.4 panículas más por metro cuadrado que con el testigo químico. Al aplicar biol en dosis de 100 l/ha se obtuvo 9.4 y 10.5 granos por panícula más que con el caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha y testigo químico. El testigo químico superó en apenas 96.6 Kg/ha al biol en dosis de 100 l/ha y en 158.8 Kg/ha al caldo súper cuatro en la misma dosis. El mayor beneficio económico se obtuvo con el testigo químico con \$ 896.16, con una rentabilidad del 114 %.</p>
<b>Descripción:</b>	
<b>URL</b>	

## INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es cultivado en 113 países del mundo y en todos los continentes excepto la Antártida. Es uno de los alimentos básicos de la humanidad, y así lo demuestran las altas cifras de producción mundial, solo superadas por el trigo, ya que se siembran cada año aproximadamente 154 millones de hectáreas, es decir, aproximadamente el 11% de la tierra cultivada en el mundo (Dias, 2010).

Esta gramínea constituye el principal alimento en algunos países asiáticos y en algunos de Sudamérica. Proporciona el 27% de suministro de energía y el 20% de la ingestión de proteínas de la dieta diaria. El aumento de la productividad del arroz contribuirá a la erradicación del hambre, a la mitigación de la pobreza, a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico, ya que el arroz es una fuente primaria de alimento para más de la mitad de la población del mundo. Por esto se deben buscar alternativas para mejorar el nivel de producción de este cultivo (Dias, 2010).

En el Ecuador el alto consumo de este grano lo coloca como una de los principales cultivos sembrados los que convierte al sector arrocero en uno de los mayores contribuyentes al Producto Interno Bruto (PIB) agrícola, con el 9,1% de participación, cultivándose alrededor de 412.496 hectáreas (MAGAP, 2012).

Por otra parte el abuso en la aplicación de agroquímicos en los cultivos han empobrecido los suelos, por cuyo motivo el tan publicitado incremento de los rendimientos productivos que se pretendía conseguir con la “Revolución verde” se ha convertido en un negocio ruinoso a mediano plazo, ya que el suelo ha ido perdiendo su fertilidad y por ende su capacidad productiva.

Se trata entonces de emprender una estrategia orientada a la producción arrocera con tecnologías limpias o amigables con el ambiente, en el camino de obtener a futuro un “arroz orgánico”, el cual vendría a constituir una garantía alimentaria para los consumidores, a la par que se protegería la salud de los productores y el medio ambiente, teniendo lógicamente un mayor reconocimiento en los mercados, y generando mejores ingresos (Dias, 2010).

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Problema de Investigación**

### **1.1.1 Planteamiento del Problema**

En los sistemas de producción agrícolas es común evidenciar que se aplica grandes cantidades de fertilizantes sintéticos, a fin de obtener mayor rendimiento en menor extensiones de terreno, sin embargo esto ha producido diversos problemas con el pasar del tiempo como fitotoxicidad tanto en el suelo como en el cultivo, además muchos de estos fertilizantes con el tiempo han dejado de ser fácilmente asimilados, por lo que cada vez se necesita mayores cantidades, lo que repercute en los costos de producción.

Con el auge de la agricultura orgánica y la demanda en cuanto a tecnologías que garanticen la sostenibilidad de los sistemas productivos, se hace fundamental la búsqueda de alternativas de producción que permitan producir altos rendimientos, sin comprometer el equilibrio de los sistemas productivos y a su vez hacer énfasis en el aprovechamiento de los recursos de los mismos.

### **1.1.2 Formulación del Problema**

¿Con el uso de bioestimulantes orgánicos se podrá obtener niveles de producción que permitan obtener un beneficio económico aceptable, para esta manera disminuir uso de fertilizantes sintéticos y promover una agricultura de conservación, aprovechando recursos existentes en las fincas?

### **1.1.3 Sistematización del Problema**

En base a la problemática abordada anteriormente se plantean las siguientes directrices:

¿Qué bioestimulantes orgánico produce mayor respuesta agronómica del cultivo de arroz?

¿Cuál es la dosis de aplicación que mayor rendimiento produce por hectárea?

¿Cuál es el tratamiento que mayor beneficio económico produce?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en condiciones de secano en la zona de Mocache.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la eficiencia de los bioestimulantes en el crecimiento del cultivo de arroz
- Determinar la dosis que potencialice el rendimiento
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio

### **1.3 Justificación**

Una de las tecnologías ampliamente reconocidas y aceptadas para la producción de alimentos es el uso de bioestimulantes orgánicos en los cultivos, que han demostrado aportar nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas y su producción. Considerando la importancia del cultivo de arroz al ser un alimento básico en la alimentación de las personas, es importante que al producirlo sin dañar considerablemente al medioambiente, lo cual se puede lograr utilizando los agroquímicos como último recurso, es decir en caso extremos.

Para obtener mayor rendimiento del cultivo no solo es necesario utilizar variedades con alta capacidad productiva, sino que se debe realizar una fertilización adecuada. Por las razones expuestas la presente investigación se justifica a fin de aportar un manejo sustentable del cultivo de arroz y lograr una mayor rentabilidad.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1 Marco Teórico**

### **2.1.1 Generalidades del Cultivo de Arroz**

#### **2.1.1.1 Origen y Distribución**

El cultivo del arroz 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 el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde las tierras bajas a las tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo (Pineda, 2007).

Pineda (2007), también manifiesta que el arroz es originario de África Tropical, de allí fue llevada a Asia, donde se aclimato tanto que ahora se piensa en India e Indochina como centros de origen. Por lo menos algunos tipos de arroz son originarios de Asia, otros aún podrían ser de América: Brasil, donde existen varias especies silvestres que los indios acostumbraban a comer recorriendo los pantanos y golpeando las panojas para que los granos caigan en las canoas.

#### **2.1.1.2 Descripción Botánica**

- **Sistema radicular**

Durante su desarrollo la planta de arroz tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes. Las raíces seminales, poco ramificadas, sobreviven corto tiempo después de la germinación, siendo luego reemplazadas por las raíces adventicias o secundarias, las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes. En los primeros estados de crecimiento las raíces son blancas, poco ramificadas y relativamente gruesas; a medida que la planta crece, se alargan, se adelgazan y se vuelven flácidas, ramificándose abundantemente (Mora, 2010).

- **Hojas**

Las hojas de la planta de arroz se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de las macollas se denomina prófalo, no tiene lámina y está constituido por dos brácteas aquilladas. Los bordes del prófalo aseguran por el dorso las macollas jóvenes a la original. En cada nudo se desarrolla una hoja, la superior debajo de la panícula es la hoja bandera, en una hoja completa se distinguen las siguientes partes: la vaina, el cuello y la lámina (Mora, 2010).

La vaina, cuya base se encuentra en un nudo, envuelve el entrenudo inmediatamente superior y en algunos casos hasta el nudo siguiente. La vaina, dividida desde su base, está finamente surcada y es generalmente glabra. Puede tener pigmentos antocianos en la base o en toda su superficie (CIAT, 2005).

- **Tallo**

El tallo de la planta de arroz se encuentra conformado por la alteración de nudos y entrenudos, en el nudo o también denominado región nodal se forman una hoja y una yema la misma que tiende a desarrollarse y formar un macollo, mientras que la yema se localiza entre el nudo y la base de la vaina de la hoja. El septo es la parte interna del nudo que separa los dos entrenudos adyacentes. El entrenudo maduro es hueco, finamente estriado. Su superficie exterior carece de vello, y su brillo y color dependen de la variedad. La longitud del entrenudo varía siendo mayor la de los entrenudos de la parte más alta del tallo. Los entrenudos, en la base del tallo, son cortos y se van endureciendo, hasta formar una sección sólida (CIAT, 2005).

Un tallo con sus hojas forma un macollo. Estas se desarrollan en orden alterno en el tallo principal. Los macollos primarios se desarrollan de los nudos más bajos, y a la vez producen macollas secundarias; y éstas últimas producen macollas terciarias. El conjunto de macollas y el tallo principal forman la planta (Mora, 2010).

- **Panículas**

La panícula es terminada con ramificaciones primarias y secundarias donde se forman las flores, las cuales son hermafroditas fértiles, compuesta de seis estambres de filamentos largos. El gineceo de la flor está compuesto de un ovario esférico u oblongo que termina en tres ramas estigmáticas donde una es muy pequeña y las otras dos son bien desarrolladas y que están cubiertas de papila. El ovario es uniovular (Andrade , 2006).

Se ubica sobre el extremo apical del tallo y se inicia sobre el último nudo denominado ciliar. Es una inflorescencia que posee un eje principal llamado raquis, que se extiende desde el nudo ciliar hasta el ápice. Se clasifica, según el tipo, en abierta, compacta o intermedia y según el ángulo de inserción de las ramificaciones primarias puede ser erecta, colgante o intermedia (Aldana & Ospina, 2001).

- **Flores**

La flor está compuesta por seis estambres y un pistilo que termina en dos estigmas. Los estambres constan de filamentos delgados portadores de anteras cilíndricas, cuya longitud puede variar entre 2,1 y 2,6 mm y contener cada una entre 500 y 1 000 granos de polen. El pistilo contiene el ovario, el estilo y el estigma. El ovario es de cavidad simple y contiene un óvulo (Aldana & Ospina, 2001).

- **Semillas**

La semilla de arroz es un ovario maduro, seco e indehisciente; consta de cáscara formada por la lema y la palea con sus partes asociadas, lemas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla situado cerca de la lema y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación. Cuando las espiguillas maduran, las glumas fértiles (lema y palea) presentan diferentes colores, según la variedad: color de paja, dorado, surcos dorados, con manchas oscuras o marrones, marrón amarillento rojizo ó púrpura (Manzo, 2005).

El arroz en las mayorías de las variedades las panículas terminales tiene espiguillas fértiles en los 2/3 superior y son estériles en el último tercio inferior (en la base de la panícula). Las espiguillas tienen glumillas adherentes (llamado arroz en cáscara o grano paddy). El fruto es un cariósides de tamaño muy variable según variedades (Andrade, 2006).

### **2.1.1.3 Requerimientos Edafoclimáticos**

El desarrollo del cultivo de arroz depende en gran parte de las condiciones ambientales, tal es el caso que el macollamiento a más del plan de fertilización depende también de las características de la variedad así como de las condiciones ambientales (Márquez, 2013)

- **Temperatura**

La temperatura es uno de los factores climáticos de mayor importancia para el crecimiento, desenvolvimiento y productividad del cultivo de arroz. Cada fase fenológica tiene su temperatura crítica, óptima, mínima y media. En general el cultivo exige temperaturas relativamente elevadas para la germinación y maduración, uniformemente creciente antes de la floración (EMBRAPA, 2008).

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima del 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7° C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días (Márquez, 2013).

- **Suelo**

La característica más importante que debe tener el suelo es su capacidad de absorción y retención de agua. También hay otras condiciones que deben conocerse, como las características

físicas y químicas, capas duras, profundidad de la capa arable y en qué medida es erosionable (Tito, 2014).

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes (Andrade, 2006).

- **Luminosidad**

Las necesidades de radiación solar para el cultivo del arroz varían con los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación solar durante la fase vegetativa afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes, mientras que en la fase reproductiva existe una marcada disminución en el número de granos. Por otro lado, durante el período de llenado a maduración del grano, se reducen drásticamente los rendimientos por disminución en el porcentaje de granos llenos (Andrade & Hurtado, 2007).

- **pH**

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (Andrade, 2006).

- **Precipitación**

El arroz se cultiva no solo en condiciones de inundación, sino también en zonas bajas con altas precipitaciones, zonas con láminas de agua profundas y en secano con condiciones regularmente drenadas. En estas circunstancias, el arroz puede estar sujeto a daños causados por la sumersión de la planta debido a la inundación de las tierras bajas, mientras que en las zonas altas la sequía puede presentarse muy frecuentemente (Manzo, 2005).

El desarrollo de las raíces de las plantas jóvenes es máximo cuando la humedad del suelo es un orden de 20%; durante el ciclo vegetativo el agua es particularmente indispensable, sobre todo cuando se está formando la panícula, especialmente al iniciarse la formación floral. El exceso de agua es causa también de graves daños que están en función de su importancia, especialmente del grado y duración del encharcamiento: elongación anormal de los limbos foliares, debilitamiento del color, detención o retraso del ahijamiento en cinco o siete días en el momento de la formación de los primordios paniculares de la floración; también afecta al rendimiento (CIAT, 2005).

- **Vientos**

Juega un papel muy importante durante la vida de la planta de arroz, esta reportado que el viento con velocidad lenta, aumenta los rendimientos por la acción de la turbulencia en el medio de una comunidad de plantas, mejorando la polinización y fotosíntesis de estas. Se ha logrado afirmar que la fotosíntesis es mayor con el aumento suave de la velocidad del viento, ya que el aumento en la turbulencia incrementa el suministro de gas carbónico, con velocidades mayores de 0.3 a 0.9 metros por segundo (Manzo, 2005).

### **2.1.2 Agricultura Orgánica**

La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional. Más que una tecnología de producción, la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un

mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, pero también un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa (Soto, 2003).

En general a la agricultura orgánica se le conoce por el uso de técnicas apropiadas que en principio evitan el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, pero tiene un alcance mayor, en la medida en que su propósito es llegar a una "producción agropecuaria limpia" y sostenida. En la actualidad existen varias concepciones de la agricultura orgánica, que se originan en interpretaciones filosóficas y en los diversos mecanismos o métodos que son utilizados para la obtención de productos sanos (libre de contaminantes) y ecológicamente (respeto y protección a la naturaleza) producidos (Ecositio, 2009).

Es una práctica eficiente y sana de producción de alimentos que respeta la naturaleza, al mismo tiempo que quien la realiza obtiene beneficios económicos importantes, se caracteriza por sustituir a los plaguicidas como insumo para combatir a las plagas que afectan a los cultivos. Por sustancias orgánicas que tienen el mismo efecto como son la composta a base de desechos orgánicos, mezcla de estiércol, minerales y pulpa de café que al fermentarse generan compuestos volátiles que son letales para muchos hongos e insectos dañinos a las plantas, o la lombricomposta que contiene pulpa de café y lombrices de una variedad especial. Estos abonos incrementan la resistencia de las plantas y les proporcionan minerales, retienen la humedad y evitan la erosión de los suelos (Danzos, 2007).

Se puede decir que la agricultura orgánica, es una forma por la que el hombre puede practicar la agricultura acercándose en lo posible a los procesos que desencadenan de manera espontánea en la naturaleza. Este acercamiento presupone el uso adecuado de los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, sin alterar su armonía (Durán, 2004).

El sistema de producción orgánica, procura potenciar los ciclos naturales de la vida, no la supresión de la naturaleza y por lo tanto es el resultado de la interacción dinámica del suelo, plantas, animales, seres humanos y el medio ambiente. La agricultura orgánica se basa principalmente en el aprovechamiento adecuado de los recursos existentes localmente (Ecositio, 2009).

Este sistema de producción rescata las prácticas tradicionales de producción, pero no descarta los avances tecnológicos no contaminantes, sino más bien los incorpora, adaptándolos a cada situación particular. La agricultura orgánica es la conjunción de prácticas ancestrales, como el uso de terrazas por los incas, con la agricultura tradicionalmente biodiversa de nuestros campesinos, vinculada a nueva tecnología apropiada (Soto, 2003).

Los productos obtenidos mediante este sistema de producción no producen daños a la salud de quien los consume. En el aspecto de costo / beneficio existe una ganancia porque al no utilizar agroquímicos ni fertilizantes, cuyo costo se ha elevado y es mayor al del abono natural, sus costos disminuyen, en cambio los productos orgánicos como es el café tienen un sobreprecio en el mercado internacional. En la agricultura orgánica también se aplican prácticas culturales como son: siembra de arbustos, barreras vivas, manejo de sombra entre otras. Es considerado un ejemplo de agricultura sustentable (Danzos, 2007).

El rol que juegan los consumidores en el desarrollo y establecimiento de la agricultura orgánica en los mercados debe ser resaltado, dado que, por primera vez, los consumidores reconocen que a través de la selección de sus productos, ellos pueden tener un efecto sobre la salud del planeta y el bienestar de los pequeños productores (Soto, 2003).

La agricultura orgánica es una alternativa que ofrece la soberanía alimentaria, seguridad alimentaria y el desarrollo endógeno de las comunidades andinas, es una dimensión muy importante que se debe tomar en cuenta cuando se habla de desarrollo comunitario. Los productos orgánicos no están aislados de los aspectos sociales, organizativos y espirituales de las comunidades indígenas y campesinas, donde la cosmovisión como las formas de percibir la vida hacen que los aspectos productivos se manejen atados a los aspectos socioculturales y espirituales de cada comunidad (Paqui, 2012).

La agricultura orgánica depende de la estabilización de los agroecosistemas, del mantenimiento del equilibrio ecológico, del desarrollo de los procesos biológicos hasta su nivel óptimo y de relacionar las actividades agrícolas con la conservación de la biodiversidad. Las especies salvajes brindan una serie de servicios ecológicos dentro de los sistemas orgánicos: la

polinización, el control de plagas y el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Por tal motivo, niveles más elevados de biodiversidad pueden fortalecer las funciones esenciales para los sistemas agrícolas y, por ende, para el desempeño agrícola. La promoción del aumento de la biodiversidad funcional constituye una estrategia ecológica clave para lograr mantener la sostenibilidad de la producción en granjas orgánicas (El-Hage & Hattam, 2003).

Los sistemas orgánicos también utilizan menor cantidad de insumos externos y no usan fertilizantes químicos, plaguicidas, organismos genéticamente modificados ni medicamentos sintéticos. Por el contrario, los sistemas están diseñados para poder aplicarse en armonía con la naturaleza, con el fin de determinar los rendimientos agrícolas y la resistencia contra las enfermedades. La agricultura orgánica apunta a optimizar la calidad en todos los aspectos de la agricultura y del medio ambiente, mediante el respeto de la capacidad natural de las plantas, de los animales y del paisaje (El-Hage & Hattam, 2003).

### **2.1.2.1 Principios de la Agricultura Orgánica**

A finales de los años sesenta, cuando se comenzó a registrar cambios ambientales, sociales, culturales, se comienza a plantear otras prácticas agrícolas como la agricultura orgánica, lo natural, con una posibilidad real y efectiva de hacer más rentable y eficiente el trabajo en el campo. La producción orgánica está regida por una serie de principios (Paqui, 2012).

Los principios son las raíces de donde la agricultura orgánica crece y se desarrolla. Expresan la contribución que la agricultura orgánica puede hacer al mundo y una visión para mejorar toda la agricultura en un contexto global. Los Principios de la Agricultura Orgánica sirven de inspiración al movimiento orgánico en toda su diversidad, orientan el desarrollo de posiciones políticas, programas y normas, y además son presentados con la visión de que sean adoptados mundialmente (IFOAM, s.f.).

La Fundación Internacional para la Agricultura Orgánica (IFOAM), indica que los principios fundamentales de la agricultura orgánica son:

- **Principio de salud:** debe sostener y promover la salud de suelo, planta, animal, persona y planeta como una sola e indivisible, además este principio sostiene que la salud de los individuos y las comunidades no puede ser separada de la salud de los ecosistemas – suelos saludables producen cultivos saludables que fomentan la salud de los animales y las personas.
- **Principio de ecología:** debe estar basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y ayudar a sostenerlos. Este principio enraíza la agricultura orgánica dentro de sistemas ecológicos vivos. Establece que la producción debe estar basada en procesos ecológicos y el reciclaje. La nutrición y el bienestar se logran a través de la ecología del ambiente productivo específico y así por ejemplo, en el caso de cultivos, éste es el suelo vivo, en animales, es el ecosistema de la granja y en peces y organismos marinos es el ambiente acuático.
- **Principio de equidad:** debe estar basada en relaciones que aseguren equidad con respecto al ambiente común y a las oportunidades de vida. Este principio enfatiza que todos aquellos involucrados en la agricultura orgánica deben conducir las relaciones humanas de tal manera que aseguren justicia a todos los niveles y a todas las partes – productores, trabajadores agrícolas, transformadores, distribuidores, comercializadores y consumidores. La agricultura orgánica debe proporcionar a todos aquellos involucrados, una buena calidad de vida, contribuir a la soberanía alimentaria y a la reducción de la pobreza.
- **Principio de precaución:** la agricultura orgánica debe ser gestionada de una manera responsable y con precaución para proteger la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras y el ambiente. Este principio establece que la precaución y la responsabilidad son elementos clave en la gestión, desarrollo y elección de tecnologías para la agricultura orgánica. La ciencia es necesaria para asegurar que la agricultura orgánica sea saludable, segura y ecológicamente responsable, por lo que este sistema de producción debe prevenir riesgos importantes adoptando tecnologías apropiadas y rechazando las impredecibles como lo es la ingeniería genética.

### **2.1.3 Abonos Orgánicos o Bioabonos**

Los abonos orgánicos o bioabonos son todos los materiales de origen orgánico que se pueden descomponer por la acción de microbios y del trabajo del ser humano, incluyendo además a pequeños organismos presentes en las excretas animales y al trabajo de microbios específicos, que ayudan a la tierra a mantener su fertilidad (Vásquez, 2008).

Paqui (2012), sostiene que un abono orgánico es un “fertilizante que proviene de animales, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural”. Por ejemplo la majada o estiércol de las vacas que se alimentan del pasto, como también de los conejos porque estos se alimentan a base de vegetales. La misma autora menciona que por el contrario, los abonos inorgánicos están fabricado por medios artesanales, como los abonos nitrogenados (hechos a partir de combustibles fósiles y aire) o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio, calcio, zinc.

Los fertilizantes orgánicos además de ser un suministro nutricional, adicionan componentes elementales para la corrección o enmienda de la parte física y biológica de los suelos. El fertilizante orgánico cumple fundamental importancia, pues es el primer eslabón para mantener con vida saludable al superlativo recurso natural suelo y evitar su contaminación esquilma, como es lo que provoca el uso inadecuado o irracional de agroquímicos (Mansilla & Hudson, 2007).

La elaboración y manejo de los abonos orgánicos actualmente se presenta en el mundo una tendencia a la producción y consumo de productos alimenticios obtenidos de manera "limpia", es decir, sin el uso de insecticidas, biácidas, fertilizantes sintéticos, etc (Ausay, 2007).

Actualmente los fertilizantes inorgánicos suelen ser más baratos y con dosis más precisas y más concentradas. Sin embargo, salvo en cultivo hidropónico, siempre es necesario añadir los abonos orgánicos para reponer la materia orgánica del suelo. Actualmente el consumo de fertilizante orgánico está aumentando debido a la demanda de alimentos orgánicos y la concienciación en el cuidado del medio ambiente (Paqui, 2012).

Los abonos orgánicos son generalmente de origen animal o vegetal. Pueden ser también de síntesis (urea por ejemplo). Los primeros son típicamente desechos industriales tales como desechos de matadero (sangre desecada, cuerno tostado,) desechos de pescado, lodos de depuración de aguas. Son interesantes por su aporte de nitrógeno de descomposición relativamente lenta, y por su acción favorecedora de la multiplicación rápida de la microflora del suelo, pero enriquecen poco el suelo de humus estable (Castillo & Chiluisa, 2013).

Los segundos pueden ser desechos vegetales (residuos verdes), compostados o no. Su composición química depende del vegetal de que proceda y de las circunstancias del momento. Además de sustancia orgánica contiene gran cantidad de elementos como nitrógeno, fósforo y calcio, así como un alto porcentaje de oligoelementos. También puede utilizarse el purín pero su preparación adecuada es costosa (Castillo & Chiluisa, 2013).

La fertilización orgánica plantea nuevos desafíos a los países y sus instituciones, especialmente en la posibilidad de contribuir a la calidad del medio ambiente, la generación de ingresos y la seguridad alimentaria. Una decisión informada, basada en la ciencia y la tecnología respecto a la agricultura orgánica debe integrarse dentro de una gama de opciones agrícolas y hortícolas sostenibles con el apoyo de la investigación y la extensión que permitan apoyar oportunidades comerciales a niveles nacionales e internacionales (Quinto, 2013).

#### **2.1.3.1 Respuesta de los Cultivos al Uso de Abonos Orgánicos**

La mayoría de los cultivos muestra una clara respuesta a la aplicación de los abonos orgánicos, de manera más evidente bajo condiciones de temporal y en suelos sometidos al cultivo de manera tradicional y prolongada. No en vano, los abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan para su desarrollo. Es cierto que, en comparación con los fertilizantes químicos, contienen bajas cantidades de nutrimentos; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos (Trinidad, 2014).

En los ensayos tradicionales de la aplicación de abonos orgánicos, siempre se han reportado respuestas superiores con estos, que con la aplicación de fertilizantes químicos que aporten cantidades equivalentes de nitrógeno y fósforo; éste es, en resumen, el efecto conjunto de factores favorables que proporcionan los abonos orgánicos al suelo directamente y de manera indirecta a los cultivos (INFOANDINA, 2011)

Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; esto es, ha apoyado al desarrollo de la que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis comercial. Los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobreprecio por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud (Trinidad, 2014).

#### **2.1.4 Bioestimulantes Orgánicos**

Los bioestimulantes ayudan a abordar algunos de los desafíos más importantes a los que se enfrenta la agricultura mundial en los próximos años. Un ejemplo destacable es la alimentación de una población en crecimiento que requiere de aumentos en los rendimientos de los cultivos, los cuales pueden ser fomentados por bioestimulantes. Las temperaturas extremas, la falta de agua, la salinidad y otros tipos de estrés relacionados con el cambio climático, requieren cultivos resistentes para optimizar sus rendimientos (Castillo & Chiluisa, 2013).

Contribuyen a mantener el balance hormonal y vitamínico necesario para que las reacciones bioquímicas vegetales se realicen con más eficiencia y con ello se auxilie a expresar el potencial genético y agronómico productivo de un cultivo. Algunos de los factores que afectan negativamente el desarrollo del cultivo son estreses por alta o baja temperatura, ataques de patógenos, aplicaciones de productos muy agresivos para la planta, etc (PROASA, 2013).

La mayoría de los bioestimulantes se aplican solos, directamente al follaje, pero en ciertos casos se los aplica al suelo por medio de fertirrigación o en drench. Algunos se los puede usar en

mezclas con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, previa comprobación de compatibilidad con el otro producto. Se los recomienda utilizar en las etapas de crecimiento del vegetal para un mayor aprovechamiento de sus compuestos. Cada vez son más utilizados en la agricultura convencional ayudando a resolver las ineficiencias que se mantienen hoy en día, a pesar de la mejora de las prácticas de producción (Carvajal, 2013).

Son usados principalmente para activar y fomentar el crecimiento y desarrollo de las plantas, incrementando la tolerancia al estrés del ambiente y la calidad de los vegetales, con el fin de reducir daños y mejorar las cosechas (Turgeon, 2005).

#### **2.1.4.1 Té de Estiércol**

El té de estiércol se puede lograr mezclando estiércol fresco con agua para hacer abono en líquido. Este se puede aplicar a las plantas durante todo su crecimiento. El té de estiércol es rico en nutrientes y se puede utilizar en el huerto. Es de fácil preparación, además, es un repelente para hormigas y otros insectos (Vásquez, 2008).

El proceso de producción del té de estiércol es una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido. En el proceso de hacerse té, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas, este abono es rico en potasio, principal nutriente que aporta al suelo (Puente, 2010).

Un litro de té de estiércol se lo mezcla en 4 a 5 litros de agua. La forma de aplicarlo en los cultivos es mediante la técnica de DRENCH que consiste en aplicar de forma directa el abono a la raíz y tallo. Una vez mezclado el té de estiércol con el agua pura, le ponemos en la bomba para fumigar a la cual previamente hemos sacado la boquilla dosificadora del aplicador con esto aplicamos directamente el abono a la raíz y tallo del cultivo. Si no contamos con una bomba podemos aplicar con un recipiente común o jarra, dependiendo de las necesidades del cultivo y la calidad del suelo. Se puede repetir la aplicación en 8 o 15 días, tomando en cuenta los ciclos del cultivo que se está tratando (Puente, 2010).

#### **2.1.4.2 Biol**

Los bioles son sustancias líquidas orgánicas que se obtienen mediante la fermentación en agua de estiércoles, plantas, otros materiales orgánicos y que algunas veces son enriquecidos con sales minerales naturales. Existen muchos tipos, como por ejemplo el bioabono obtenido de la simple mezcla y fermentación de estiércol con agua; otros son obtenidos de la fermentación de plantas en agua, como el purín de ortiga y muchas otras formas de prepararlos. Estos biofertilizantes sirven para estimular y activar la nutrición y resistencia de las plantas al ataque de insectos y enfermedades (Vásquez, 2008).

Se han realizado muchas evaluaciones de campo en las parcelas de los propios agricultores para conocer los efectos directos del biol en el desarrollo de los cultivos. A través de estas pruebas se ha determinado que este abono líquido se puede utilizar en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes; gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla o a la raíz (Ausay, 2007).

Para conseguir un biol de buena calidad se debe conseguir la materia prima de buena calidad, el digestor debe estar en buenas condiciones y con una temperatura de 25-30 °C, el pH debe estar alrededor de 7,0 y el digestor debe estar herméticamente cerrado para una buena descomposición anaeróbica (Suquilanda, 2006).

Contiene nutrientes de alto valor nutritivo (nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos) que estimula el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas. Su producción es un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que los insumos de preparación son locales, aunque su elaboración tiene un periodo de dos y tres meses (Hernández, 2012).

Las cantidades de agua y de materia orgánica deben estar consideradas en una relación adecuada ya que esto implica el grado de la solución, la cantidad de agua debe estar alrededor del 90%

del peso del contenido total, el acceso o falta de agua puede ser muy perjudicial para la formación (Suquilanda, 2006).

#### **2.1.4.3 Caldo Súper Cuatro**

El caldo súper cuatro es rico en elementos menores y debido a la adición de sales minerales y mayor contenido nutricional permite obtener plantas de mayor desarrollo, por lo que constituye una fuente de nutrientes para las plantas frente a los fertilizantes foliares químicos que por su composición y mayor aporte nutricional son mayor mente aceptado por los agricultores (Rodríguez, 2009).

El caldo súper 4 es un biofertilizante que se prepara con algunas sustancias químicas y con materiales obtenidos en la propia finca. Su elaboración es muy sencilla y con este producto se busca aportar al suelo los siguientes elementos menores: cobre, boro, zinc, calcio, hierro y magnesio. El objetivo es obtener una solución que mejore la microbiología del suelo y acelere el proceso de descomposición de la materia orgánica, además actúa como un abono rico en compuestos orgánicos y minerales en razón a los elementos que intervienen en su proceso de elaboración (Montoya, 2012).

Con este biofertilizante se puede mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo con el resultado de una nutrición más adecuada para los cultivos, dando como resultado plantas más sanas, mejor desarrolladas, más resistentes a las condiciones ambientales y productoras de cosechas mejores en calidad en cantidad (Gómez & Agudelo, 2006).

Su elaboración es sencilla y con su utilización es posible equilibrar el contenido de nutrientes menores en el suelo, nutrientes como Boro, Calcio, Cobre, Hierro, Magnesio y Zinc. Esto trae como consecuencia mejor funcionamiento microbiano y por tanto, mejores condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo con el resultado de una nutrición más adecuada para los cultivos, dando como resultado plantas más sanas, mejor desarrolladas, más resistentes a las condiciones ambientales y productoras de cosechas mejores en calidad y cantidad (Hernández, 2011).

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1 Localización

La presente investigación, se llevó cabo en terrenos de la Finca del Sr. Pedro Montesé, ubicada en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos, situado entre las coordenadas geográficas 1°12'25.5"S 79°32'13.9"W, a una altitud de 35 metros sobre el nivel del mar. El suelo es de textura franco-arcillosa, topografía plana con poca pendiente, drenaje regular y pH de 6.5-7.5.

### 3.2 Características Climáticas

Las características climáticas del sitio experimental se presentan en la tabla 1:

**Tabla 1** Características climáticas del sitio experimental

<b>Clima:</b>	Tropical húmedo
<b>Temperatura media anual:</b>	24.8 °C
<b>Precipitación:</b>	2252.5 mm/año
<b>Humedad relativa:</b>	84%
<b>Heliofanía:</b>	894 horas/año

**Fuente:** Estación meteorológica Pichilingue, INAMHI, Serie 1971 -2000

### 3.3 Tipo de Investigación

La presente investigación fue de tipo propiamente experimental ya que se estudiaron diferentes tratamientos, para luego mediante la medición de diferentes variables de interés agronómico llegar a la obtención de resultados que permitieron alcanzar los diferentes objetivos propuestos.

### 3.4 Métodos de Investigación

Para la presente investigación se partió de la problemática existente sobre el rendimiento de los cultivos y los efectos secundarios que puede causar el uso desmedido e intensivo de fertilizantes sintéticos, y de esta manera establecer los diferentes tratamientos a estudiar y las dosis establecida de cada bioestimulante (método inductivo), sumándose a esto información existente en la literatura sobre el uso de bioestimulantes para de esta manera identificar el efecto específico de estos productos sobre el comportamiento agronómico del cultivo (método deductivo).

### 3.5 Fuentes de Recopilación de Información

La información para la presente investigación se obtuvo de fuentes primarias como lo es la observación directa mediante la realización del experimento y la medición de variables, así como de fuentes secundarias como libros, revistas, publicaciones y documentos en línea.

### 3.6 Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x3+2 en 3 repeticiones. Siendo el factor A los bioestimulantes orgánicos y el factor B las dosis de aplicación, cuyas interacciones se compararon con un testigo agricultor y un testigo químico.

Las variables en estudio se sometieron al análisis de varianza y se utilizó la prueba de Duncan al 95% de probabilidad para el establecimiento de la diferencia estadística entre los factores y tratamientos en estudio. Para el correspondiente procesamiento estadístico se usó Infostat.

El esquema del análisis de varianza se presenta en la tabla 1:

**Tabla 2** Esquema del análisis de varianza

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	2
Dosis	2
Bioestimulantes	2
Bioestimulantes*Dosis	4
Non Additive	1
Error	21
<b>Total</b>	<b>32</b>

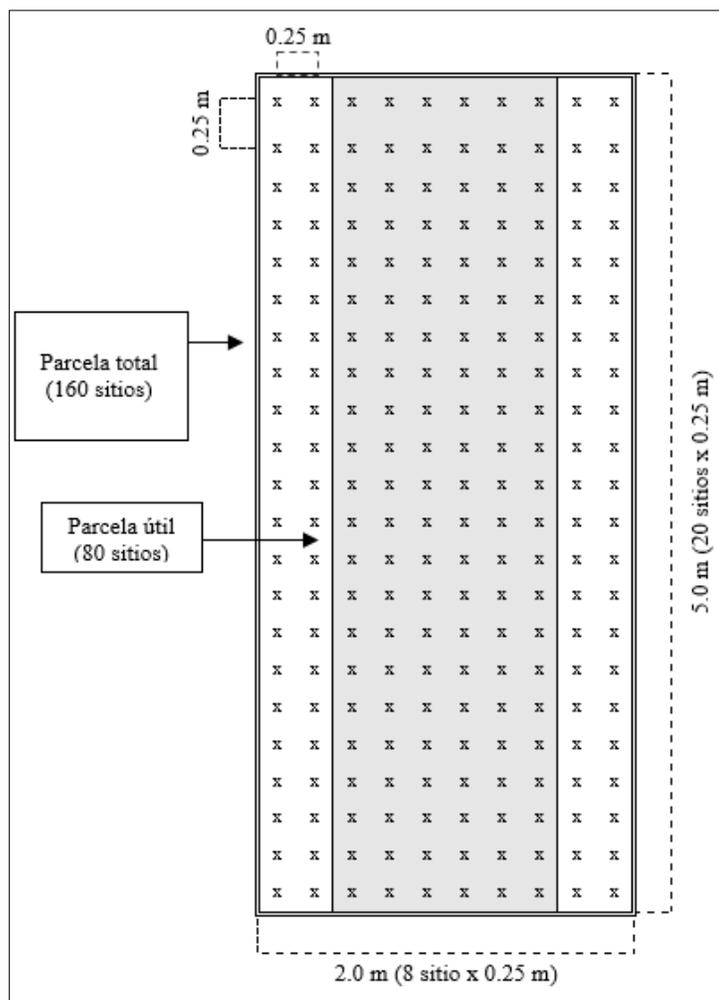
#### 3.6.1 Especificaciones del Experimento

Dimensión de las parcelas	: 5.0 x 2.0 m
Dimensión del ensayo	: 18.0 x 32.0 m
Distancia entre plantas	: 25 cm
Distancia entre hileras	: 25 cm
Distancia entre tratamientos	: 1 m
Distancias entre repeticiones	: 1.5 m
Longitud de las repeticiones	: 34.0 m

Número de tratamientos	:	11
Número de repeticiones	:	3
Número de unidades experimentales	:	33
Número de hileras por parcela	:	8
Número de plantas por hileras	:	20
Número de plantas por parcela	:	160
Número de plantas útiles por parcela	:	80
Área de las parcelas	:	10.0 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	:	576.0 m <sup>2</sup>
Total de plantas en el ensayo	:	5280
Total de plantas útiles en el ensayo	:	880

El croquis de campo del experimento del cultivo de arroz se presenta en el anexo 1.

### 3.6.2 Especificaciones de la Parcela Experimental del Cultivo de Arroz



Superficie total de la parcela experimental: 10.0 m<sup>2</sup>

Superficie de la parcela útil: 5.0 m<sup>2</sup>

## 3.7 Instrumentos de Investigación

### 3.7.1 Factores en Estudio

#### 3.7.1.1 Bioestimulantes

**Be<sub>1</sub>**: Biol

**Be<sub>2</sub>**: Caldo súper cuatro

**Be<sub>3</sub>**: Té de estiércol

#### 3.7.1.2 Dosis

**D<sub>1</sub>**: 100 l/ha

**D<sub>2</sub>**: 50 l/ha

**D<sub>3</sub>**: 25 l/ha

### 3.7.2 Tratamientos Estudiados

**Tabla 3** Descripción de los tratamientos estudiados en el experimento

N°	Tratamientos	Descripción
1	<b>Be<sub>1</sub> D<sub>1</sub></b> :Biol + 100 l/ha	Urea + 100 l/ha de biol
2	<b>Be<sub>1</sub> D<sub>2</sub></b> :Biol + 50 l/ha	Urea + 50 l/ha de biol
3	<b>Be<sub>1</sub> D<sub>3</sub></b> :Biol + 25 l/ha	Urea + 25 l/ha de biol
4	<b>Be<sub>2</sub> D<sub>1</sub></b> :Caldo súper cuatro + 100 l/ha	Urea + 100 l/ha de caldo súper cuatro
5	<b>Be<sub>2</sub> D<sub>2</sub></b> :Caldo súper cuatro + 50 l/ha	Urea + 50 l/ha de caldo súper cuatro
6	<b>Be<sub>2</sub> D<sub>3</sub></b> :Caldo súper cuatro + 20 l/ha	Urea + 25 l/ha de caldo súper cuatro
7	<b>Be<sub>3</sub> D<sub>1</sub></b> :Té de estiércol+ 100 l/ha	Urea + 100 l/ha de té de estiércol
8	<b>Be<sub>3</sub> D<sub>2</sub></b> :Té de estiércol+ 50 l/ha	Urea + 50 l/ha de té de estiércol
9	<b>Be<sub>3</sub> D<sub>3</sub></b> :Té de estiércol+ 20 l/ha	Urea + 25 l/ha de té de estiércol
10	<b>Testigo A</b> : Testigo Agricultor	Urea + Complefol
11	<b>Testigo B</b> :Testigo Químico	Urea + 8-20-20 + Evergreen

### 3.7.3 Material Genético

Como material genético se utilizó la variedad INIAP 14, cuyas características agronómicas se presentan en la Tabla

**Tabla 4** Características agronómicas de la variedad INIAP 14

Rendimiento (riego, transplante) <sup>1/</sup>	64 a 100 sacas
Rendimiento (secano, siembra directa) <sup>1/</sup>	63 a 68 sacas
Ciclo vegetativo (riego, transplante)	115 a 127 días
Ciclo vegetativo (secano, siembra directa)	110 a 117 días
Altura de planta (riego, transplante)	81 a 100 cm
Altura de planta (secano, siembra directa)	99 a 107 cm
Número de panículas por planta (riego, transplante)	14 a 38
Longitud de grano <sup>2/</sup>	7.1 mm (L)
Ancho de grano	2.2 mm
Granos llenos por panícula	89.0 %
Longitud de panícula	23.0 cm
Peso de 1000 granos	26 g
Grano entero al pilar	62.0 %
Resistencia a hoja blanca	Moderada
Resistencia a <i>Pyricularia grisea</i>	Resistente
Resistencia a <i>Tagosodes oryzae</i>	Resistente
Acame de plantas <sup>3/</sup>	Resistente

<sup>1/</sup> Rendimiento de arroz en cáscara al 14% de humedad

<sup>2/</sup> Grano largo (L): 6.6 a 7.5 mm

<sup>3/</sup> Cosecha en época oportuna y el adecuado manejo del cultivo evitan acame

**Fuente:** INIAP-Bolicho (2001)

### 3.7.4 Manejo del Experimento

#### 3.7.4.1 Limpieza del Terreno

La limpieza del terreno se la hizo manualmente con machetes, eliminando todo tipo de desechos y restos de cultivos anteriores a fin de facilitar las labores del cultivo y su desarrollo.

#### **3.7.4.2 Preparación del Terreno**

Se preparó el terreno mediante un pase de rastra en ambos sentidos para dejar el terreno mullido y facilitar la germinación y desarrollo radicular del cultivo.

#### **3.7.4.3 Siembra**

La siembra se realizó de forma manual utilizando espeques, colocando aproximadamente 25 semillas por sitio, a una distancia de 25 cm entre plantas y 25 cm entre hileras.

#### **3.7.4.4 Control de Malezas**

El primer control de malezas se lo realizó inmediatamente después de la siembra aplicando Propanil 48% E.C. (Propanil) en dosis de 3 l/ha y gramoxone (Paraquat) en dosis de 1.5 l/ha. Posteriormente se realizaron dos deshierbas manuales a los 15 y 45 días después de la siembra.

#### **3.7.4.5 Fertilización**

La fertilización de los tratamientos con bioestimulantes orgánicos consistió en la aplicación de 2 sacos de urea por hectárea a los 20 y 40 días después de la siembra, además se realizaron aspersiones de biol, caldo súper cuatro y té de estiércol en las dosis establecidas para cada tratamiento, a los 15, 30 y 45 días de edad del cultivo.

El testigo agricultor se fertilizó únicamente con 2 sacos de urea por hectárea a los 20 y 40 días después de la siembra, y como fertilización foliar Complefol en dosis de 1 Kg/ha a los 15, 30 y 45 días de edad del cultivo.

Para el testigo químico se utilizaron 3 sacos de abono completo (8–20–20) inmediatamente después de la siembra, además se aplicaron 2 sacos de urea por hectárea a los 20 y 40 días después de la siembra, y además se efectuaron aspersiones de Evergreen en dosis de 1 l/ha a los 15 y 30 días posteriores a la siembra.

#### **3.7.4.6 Control de Plagas y Enfermedades**

Para el control de plagas se utilizó Methomyl 90 (Metomil) en dosis de 300 g/ha a los 18 y 32 días después de la siembra, mientras que para el control de enfermedades se aplicó Taspá 500 Ec (Propiconazol + Difenconazol) en dosis de 250 cc/ha y Regnum (Pyraclostrobin) en dosis de 500 cc/ha a los 30 días después de la siembra.

#### **3.7.4.7 Cosecha**

Se cosechó a los 110 días de edad del cultivo, constatando que este haya alcanzado su madurez fisiológica.

### **3.7.5 Datos Registrados y Formas de Evaluación**

#### **3.7.5.1 Altura de Plantas a la Cosecha**

Para la evaluación de esta variable se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más alta excluyendo las aristas, en 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil, para luego promediar y expresar la medida en centímetros.

#### **3.7.5.2 Número de Macollos (m<sup>2</sup>)**

Se contabilizó el número de macollos por metro cuadrado al momento de la cosecha considerando el área útil de cada parcela experimental.

#### **3.7.5.3 Número de Panículas Cosechadas (m<sup>2</sup>)**

Al momento de la cosecha se registró el número de panículas cosechadas por metro cuadrado, considerando el área útil de cada subparcela experimental.

#### **3.7.5.4 Longitud de la Panícula (cm)**

Se evaluó esta variable tomando 10 panículas al azar dentro del área útil de cada subparcela, las cuales se midieron con una cinta métrica desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula, luego se promedió y expreso el valor en centímetros.

#### **3.7.5.5 Número de Granos por Panícula**

En las mismas panículas utilizadas para la evaluación de la variable anterior se contabilizó el número de granos por cada una, y posteriormente se halló el promedio.

#### **3.7.5.6 Esterilidad de la Panícula (%)**

En cada subparcela experimental se calculó el porcentaje de esterilidad de la panícula (P.E.P) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PEP (\%)} = \frac{\text{NGVP}}{\text{TGP}} * 100$$

Dónde:

**PEP:** Porcentaje de esterilidad de la panícula (%)

**NGVP:** Número de granos vanos por panícula

**TGP:** Total de granos por panícula

#### **3.7.5.7 Peso de 1000 Granos (g)**

En cada tratamiento se seleccionaron 100 granos por cada parcela útil, los cuales luego se pesaron en una balanza, y se expresó la magnitud en gramos.

### **3.7.5.8 Rendimiento Ajustado al 14% de Humedad (Kg/ha)**

El rendimiento se determinó por el peso de los granos, provenientes de cada parcela experimental, ajustado al 14% de humedad y transformados a kilogramos por hectárea, mediante la siguiente fórmula:

$$Pu = \frac{Pa (100 - Ha)}{100 - Hd}$$

Dónde:

**Pu:** peso uniformizado

**Pa:** peso actual

**Ha:** humedad actual

**Hd:** humedad deseada

### **3.7.5.9 Análisis Económico**

Los tratamientos estudiados se analizaron económicamente en función del nivel de rendimiento de grano en Kg/ha y el costo de los tratamientos. La relación beneficio/costo se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$R (B/C)=IB/CT$$

Dónde:

R (B/C): Relación beneficio/costo

IB: Ingreso Bruto

CT: Costo Total

## **3.8 Recursos Humanos y Materiales**

### **3.8.1 Recursos Humanos**

Para la realización del experimento se contó con la participación de jornales que ayudaron en el manejo del cultivo, además con las sugerencias del Ing. Ramiro Gaibor Fernández, Director del

Proyecto de Investigación para la obtención de resultados de primera mano sobre el tema en estudio.

### **3.8.2 Recursos Materiales**

#### **3.8.2.1 Elaboración del Biol**

##### **Materiales:**

- 1 tanque de 200 litros.
- 50 Kg de estiércol.
- 5 Kg de leguminosa picada.
- 120 litros de agua
- 1 botella transparente.
- 1 manguera.
- 10 litros de melaza
- 2 litros de leche
- 500 gramos de levadura

##### **Preparación**

Se hizo una mezcla entre el estiércol, la leguminosa picada, leche, levadura, melaza y agua. Se colocó la manguera con un extremo en el tanque y el otro en la botella con agua. Para esto cabe recalcar que la manguera no debe topar el estiércol o el agua. El Biol de leguminosa estuvo listo a los 36 días, por las condiciones de temperatura del medio, ya que de acuerdo a la literatura en climas fríos aumenta el periodo de elaboración.

### **3.8.2.2 Elaboración del Caldo Súper Cuatro**

#### **Materiales:**

- 60 Kg de estiércol fresco
- 120 litros de agua limpia.
- 6 Kg de melaza
- 1 Kg de cal
- 1 Kg de sulfato de cobre
- 1 Kg de sulfato de magnesio
- 1 Kg de sulfato de zinc
- 1 Kg de ácido bórico
- 1 Kg de harina de hueso
- 1 Kg de harina de pescado
- 1 Kg de hígado de res
- 1 litro de leche

#### **Procedimiento**

Para este bioestimulante se siguió el proceso como se encontró en la literatura revisada, de la siguiente manera:

**Día 1:** Se pusieron los 60 Kg de estiércol fresco, el 1 Kg de cal disuelto en 2 o 3 litros de agua, 1 Kg de miel o melaza, disuelto en 2 o 3 litros de agua, el tanque se completa con agua hasta los 150 litros del tanque y revolver.

**Día 8:** Se agregó 1 Kg de sulfato de cobre finamente molido, disuelto en 2 o 3 litros de agua tibia y 1 Kg melaza en agua y revolver.

**Día 15:** Se adicionó 1 Kg sulfato de magnesio disuelto en agua y 1 Kg melaza en agua, posteriormente se debe revolver.

**Día 22:** Se añadió 1 Kg de sulfato de zinc, diluido en 2 o 3 litros de agua, 1 Kg de miel o melaza en agua y revolver introduciendo energía positiva.

**Día 29:** Se colocó 1 Kg de ácido bórico disuelto en agua, 1 Kg de melaza en agua, y revolver, en este día es recomendable adicionar algunos o varios elementos como: 1 Kg de harina de hueso, 1 litro de leche o suero, 1 Kg de hígado licuado, 1 Kg de harina de pescado, 1 Kg de harina de leguminosas.

**Día 36:** El contenido del tanque se filtró con la ayuda de una tela fina y estuvo listo para aplicarse.

### **3.8.2.3 Elaboración del Té de Estiércol**

#### **Materiales:**

- 1 tanque plástico de 200 litros de capacidad
- 1 saquillo de lienzo
- 25 libras de estiércol fresco
- 4 kg de sulphomag o de 0-0-60
- 4 kg de leguminosa picada
- 1 cuerda de 1.80 m
- 1 pedazo de lienzo
- 1 piedra de 5 kg de peso

- 1 litro de melaza
- 1 litro de leche

### **Preparación**

En el saco se colocó el estiércol, el sulphomag, la leguminosa picada y la piedra para facilitar su mantenimiento en el fondo del recipiente, posteriormente se amarró el saco y se dejó un pedazo de piola fuera del tanque a manera de una bolsa de té. Luego se llenó la el tanque con agua hasta los 190 litros, a la cual se le agregó el litro de leche y el litro de melaza y se revolvió y se tapó el tanque. Después de dos semanas se extrajo el saco, exprimiéndolo para que para que salga todo el líquido, y el líquido total del tanque se filtró haciéndolo pasar por una tela fina, quedando de esta manera listo para su aplicación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1 Resultados**

### **4.1.1 Altura de Planta a la Cosecha (cm)**

En la tabla 5 se presentan los promedios correspondientes a la altura de plantas a la cosecha (cm). De acuerdo al análisis de varianza, los bioestimulantes mostraron significancia en el nivel 0.05, mientras que las dosis y tratamientos alcanzaron significancia estadística en el nivel 0.01, siendo el coeficiente de variación 2.8 %.

Con el biol las plantas alcanzaron mayor altura con 104.1 cm, estadísticamente igual al caldo súper cuatro que presentó un promedio de 103.6 cm, superiores estadísticamente al té de estiércol que registró plantas con altura de planta a la cosecha de 100.1 cm.

Con la dosis de 100 l/ha se obtuvieron plantas de mayor altura con 107.4 cm, estadísticamente superior a las dosis de 50 y 25 l/ha con las que se obtuvo plantas de 102.0 y 98.4 cm de altura, respectivamente.

Al aplicarse biol en dosis de 100 l/ha el cultivo presentó plantas de 110.9 cm de altura a la cosecha, sin diferir estadísticamente del testigo químico y caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha con promedios de 108.1 y 107.7 cm, en su orden, superiores estadísticamente a los demás tratamientos que registraron alturas entre 97.3 y 104.0 cm.

**Tabla 5** Promedios de altura de planta a la cosecha del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de planta* (cm)</b>
<b>Bioestimulantes</b>	
<b>Be<sub>1</sub></b> : Biol	104.1 a
<b>Be<sub>2</sub></b> : Caldo súper cuatro	103.6 a
<b>Be<sub>3</sub></b> : Té de estiércol	100.1 b
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub></b> : 100 l/ha	107.4 a
<b>D<sub>2</sub></b> : 50 l/ha	102.0 b
<b>D<sub>3</sub></b> : 25 l/ha	98.4 c
<b>Interacciones y testigos</b>	
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>1</sub></b> :Biol + 100 l/ha	110.9 a
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>2</sub></b> :Biol + 50 l/ha	104.0 bc
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>3</sub></b> :Biol + 25 l/ha	97.3 e
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>1</sub></b> :Caldo súper cuatro + 100 l/ha	107.7 ab
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>2</sub></b> :Caldo súper cuatro + 50 l/ha	103.3 bcd
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>3</sub></b> :Caldo súper cuatro + 20 l/ha	99.6 cde
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>1</sub></b> :Té de estiércol+ 100 l/ha	103.6 bcd
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>2</sub></b> :Té de estiércol+ 50 l/ha	98.7 cde
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>3</sub></b> :Té de estiércol+ 20 l/ha	98.1 de
<b>Testigo A</b> : Testigo Agricultor (Complefol)	102.9 bcd
<b>Testigo B</b> :Testigo Químico (Evergreen)	108.1 ab
<b>Promedio</b>	103.1
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	2.8

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 95% de probabilidad.

### **4.1.2 Número de Macollos (m<sup>2</sup>)**

Los promedios presentados en la tabla 6 corresponden al número de macollos por metro cuadrado. Realizado el análisis de varianza se pudo constatar que las dosis y tratamientos presentaron alta significancia estadística, mientras que los bioestimulantes no registraron significancia estadística, con un coeficiente de variación de 3.3%.

Con el biol se obtuvo mayor número de macollos por metro cuadrado con 460.8, en igualdad estadística con caldo súper cuatro y té de estiércol que produjeron 459.7 y 448.6 macollos por metro cuadrado, respectivamente.

Al aplicar la dosis de 100 l/ha se registró mayor cantidad de macollos por metro cuadrado con 475.3, estadísticamente superior a las dosis de 50 y 25 l/ha que presentaron promedios de 451.4 y 442.2 macollos por metro cuadrado, en su orden.

Utilizando 100 l/ha de biol se produjeron 489.7 macollos por metro cuadrado, sin diferir estadísticamente del testigo químico y caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha con promedios de 477.3 y 474.0, en su orden, estadísticamente superiores los demás tratamientos que registraron entre 436.0 y 462.3 macollos por metro cuadrado.

**Tabla 6** Promedios del número de macollos por metro cuadrado en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de macollos por metro cuadrado*</b>
<b>Bioestimulantes</b>	
<b>Be1:</b> Biol	460.8 a
<b>Be2:</b> Caldo súper cuatro	459.7 a
<b>Be3:</b> Té de estiércol	448.6 a
<b>Dosis</b>	
<b>D1:</b> 100 l/ha	475.3 a
<b>D2:</b> 50 l/ha	451.4 b
<b>D3:</b> 25 l/ha	442.2 b
<b>Interacciones y testigos</b>	
<b>Be1 D1:</b> Biol + 100 l/ha	489.7 a
<b>Be1 D2:</b> Biol + 50 l/ha	456.7 bc
<b>Be1 D3:</b> Biol + 25 l/ha	436.0 c
<b>Be2 D1:</b> Caldo súper cuatro + 100 l/ha	474.0 ab
<b>Be2 D2:</b> Caldo súper cuatro + 50 l/ha	457.0 bc
<b>Be2 D3:</b> Caldo súper cuatro + 20 l/ha	448.0 bc
<b>Be3 D1:</b> Té de estiércol+ 100 l/ha	462.3 abc
<b>Be3 D2:</b> Té de estiércol+ 50 l/ha	440.7 c
<b>Be3 D3:</b> Té de estiércol+ 20 l/ha	442.7 c
<b>Testigo A:</b> Testigo Agricultor (Complefol)	454.7 bc
<b>Testigo B:</b> Testigo Químico (Evergreen)	477.3 ab
<b>Promedio</b>	458.1
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	3.3

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 95% de probabilidad.

### **4.1.3 Número de Panículas Cosechadas (m<sup>2</sup>)**

Los promedios correspondientes al número de panículas cosechadas por metro cuadrado se presentan en la Tabla 7. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para las dosis y tratamientos, mientras que para los bioestimulantes no determinó significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 4.1%.

Aplicando biol se cosechó mayor número de panícula por metro cuadrado con 257.3 panículas, estadísticamente igual al caldo súper cuatro y té de estiércol con 254.9 y 250.2 panículas por metro cuadrado, respectivamente.

Usando la dosis de 100 l/ha se presentó el mayor número de panículas por metro cuadrado con 268.3 panículas, estadísticamente superior a las dosis de 50 y 25 l/ha con promedios de 255.1 y 239.0 macollos por metro cuadrado, en su orden.

Con el biol en dosis de 100 l/ha se registró mayor número de panículas por metro cuadrado con 275.7 panículas, en igualdad estadística con caldo súper cuatro en dosis de 100 y 50 l/ha, testigo químico, biol en dosis de 50 l/ha y té de estiércol en dosis de 100 l/ha que mostraron promedios entre 256.0 y 269.3 panículas por metro cuadrado, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que produjeron entre 235.3 y 255.3 panículas por metro cuadrado.

**Tabla 7** Promedios del número de panículas cosechadas por metro cuadrado en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de panículas cosechadas por metro cuadrado*</b>
<b>Bioestimulantes</b>	
<b>Be<sub>1</sub>:</b> Biol	257.3 a
<b>Be<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro	254.9 a
<b>Be<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol	250.2 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 100 l/ha	268.3 a
<b>D<sub>2</sub>:</b> 50 l/ha	255.1 b
<b>D<sub>3</sub>:</b> 25 l/ha	239.0 c
<b>Interacciones y testigos</b>	
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>1</sub>:</b> Biol + 100 l/ha	275.7 a
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>2</sub>:</b> Biol + 50 l/ha	261.0 abc
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>3</sub>:</b> Biol + 25 l/ha	235.3 e
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>1</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 100 l/ha	269.3 ab
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 50 l/ha	256.0 abcd
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>3</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 20 l/ha	239.3 de
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>1</sub>:</b> Té de estiércol+ 100 l/ha	260.0 abc
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>2</sub>:</b> Té de estiércol+ 50 l/ha	248.3 cde
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol+ 20 l/ha	242.3 cde
<b>Testigo A:</b> Testigo Agricultor (Complefol)	255.3 bcd
<b>Testigo B:</b> Testigo Químico (Evergreen)	268.3 ab
<b>Promedio</b>	255.5
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	4.1

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 95% de probabilidad.

#### **4.1.4 Longitud de la Panícula (cm)**

En la Tabla 8 se presentan los promedios correspondientes a la longitud de la panícula (cm). De acuerdo al análisis de varianza, ninguna de las fuentes de variación alcanzaron significancia estadística, con un coeficiente de variación de 1.6%.

El biol y caldo súper cuatro presentaron panículas de igual longitud con 25.7 cm, en igualdad estadística con el té de estiércol que produjo panículas de 25.6 cm de longitud.

Las dosis de 100 y 25 l/ha registraron mayor longitud de panícula con 25.7 cm, cada uno, estadísticamente igual a la dosis de 50 l/ha que presentó panículas con longitud promedio de 25.5 cm.

Las panículas de mayor longitud se obtuvieron con el testigo agricultor y biol en dosis de 100 l/ha con 25.8 cm, cada uno, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos que registraron panículas con longitud entre 25.4 y 25.7 cm.

**Tabla 8** Promedios de longitud de la panícula en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Longitud de la panícula* (cm)</b>
<b>Bioestimulantes</b>	
<b>Be<sub>1</sub>:</b> Biol	25.7 a
<b>Be<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro	25.7 a
<b>Be<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol	25.6 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 100 l/ha	25.7 a
<b>D<sub>2</sub>:</b> 50 l/ha	25.5 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 25 l/ha	25.7 a
<b>Interacciones y testigos</b>	
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>1</sub>:</b> Biol + 100 l/ha	25.8 a
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>2</sub>:</b> Biol + 50 l/ha	25.5 a
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>3</sub>:</b> Biol + 25 l/ha	25.7 a
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>1</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 100 l/ha	25.6 a
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 50 l/ha	25.7 a
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>3</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 20 l/ha	25.7 a
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>1</sub>:</b> Té de estiércol+ 100 l/ha	25.7 a
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>2</sub>:</b> Té de estiércol+ 50 l/ha	25.4 a
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol+ 20 l/ha	25.7 a
<b>Testigo A:</b> Testigo Agricultor (Complefol)	25.8 a
<b>Testigo B:</b> Testigo Químico (Evergreen)	25.6 a
<b>Promedio</b>	25.7
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	1.6

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 95% de probabilidad.

#### **4.1.5 Número de Granos por Panícula**

Los promedios correspondientes al número de granos por panícula se presentan en la Tabla 9. El análisis de varianza reflejó significancia estadística en el nivel 0.01 para las dosis, significancia en el nivel 0.05 para los tratamientos, mientras que no determinó significancia estadística para los bioestimulantes. El coeficiente de variación fue de 3.6%.

Con el biol se obtuvo mayor número de granos por panícula con 197.3 granos, estadísticamente igual al té de estiércol y caldo súper cuatro con 191.9 y 190.0, en su orden.

La dosis de 100 l/ha produjo más granos por panícula con 201.4, superior estadísticamente a las dosis de 50 y 25 l/ha con 189.9 y 187.8 granos por panícula, respectivamente.

Al aplicar violen dosis de 100 l/ha se obtuvo mayor número de granos por panícula con 208.9 granos, estadísticamente igual a caldo súper cuatro en la misma dosis y al testigo químico con 199.5 y 198.4, respectivamente, superiores estadísticamente a los demás tratamientos que registraron entre 184.3 y 195.9 granos por panícula.

**Tabla 9** Promedios del número de granos por panícula en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de granos por panícula*</b>
<b>Bioestimulantes</b>	
<b>Be<sub>1</sub>:</b> Biol	197.3 a
<b>Be<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro	190.0 a
<b>Be<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol	191.9 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 100 l/ha	201.4 a
<b>D<sub>2</sub>:</b> 50 l/ha	189.9 b
<b>D<sub>3</sub>:</b> 25 l/ha	187.8 b
<b>Interacciones y testigos</b>	
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>1</sub>:</b> Biol + 100 l/ha	208.9 a
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>2</sub>:</b> Biol + 50 l/ha	193.1 bc
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>3</sub>:</b> Biol + 25 l/ha	189.9 bc
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>1</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 100 l/ha	199.5 ab
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 50 l/ha	186.1 bc
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>3</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 20 l/ha	184.3 c
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>1</sub>:</b> Té de estiércol+ 100 l/ha	195.9 bc
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>2</sub>:</b> Té de estiércol+ 50 l/ha	190.5 bc
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol+ 20 l/ha	189.3 bc
<b>Testigo A:</b> Testigo Agricultor (Complefol)	193.6 bc
<b>Testigo B:</b> Testigo Químico (Evergreen)	198.4 ab
<b>Promedio</b>	193.6
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	3.6

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 95% de probabilidad.

#### **4.1.6 Esterilidad de la Panícula (%)**

En la tabla 10 se presentan los promedios correspondientes al porcentaje de esterilidad de la panícula. En base al análisis de varianza se constató que ninguna de las fuentes de variación presentó significancia estadística, siendo 4,8 % el correspondiente coeficiente de variación.

El mayor porcentaje de esterilidad de la panícula se presentó con la aplicación del biol con un 14.7%, estadísticamente igual al caldo súper cuatro y té de estiércol con 14.3 y 14.2%, respectivamente.

La dosis de 20 l/ha registró una esterilidad de la panícula de 14.5%, sin diferir estadísticamente de las dosis de 100 y 50 l/ha que registraron 14.4 y 14.2 % de esterilidad de la panícula, respectivamente.

La aplicación de 50 l/ha de biol produjo el mayor porcentaje de esterilidad de la panícula con un 14.8%, estadísticamente igual a los demás tratamientos que registraron entre 13.5 y 14.7 % de esterilidad de la panícula.

**Tabla 10** Porcentaje de esterilidad de la panícula de arroz (*Oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Esterilidad de la panícula* (%)</b>
<b>Bioestimulantes</b>	
<b>Be<sub>1</sub>:</b> Biol	14.7 a
<b>Be<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro	14.3 a
<b>Be<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol	14.2 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 100 l/ha	14.4 a
<b>D<sub>2</sub>:</b> 50 l/ha	14.2 a
<b>D<sub>3</sub>:</b> 25 l/ha	14.5 a
<b>Interacciones y testigos</b>	
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>1</sub>:</b> Biol + 100 l/ha	14.6 a
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>2</sub>:</b> Biol + 50 l/ha	14.8 a
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>3</sub>:</b> Biol + 25 l/ha	14.7 a
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>1</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 100 l/ha	14.4 a
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 50 l/ha	14.1 a
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>3</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 20 l/ha	14.3 a
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>1</sub>:</b> Té de estiércol+ 100 l/ha	14.3 a
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>2</sub>:</b> Té de estiércol+ 50 l/ha	13.7 a
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol+ 20 l/ha	14.4 a
<b>Testigo A:</b> Testigo Agricultor (Complefol)	14.7 a
<b>Testigo B:</b> Testigo Químico (Evergreen)	13.5 a
<b>Promedio</b>	14.3
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	4.8

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 95% de probabilidad.

#### **4.1.7 Peso de 1000 Granos (g)**

El peso promedio de 1000 granos se presenta en la tabla 11. De acuerdo al análisis de varianza al peso de fruto se muestran en la tabla 8. De acuerdo al análisis de varianza, los bioestimulantes, dosis y tratamientos no presentaron significancia estadística, con un coeficiente de variación de 4.1%.

Los tres bioestimulantes se comportaron estadísticamente igual al registrar peso de 1000 granos de 27.4 g, cada uno.

Con la dosis de 100 l/ha se registró mayor peso de 1000 granos con 27.5 g, en igualdad estadística con las dosis de 25 y 50 l/ha que presentaron valores de 27.4 g, cada una.

El mayor peso de 1000 granos se obtuvo con biol y te de estiércol en dosis de 100 l/ha con 27.5 g, cada uno, estadísticamente igual a los demás tratamientos con los que se registraron pesos de 1000 granos entre 26.8 y 27.4 g.

**Tabla 11** Promedios del peso de 1000 granos de arroz (g) con la aplicación de bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

Tratamientos	Peso de 1000 granos* (g)
<b>Bioestimulantes</b>	
<b>Be<sub>1</sub></b> : Biol	27.4 a
<b>Be<sub>2</sub></b> : Caldo súper cuatro	27.4 a
<b>Be<sub>3</sub></b> : Té de estiércol	27.4 a
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub></b> : 100 l/ha	27.5 a
<b>D<sub>2</sub></b> : 50 l/ha	27.4 a
<b>D<sub>3</sub></b> : 25 l/ha	27.4 a
<b>Interacciones y testigos</b>	
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>1</sub></b> :Biol + 100 l/ha	27.5 a
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>2</sub></b> :Biol + 50 l/ha	27.4 a
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>3</sub></b> :Biol + 25 l/ha	27.4 a
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>1</sub></b> :Caldo súper cuatro + 100 l/ha	27.4 a
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>2</sub></b> :Caldo súper cuatro + 50 l/ha	27.3 a
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>3</sub></b> :Caldo súper cuatro + 20 l/ha	27.4 a
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>1</sub></b> :Té de estiércol+ 100 l/ha	27.5 a
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>2</sub></b> :Té de estiércol+ 50 l/ha	27.4 a
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>3</sub></b> :Té de estiércol+ 20 l/ha	27.4 a
<b>Testigo A</b> : Testigo Agricultor (Complefol)	26.8 a
<b>Testigo B</b> :Testigo Químico (Evergreen)	27.2 a
<b>Promedio</b>	27.3
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	4.1

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 95% de probabilidad.

#### **4.1.8 Rendimiento Ajustado al 14% de Humedad (Kg/ha)**

Los promedios correspondiente al rendimiento (Kg/ha) se presentan en la Tabla 12. El análisis de varianza reflejó alta significancia estadística para todas las fuentes de variación, con un coeficiente de variación de 9.2%.

El biol produjo el mayor rendimiento con 3834.9 Kg/ha, estadísticamente igual al caldo súper cuatro con 3818.8 Kg/ha, superiores estadísticamente al tté de estiércol que registró un rendimiento de 3387.3 Kg/ha.

La dosis de 100 l/ha permitió obtener el mayor rendimiento 4108.1 Kg/ha, estadísticamente superior a las dosis de 50 y 25 l/ha que registraron rendimientos de 3634.5 y 3298.3 Kg/ha, en su orden.

El mayor rendimiento 4433.0 Kg/ha correspondió al testigo químico, sin diferir estadísticamente de la aplicación de biol y caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha con 4336.4 y 4274.2 Kg/ha, respectivamente, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que produjeron entre 3036.1 y 3766.5 Kg/ha.

**Tabla 12** Promedios del rendimiento ajustado al 14% (Kg/ha) del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento* (Kg/ha)</b>
<b>Bioestimulantes</b>	
<b>Be<sub>1</sub>:</b> Biol	3834.9 a
<b>Be<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro	3818.8 a
<b>Be<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol	3387.3 b
<b>Dosis</b>	
<b>D<sub>1</sub>:</b> 100 l/ha	4108.1 a
<b>D<sub>2</sub>:</b> 50 l/ha	3634.5 b
<b>D<sub>3</sub>:</b> 25 l/ha	3298.3 c
<b>Interacciones y testigos</b>	
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>1</sub>:</b> Biol + 100 l/ha	4336.4 ab
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>2</sub>:</b> Biol + 50 l/ha	3766.5 bc
<b>Be<sub>1</sub> D<sub>3</sub>:</b> Biol + 25 l/ha	3401.7 cd
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>1</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 100 l/ha	4274.2 ab
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>2</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 50 l/ha	3725.0 bc
<b>Be<sub>2</sub> D<sub>3</sub>:</b> Caldo súper cuatro + 20 l/ha	3457.1 cd
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>1</sub>:</b> Té de estiércol+ 100 l/ha	3713.7 bc
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>2</sub>:</b> Té de estiércol+ 50 l/ha	3412.0 cd
<b>Be<sub>3</sub> D<sub>3</sub>:</b> Té de estiércol+ 20 l/ha	3036.1 d
<b>Testigo A:</b> Testigo Agricultor (Complefol)	3467.3 cd
<b>Testigo B:</b> Testigo Químico (Evergreen)	4433.0 a
<b>Promedio</b>	103.1
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	2.8

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 95% de probabilidad.

#### **4.1.9 Análisis Económico**

En la tabla 13 se presenta el análisis económico en función del rendimiento y costo de los tratamientos. El mayor rendimiento se obtuvo con el testigo químico con 4433.00 Kg/ha, que produjo un ingreso bruto de \$ 1684.54, a un costo de tratamiento de \$ 353.00, costo variable de \$ 67.38 y costo total de \$ 788.38, lo que generó un ingreso neto de \$ 896.16, con una relación beneficio costo de 2.14, lo que quiere decir que por cada dólar invertido se gana \$ 1.14, es decir una rentabilidad de 114%. Cabe indicar que todos los tratamientos produjeron rentabilidad positiva que fluctuaron entre 72 y 113 %, siendo el caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha el que menor rentabilidad produjo.

**Tabla 13** Análisis económico del rendimiento ajustado al 14% del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en respuesta a la fertilización con bioestimulantes orgánicos bajo condiciones de secano en la zona de Mocache.

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Costo de tratamiento (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad (%)
<b>Be1 D1:</b> Biol + 100 l/ha	4336.40	1647.83	424.00	65.91	857.91	789.92	1.92	92
<b>Be1 D2:</b> Biol + 50 l/ha	3766.50	1431.27	304.00	57.25	729.25	702.02	1.96	96
<b>Be1 D3:</b> Biol + 25 l/ha	3401.70	1292.65	244.00	51.71	663.71	628.94	1.95	95
<b>Be2 D1:</b> Caldo súper cuatro + 100 l/ha	4274.20	1624.20	514.00	64.97	946.97	677.23	1.72	72
<b>Be2 D2:</b> Caldo súper cuatro + 50 l/ha	3725.00	1415.50	349.00	56.62	773.62	641.88	1.83	83
<b>Be2 D3:</b> Caldo súper cuatro + 20 l/ha	3457.10	1313.70	266.50	52.55	687.05	626.65	1.91	91
<b>Be3 D1:</b> Té de estiércol+ 100 l/ha	3713.70	1411.21	379.00	56.45	803.45	607.76	1.76	76
<b>Be3 D2:</b> Té de estiércol+ 50 l/ha	3412.00	1296.56	281.50	51.86	701.36	595.20	1.85	85
<b>Be3 D3:</b> Té de estiércol+ 20 l/ha	3036.10	1153.72	232.75	46.15	646.90	506.82	1.78	78
<b>Testigo A:</b> Testigo Agricultor (Complefol)	3467.30	1317.57	199.00	52.70	619.70	697.87	2.13	113
<b>Testigo B:</b> Testigo Químico (Evergreen)	4433.00	1684.54	353.00	67.38	788.38	896.16	2.14	114

Precio de venta	\$ 0.38
Costo fijo	\$ 368.00
Costo variable (cosecha+transporte)	\$ 0.04
Costo saco de urea (saco 50 Kg)	\$ 22.00
Costo saco de 8-20-20 (saco 50 Kg)	\$ 35.00
Costo Evergreen (litro)	\$ 17.00
Costo Complefol (Kg)	\$ 5.00
Costo biol (litro)	\$ 0.80
Costo del té de estiércol (litro)	\$ 0.65
Costo caldo súper cuatro (litro)	\$ 1.01

## 4.2 Discusión

Las variables longitud de panículas, porcentaje de esterilidad de la panícula y peso de 1000 granos no presentaron diferencias significativas, presentando promedios generales de 24.7 cm, 14.3% de esterilidad de panícula y peso de 1000 granos de 27.3 g, es decir no fueron influenciadas por aplicación de los bioestimulantes, dosis y tratamientos en estudio, lo que se puede atribuir a la características agronómicas propias del material de siembra utilizado en el ensayo, lo que concuerda con la información suministrada por el INIAP (2001) sobre la variedad de arroz INIAP-14 que detalla panículas con 23 cm de longitud, peso de 1000 granos de 26 g, mientras que refleja un porcentaje de esterilidad de la panícula de 11% (Tabla 4), sin embargo de acuerdo a Lira (2004), este valor está dentro de los aceptados ya que cuando se da un buen manejo al cultivo, es posible obtener rendimiento altos con un porcentaje de esterilidad que va desde un 10 hasta un 15%.

En lo correspondiente a la altura de plantas a la cosecha se pudo apreciar que al aplicarse biol se obtuvieron plantas más altas que superaron en apenas 0.5 cm a aquellas obtenidas con el caldo súper cuatro, y en 4.0 cm a las plantas donde se aplicó té de estiércol. En la comparación de las dosis, la dosis de 100 l/ha superó en 5.4 y 9.0 cm a las dosis de 50 y 25 l/ha, respectivamente, lo que demuestra que la dosis se debe tomar en cuenta como un factor clave para el desarrollo de los cultivos. A nivel de tratamientos, al aplicar 100 l/ha de biol se presentaron plantas que superaron en apenas 2.8 y 3.2 cm al testigo químico y a la aplicación de caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha, lo que demuestra que utilizarse estos dos bioestimulantes en el cultivo la respuesta en cuanto a crecimiento de plantas es similar a la de la utilización de fertilizantes sintéticos (Ausay, 2007), que en este caso fue abono completo 8-20-20, urea y Evergreen.

El macollamiento no presentó influencia por los bioestimulantes en estudio ya que al utilizar biol se obtuvo un promedio de 1.1 y 12.2 macollos por metro cuadrado más que al usarse caldo súper cuatro y té de estiércol, respectivamente, sin embargo esta variable a más del plan de fertilización depende también de las características de la variedad así como de las condiciones ambientales (Márquez, 2013). La dosis de 100 l/ha produjo 23.9 y 33.1 macollos por metro

cuadrado más que las dosis de 50 y 25 l/ha, con lo que se puede puntualizar que la mencionada dosis provee mayor cantidad de nutrientes al cultivo que se ve reflejado en el macollamiento y demás procesos fisiológicos. Los tres bioestimulantes en dosis de 100 l/ha cada uno no difirieron significativamente del testigo químico que produjo 477.3 macollos por metro cuadrado, es decir 12.4 macollos menos que el biol en dosis de 100 l/ha, con lo que se puede mencionar que los bioestimulantes son una fuente de nutrientes que pueden satisfacer los requerimientos nutricionales que el cultivo demanda, sin embargo se debe tomar en cuenta lo sostenido por Torres (2013), quien define al macollamiento como un carácter hereditario que principalmente recibe mayor influencia por las condiciones medioambientales donde se desarrolla el cultivo.

Los tres bioestimulantes orgánicos no difirieron significativamente en cuanto a la obtención de panículas por metro cuadrado, cuyos valores fluctuaron entre 250.2 y 257.3 panículas por metro cuadrado, siendo el biol el que produjo mayor promedio de esta variable. Por otro lado al evaluar las dosis, se apreció un incremento de 13.2 y 18.1 panículas por metro cuadrado al utilizarse la dosis de 100 l/ha, con respecto a las dosis de 50 y 25 l/ha, en su orden, por lo que se debe tomar en cuenta la dosis a aplicar ya que al generarse más panículas por metro cuadrado se puede obtener mayor producción por ser esta variable un componente del rendimiento (Pineda, 2007). A nivel de tratamientos, con el biol en dosis de 100 l/ha se obtuvo 7.4 panículas más por metro cuadrado que con el testigo químico, lo que denota la influencia y de los bioestimulantes, lo que concuerda con Castillo & Chiluisa (2013), quienes mencionan que los bioestimulantes representan una alternativa de producción para los cultivos, ya que promueven el desarrollo de estos.

En lo correspondiente a la producción de granos por panícula, con el biol se produjo 5.4 y 7.3 granos más que el té de estiércol y caldo súper cuatro, atribuyendo a su fácil asimilación que permite una rápida respuesta por parte de la planta (Vásquez, 2008). La dosis de 100 l/ha superó significativamente a las de 50 y 25 l/ha en 11.5 y 13.6, respectivamente, evidenciándose que los valores en que difieren pueden ser más altos en grandes extensiones de terreno, y puede influir directamente en la producción por ser una componente del rendimiento. Al comparar los tratamientos se evidenció que al aplicar biol en dosis de 100 l/ha se obtuvo 9.4 y 10.5 granos por panícula más que con el caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha y testigo químico,

respectivamente, esto concuerda con Ausay (2007) quien menciona que el biol puede utilizarse para sustituir a los fertilizantes foliares convencionales, lo que es corroborado por Rodríguez (2009), quien considera al caldo súper cuatro como un fertilizante que representa una oportunidad para nutrir al cultivo por su aporte de nutrientes a éste.

El rendimiento obtenido por la aplicación del biol difirió en apenas 16.1 Kg/ha del caldo súper cuatro, siendo mayor la diferencia con el té de estiércol con 447.6 Kg/ha por encima de los 3387.3 Kg/ha obtenidos con este último bioestimulante orgánico. A nivel de dosis se comprobó que mientras mayor es la dosis mayor es el rendimiento, de tal manera, que con la dosis de 100 l/ha se obtuvo 473.6 y 809.8 Kg/ha más que con las 50 y 25 l/ha, respectivamente, sin embargo no deben utilizarse dosis excesivamente alta ya que a más de quemar el cultivo puede demandar gastos innecesarios (Mansilla & Hudson, 2007). A nivel de tratamientos, el testigo químico superó en apenas 96.6 Kg/ha al biol en dosis de 100 l/ha y en 158.8 Kg/ha al caldo súper cuatro en la misma dosis, con lo que se comprueba que se puede obtener altos niveles de rendimiento, similares a los obtenidos con los fertilizantes de origen sintético, sin comprometer el equilibrio medioambiental, siendo obviamente con poca diferencia por debajo de los obtenidos con la fertilización química debido a que ésta última provee mayor aporte nutricional (Montoya, 2012; Castillo & Chiluisa, 2013).

La rentabilidad obtenida con el testigo químico fue de 114%, demandando un costo de tratamiento de \$ 353.00, superando a los demás tratamientos estudiados, sin embargo, es preciso considerar no solo el aspecto monetario, sino más bien el impacto que pueden producir los fertilizantes convencionales frente a al bajo impacto de los bioestimulantes orgánicos, ya que estos últimos en ciertos casos demandan mayor costo, porque se necesita aplicarlos en mayores cantidades para suplir los requerimientos nutricionales del cultivo (Montoya, 2012)

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- Las variables longitud de panículas, porcentaje de esterilidad de la panícula y peso de 1000 granos no presentaron diferencias significativas, presentando promedios generales de 24.7 cm, 14.3% de esterilidad de panícula y peso de 1000 granos de 27.3 g.
- Al aplicarse biol se obtuvieron plantas más altas que superaron en apenas 0.5 cm a aquellas obtenidas con el caldo súper cuatro, y en 4.0 cm a las plantas donde se aplicó té de estiércol.
- La dosis de 100 l/ha produjo planta que superaron en 5.4 y 9.0 cm a las obtenidas con las dosis de 50 y 25 l/ha, respectivamente.
- A nivel de tratamientos, al aplicar 100 l/ha de biol se presentaron plantas que superaron en apenas 2.8 y 3.2 cm al testigo químico y a la aplicación de caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha.
- El macollamiento no presentó influencia por los bioestimulantes en estudio ya que al utilizar biol se obtuvo un promedio de 1.1 y 12.2 macollos por metro cuadrado más que al usarse caldo súper cuatro y té de estiércol.
- La dosis de 100 l/ha produjo 23.9 y 33.1 macollos por metro cuadrado más que las dosis de 50 y 25 l/ha, en su orden.
- Los tres bioestimulantes en dosis de 100 l/ha cada uno no difirieron significativamente del testigo químico que produjo 477.3 macollos por metro cuadrado.
- Los tres bioestimulantes orgánicos no difirieron significativamente en cuanto a la obtención de panículas por metro cuadrado, cuyos valores fluctuaron entre 250.2 y 257.3 panículas por metro cuadrado, siendo el biol el que produjo más panículas por metro cuadrado.
- Al aplicarse la dosis de 100 l/ha se apreció un incremento de 13.2 y 18.1 panículas por metro cuadrado, con respecto a las dosis de 50 y 25 l/ha, en su orden.

- Con el biol en dosis de 100 l/ha se obtuvo 7.4 panículas más por metro cuadrado que con el testigo químico
- Al usar biol se produjo 5.4 y 7.3 granos por panícula más que el té de estiércol y caldo súper cuatro.
- La dosis de 100 l/ha superó significativamente a las de 50 y 25 l/ha en 11.5 y 13.6 granos por panículas, respectivamente.
- Al aplicar biol en dosis de 100 l/ha se obtuvo 9.4 y 10.5 granos por panícula más que con el caldo súper cuatro en dosis de 100 l/ha y testigo químico.
- El rendimiento obtenido por la aplicación del biol difirió en apenas 16.1 Kg/ha del caldo súper cuatro, siendo mayor la diferencia con el té de estiércol con 447.6 Kg/ha.
- Con la dosis de 100 l/ha se obtuvo 473.6 y 809.8 Kg/ha más que con las 50 y 25 l/ha, respectivamente.
- El testigo químico superó en apenas 96.6 Kg/ha al biol en dosis de 100 l/ha y en 158.8 Kg/ha al caldo súper cuatro en la misma dosis.
- El mayor beneficio económico se obtuvo con el testigo químico con \$ 896.16, con una rentabilidad del 114 %

## 5.2 Recomendaciones

- Aplicar biol el dosis de 100 l/ha ya que a pesar de producir menor rendimiento, permite obtener ganancias aceptables en comparación con el testigo químico.
- Probar la influencia de varias dosis de biol para identificar la que favorezca el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.
- Estudiar diferentes frecuencias de aplicación con menores cantidades de los bioestimulantes en estudio a fin de determinar si influye en el comportamiento agronómico del cultivo.
- Evaluar bioles a partir de diferentes tipos de estiércol para caracterizar el contenido nutricional que pueden proveer al cultivo.

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1 Bibliografía Citada

- Aldana, H., & Ospina, J. (2001). Enciclopedia Agropecuaria: Producción Agrícola 1. Segunda Edición. Terranova Editores. Bogotá-Colombia. 448 p.
- Andrade, F., & Hurtado, D. (2007). Taxonomía, morfología, crecimiento y desarrollo de la planta de arroz. Manual No. 66. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) Estación Experimental Boliche. Boliche-Ecuador. 26 p.
- Andrade, L. (2006). “Evaluación de cinco dosis de aplicación de ceniza de cascarilla de arroz como fuente de silicio y complemento a la fertilización con fósforo y potasio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad F-50 (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 134 p.
- Ausay, V. (2007). Evaluación del efecto de la aplicación del abono líquido foliar orgánico de estiércol de conejo, enriquecido con microelementos en la producción de forraje y semilla de la poa (*Poa Palustris*). Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 77 p.
- Carvajal, M. (2013). Bioestimulantes para las plantas de raíces inteligentes. Obtenido de <http://comunidad.ainia.es/bioestimulantes-para-plantas-de-raices-inteligentes-1/>
- Castillo, M., & Chiluisa, M. (2013). Evaluación de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus) con dos dosis de aplicación en la producción de pimiento (*Capsicum annum* L.) en el recinto San Pablo de Maldonado, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, año 2011. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador. 145 p.
- CIAT. (2005). Morfología de la planta de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali-Colombia. 16 p.
- Danzos, H. (2007). La agricultura orgánica como alternativa al uso de plaguicidas: el caso de Huatusco, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Iberoamericana. México D.F.-México. 143 p.

- Dias, Y. (2010). El cultivo de arroz. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/779/1/Respuesta%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oriza%20sativa%29%20%20a%20la%20aplicaci%C3%B3n%20foliar%20de%20Biol..pdf>
- Durán, F. (2004). Manual de Cultivos Orgánicos y Aleopatía. Grupo Latino Ltda.
- Ecositio. (2009). Principios de la agricultura orgánica. Obtenido de <http://www.ecositio.com.ar/node/495>
- El-Hage, N., & Hattam, C. (2003). Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria. Colección FAO: Ambiente y Recursos Naturales N° 4. FAO. Roma-Italia. 280 p.
- EMBRAPA. (2008). Cultivo de arroz en tierras altas (secano). Obtenido de <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa/>
- Gómez, L., & Agudelo, S. (2006). Cartilla para la educación agroecológica. Obtenido de <http://nuevoportal.corantioquia.gov.co/Publicaciones/Publicaciones%20Institucionales/Cartilla%20para%20educaci%C3%B3n%20Agroecol%C3%B3gica.pdf>
- Hernández, J. (2012). Producción de biofertilizante a partir de residuos orgánicos. Obtenido de <http://www.iutllanos.tec.ve/ova/content/pdf/instituto%20universitario%20de%20tecnologia%20dr%20delfin%20mendoza/PROYECTOBIOFERTILIZANTE.pdf>
- Hernández, N. (2011). Agricultura orgánica. Obtenido de <http://senaempresalosnaranjos.blogspot.com/2011/08/agricultura-organica.html>
- IFOAM. (s.f.). Los principios de la agricultura orgánica. Obtenido de [http://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa\\_spanish\\_web.pdf](http://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_spanish_web.pdf)
- INFOANDINA. (2011). Importancia y beneficios de los abonos orgánicos. Obtenido de <http://www.infoandina.org/sites/default/files/recursos/abonos-24-05-2011.pdf>
- Lira, M. (2004). Evaluación del sistema de intensificación de arroz (*Oryza sativa* L) en comparación a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego en Darío,

- Matagalpa, Postrera 2003. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua-Nicaragua. 55 p.
- MAGAP. (2012). Informe situacional de la cadena del arroz. Obtenido de [http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/Comercializacion/Boletines/arroz/arroz\\_2012\\_1.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/Comercializacion/Boletines/arroz/arroz_2012_1.pdf)
- Mansilla, F., & Hudson, R. (2007). Fertilizantes orgánicos en Mendoza. Obtenido de <http://www.organicusa.net/fertilizantes-org-nicos-en-mendoza.html>
- Manzo, E. (2005). Diagnóstico, investigación y servicios profesionales realizados en el municipio de San Luis, El Petén. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala. 173 p.
- Márquez, O. (2013). Incidencia del fósforo en el macollamiento de arroz (*Oryza sativa*) variedad INIAP 15. Tesis de Grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 67 p.
- Montoya, R. (2012). Agricultura orgánica – Una manera de mejorar la fertilidad de los suelos y producción de alimentos sanos. Obtenido de <https://rubielmontoya.wordpress.com/tag/super-4/>
- Mora, S. (2010). Comparación de dos tecnologías de aplicación de nitrógeno (urea) en diferentes niveles en el cultivo de arroz. aplicación profunda de briquetas de urea y la aplicación tradicional al voleo. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 57 p.
- Paqui, A. (2012). La producción orgánica en la soberanía alimentaria de las comunidades indígenas del cantón Saraguro, provincia de Loja en la actualidad. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito. Quito-Ecuador. 87 p.
- Pineda, J. (2007). Determinación de la adaptabilidad de la variedad de arroz INIAP 14 mediante tres sistemas de siembra, en suelos pantanosos en la parroquia Chicaña, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. 86 p.

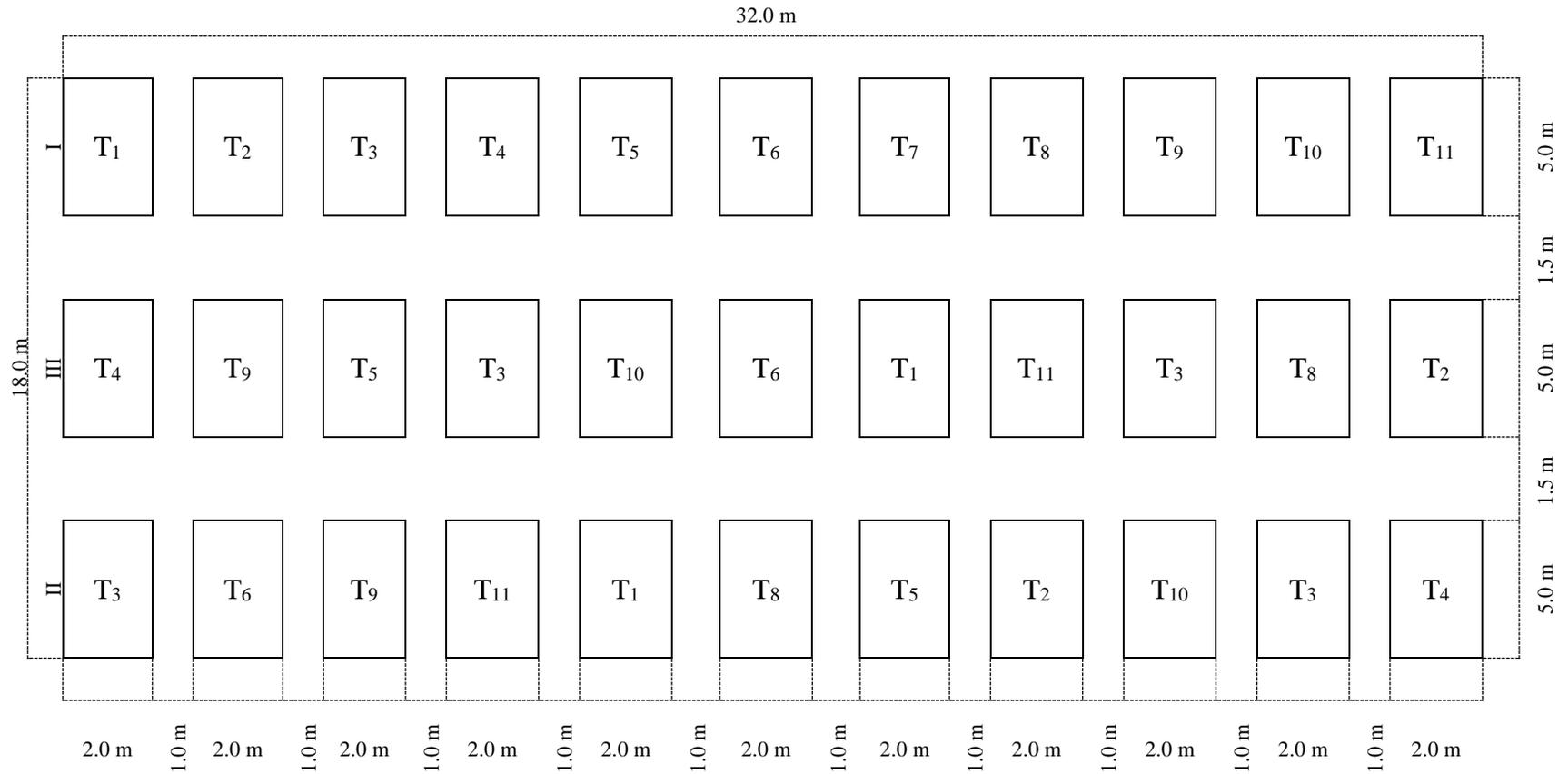
- PROASA. (2013). Agromil V: Biorregulador de crecimiento. Obtenido de <http://proasa.com.mx/wp-content/uploads/2013/01/BIORREGULADORES-Y-BIOESTIMULANTES.pdf>
- Puente, N. (2010). Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Fondo para la Protección del Agua (FONAG). 25 p.
- Quinto, G. (2013). Mejoramiento de eficiencia de la urea mediante la adición de ácidos húmicos, fúlvicos y aplicación de fitohormonas en arroz (*Oryza sativa* L.). Universidad de Guayaquil. Milagro-Ecuador. 89 p.
- Rodríguez, C. (2009). Beneficios del caldo súper 4. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/232984773/caldo-super-4-pdf#scribd>
- Soto, G. (2003). Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. FIDA, RUTA, CATIE & FAO. Turrialba-Costa Rica. 115 p.
- Suquilanda, M. (2006). Agricultura orgánica: alternativa tecnológica del futuro. Tercera Edición. Abya-Yala. Quito-Ecuador. 654 p.
- Tito, L. (2014). Efecto del sulfato de cobre pentahidratado sobre patógenos foliares en tres densidades poblacionales en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 57 p.
- Torres, R. (2013). Evaluación agronómica de cinco variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) a dos distancias en siembra directa bajo el sistema de cultivo en secano en la comunidad de Nushino Ishpingo del cantón Arajuno, provincia de Pastaza. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 79 p.
- Trinidad, A. (2014). Efecto de los abonos orgánicos y sus características en el suelo. Obtenido de <http://www.culturaorganica.com/html/magnified.php?ID=44&PAG=18>
- Turgeon, A. (2005). Turfgrass Management. Person Prentice Hall. New Jersey-United States. 415 p.

Vásquez, D. (2008). Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 115 p.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

**Anexo 1** Croquis de campo del experimento del cultivo de arroz en estudio



Superficie total del experimento del cultivo de arroz: 576.0 m<sup>2</sup>



**Anexo 2** Siembra del cultivo de arroz



**Anexo 3** Aplicación de fertilizante inicial



**Anexo 4** Aplicación de los tratamientos en estudio



**Anexo 5** Visita del Director del Proyecto de Investigación



**Anexo 6** Cultivo de arroz a los 45 días de edad



**Anexo 7** Cultivo de arroz a los 110 días de edad



**Anexo 8** Cosecha del cultivo de arroz (variedad INIAP-14) a los 110 días



**Anexo 9** Medición de la longitud de panículas



**Anexo 10** Cosecha de la parcela útil de cada tratamiento en estudio



**Anexo 11** Conteo del número de granos por panícula



Anexo 12 Pesado del grano de arroz



Anexo 13 Determinación del porcentaje de humedad del grano a la cosecha