



**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:**

“RESPUESTA DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L) A LA  
APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE EVERGREEN Y BIOSIL, EN  
CONDICIONES DE SECANO EN LA ZONA DE MOCACHE”

**AUTOR:**

Astayre José Alarcón Terán

**Director del Proyecto de Investigación:**

Ing. Agr. M. Sc. Segundo Alfonso Vasco Medina

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

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

Yo, **Astayre José Alarcón Terán**, 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.

Atentamente;

---

**Astayre José Alarcón Terán**  
Autor

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

El suscrito **Ing. Agr. M. Sc. Segundo Alfonso Vasco Medina**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Astayre José Alarcón Terán**, realizó el Proyecto de Investigación titulado **“RESPUESTA DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L) A LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE EVERGREEN Y BIOSIL, EN 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.

Atentamente;

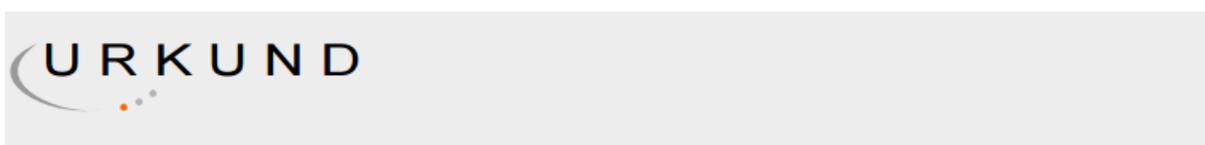
---

**Ing. Agr. M. Sc. Segundo Alfonso Vasco Medina**

Director del Proyecto de Investigación

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

URKUND	
Documento	<a href="#">Alarcón - Proyecto de Investigación Urkund.docx</a> (D22357438)
Presentado	2016-10-12 14:20 (-05:00)
Recibido	svasco.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	Alarcon Proyecto de Investigacion 12.10.2016 <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>
	9% de esta aprox. 21 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 7 fuentes.



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Alarcón - Proyecto de Investigación Urkund.docx (D22357438)  
**Submitted:** 2016-10-12 21:20:00  
**Submitted By:** svasco@uteq.edu.ec  
**Significance:** 9 %

### Sources included in the report:

Aguayo - Proyecto de Investigacion urkund.docx (D17411086)  
Tesis Cacao Cedeño 03.02.2016.docx (D17801094)  
Tesis Cacao Cedeño 03.02.2016.docx (D17801076)  
Donoso Tesis urkund.docx (D17411096)  
Donoso - Proyecto de investigación urkund.docx (D16887648)  
<http://aeфа-agronutrientes.org/bioestimulantes-agricolas>  
<http://www.fermagri.com/tips.php?id=8>

### Instances where selected sources appear:

101

---

**Ing. Agr. M. Sc. Segundo Alfonso Vasco Medina**  
Director del Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

**“RESPUESTA DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L) A LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE EVERGREEN Y BIOSIL, EN 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. César Bermeo Toledo**  
**Presidente del Tribunal**

---

**Ing. Pablo Ramos Granados**  
**Miembro del Tribunal**

---

**Dr. Fernando Abasolo Pacheco**  
**Miembro del Tribunal**

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mis más sinceros agradecimientos a Dios, por permitirme concluir con éxito mis estudios universitarios.

A mi madre y mi padre, familiares y demás seres queridos por darme ánimos e inculcarme que el poder está en nuestras manos y que no hay obstáculos que no se puedan superar.

A mi director del Proyecto de Investigación, Ing. Agr. M. Sc. Alfonso Vasco Medina quién ha sido gran amigo y siempre ha demostrado las más sinceras intenciones de compartir sus conocimientos para contribuir a la formación de profesionales de calidad.

A los miembros del tribunal de sustentación:

A cada uno de los docentes y trabajadores administrativos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su apoyo brindado en el transcurso de mi formación.

*Astayre Alarcón*

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo sobre todo a DIOS, nuestro creador por guiarme en el transcurso de toda mi vida y permitirme culminar mi carrera la cual ha sido unas de mis metas.

A mi madre la Sra. Laura Terán Nuñez y a mi padre el Sr. Astayre Alarcón Solórzano, por ser mi guía y aconsejarme en cada uno de los pasos que doy y ayudarme a ser una persona con valores.

*Astayre Alarcón*

## RESUMEN

Considerando la importancia que cada vez toma la utilización de bioestimulantes para la agricultura y su desarrolló, se realizó la presente investigación teniendo como objetivo general Determinar la respuesta del cultivo de arroz a la aplicación de tres diferentes dosis de Biosil y Evergreen, para lo cual se determinó como objetivos específicos: determinar el bioestimulante que potencialice el rendimiento del cultivo de arroz, identificar la dosis de bioestimulantes que promueven un mayor rendimiento del cultivo y realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio. La investigación se llevó a cabo durante el período de marzo a junio del 2016, en terrenos de la Finca “La Fe”, ubicada en el kilómetro 1.5 de la vía Mocache – Vinces, provincia de Los Ríos. Para el estudio se utilizaron los bioestimulantes Evergreen y Biosil en tres dosis: 0.5, 1.0 y 1.5 l/ha, dando un total de 6 tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos en 3 repeticiones, y se usó la Prueba de Tukey al 95% para la comparación de medias. Como principales resultado se evidenció que el tratamiento con 1.5 l/ha de Evergreen produjo plantas de mayor altura, mayor cantidad de macollos por metro cuadrado y mayor número de macollos efectivos por metros cuadrado. Los tratamientos con Biosil en dosis de 1.5 l/ha y Eevegreen en la misma dosis difirieron en apenas 0.8 en los referente a la longitud de panículas. El 89.79% de los macollos por metro cuadrado obtenidos con la aplicación de Evergreen en dosis de 1.5 l/ha, fueron efectivos, superando a los demás tratamientos. Los tratamientos en estudio así no influyeron significativamente en el peso del grano de arroz. Aplicando Evergreen en dosis de 1.5 l/ha se registró mayor rendimiento de grano con 5641.4 Kg/ha. El tratamiento con Evergreen en dosis de 1.5 l/ha, produjo un 62 % de rentabilidad, con una relación beneficio/costo de 1.62.

**Palabras Claves:** Cultivo de arroz, Bioestimulantes, Biosil, Evergreen

## SUMMARY

Considering the importance of the use of biostimulants for agriculture and its development, the present research was carried out with the general objective of determining the response of rice cultivation to the application of three different doses of Biosil and Evergreen. Determined as specific objectives: to determine the biostimulant that potentiates the yield of the rice crop, to identify the dose of biostimulants that promote a greater crop yield and to carry out the economic analysis of the treatments under study. The investigation was carried out during the period from March to June of 2016, in lands of the Finca "La Fe", located at kilometer 1.5 of the Mocache - Vinces road, in the province of Los Ríos. For the study, biostimulants Evergreen and Biosil were used in three doses: 0.5, 1.0 and 1.5 l / ha, giving a total of 6 treatments. A randomized complete block design with 6 treatments in 3 replicates was used, and the Tukey test at 95% was used for comparison of means. As a main result, it was evidenced that the treatment with 1.5 l / ha of Evergreen produced taller plants, more tillers per square meter and more effective tillers per square meter. Biosyl treatments at doses of 1.5 l / ha and Evergreen at the same dose differed by only 0.8 in relation to panicle length. The 89.79% of the tillers per square meter obtained with the application of Evergreen in doses of 1.5 l / ha, were effective, surpassing the other treatments. The treatments under study thus did not significantly influence the weight of the rice grain. Applying Evergreen in doses of 1.5 l / ha, a higher grain yield was recorded with 5641.4 kg / ha. Treatment with Evergreen at a dose of 1.5 l / ha produced a 62% profitability, with a benefit / cost ratio of 1.62.

**Keywords:** Cultivation of rice, Biostimulants, Biosil, Evergreen.

## 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.....	xv
Índice de Anexos .....	xvi
Código Dublin .....	xviii
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
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 .....	4
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Marco Teórico .....	6
2.1.1 Generalidades del Cultivo de Arroz .....	6
2.1.4.1 Origen .....	6
2.1.4.2 Taxonomía .....	7
2.1.4.3 Características Botánicas .....	7
2.1.4.4 Requerimientos Edafoclimáticos .....	11
2.1.2 Bioestimulantes .....	13
2.1.4.5 Bioestimulantes foliares .....	14
2.1.3 Características del Evergreen .....	15
2.1.4.6 Beneficios del Evergreen .....	16
2.1.4.7 Composición Química del Evergreen .....	17
2.1.4 Características del Bioestimulante Biosil .....	18
2.1.4.8 Beneficios del Biosil .....	18
2.1.4.9 Composición Química de Biosil .....	20
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Localización del Experimento .....	22
3.2 Características Climáticas de la Zona de Estudio .....	22
3.3 Tipo de Investigación .....	22

3.4 Métodos de Investigación.....	23
3.5 Fuentes de Recopilación de Información .....	23
3.6 Diseño Experimental y Análisis Estadístico de la Investigación .....	23
3.7 Instrumentos de Investigación .....	24
3.7.1 Material Genético .....	24
3.7.2 Tratamientos Estudiados.....	25
3.7.3 Especificaciones de Siembra del Experimento.....	25
3.7.4 Manejo del Experimento .....	26
3.7.4.1 Limpieza del Terreno.....	26
3.7.4.2 Preparación del Terreno.....	26
3.7.4.3 Siembra.....	26
3.7.4.4 Control de Malezas.....	26
3.7.4.5 Fertilización Edáfica.....	27
3.7.4.6 Fertilización Foliar .....	27
3.7.4.7 Control de Plagas y Enfermedades.....	27
3.7.4.8 Cosecha.....	28
3.7.5 Datos Registrados y Formas de Evaluación .....	28
3.7.5.1 Altura de Planta a la Cosecha (cm) .....	28
3.7.5.2 Longitud de Panícula (cm) .....	28
3.7.5.3 Número de Macollos por Metro Cuadrado.....	28
3.7.5.4 Número de Macollos Efectivos por Metro Cuadrado.....	29

3.7.5.5 Número de Granos Efectivos por Panícula.....	29
3.7.5.6 Número de Granos Vanos por Panícula .....	29
3.7.5.7 Total de Granos por Panícula .....	29
3.7.5.8 Peso de 1000 Semillas (g) .....	29
3.7.5.9 Rendimiento Ajustado al 14% de Humedad (Kg/ha) .....	29
3.7.5.10 Análisis Económico.....	30
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Resultados.....	32
4.1.1 Altura de Planta a la Cosecha (cm) .....	32
4.1.2 Longitud de la Panícula (cm).....	33
4.1.3 Número de Macollos por Metro Cuadrado.....	34
4.1.4 Número de Macollos Efectivos por Metro Cuadrado.....	35
4.1.5 Granos Efectivos por Panícula .....	36
4.1.6 Granos Vanos por Panícula .....	37
4.1.7 Granos por Panícula.....	38
4.1.8 Peso de 1000 Semillas (g).....	39
4.1.9 Rendimiento Ajustado al 14% (Kg/ha) .....	40
4.1.10 Análisis Económico.....	41
4.2 Discusión .....	43
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
5.1 Conclusiones.....	47

5.2 Recomendaciones .....	48
<b>CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA</b> .....	49
6.1 Bibliografía Citada .....	50
<b>CAPÍTULO VII ANEXOS</b> .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características climáticas de la zona de estudio. ....	22
Tabla 2	Esquema del ADEVA (Análisis de varianza) de la investigación. ....	23
Tabla 3	Características agronómicas de la variedad de arroz SFL 09 utilizada como material de siembra en el ensayo. ....	24
Tabla 4	Descripción de la cantidad y época de aplicación de los fertilizantes edáficos utilizados en el cultivo de arroz .....	27
Tabla 5	Altura de plantas a la cosecha (cm). ....	32
Tabla 6	Longitud de panículas de arroz (cm).....	33
Tabla 7	Número de macollos por metro cuadrado .....	34
Tabla 8	Número de macollos efectivos por metro cuadrado.....	35
Tabla 9	Número de granos efectivos por panícula.....	36
Tabla 10	Número de granos vanos por panícula. ....	37
Tabla 11	Número de granos por panícula. ....	38
Tabla 12	Peso de 1000 semillas de arroz (g).....	39
Tabla 13	Rendimiento de grano de arroz ajustado al 14% de humedad (Kg/ha).....	40
Tabla 14	Análisis económico del rendimiento de grano de arroz ajustado al 14% (Kg/ha)....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Croquis de campo de cada parcela .....	55
Anexo 2	Croquis de campo del experimento de arroz .....	56
Anexo 3	Datos de altura de plantas a la cosecha (cm).....	57
Anexo 4	Datos de longitud de la panícula (cm).....	57
Anexo 5	Datos de número de macollos por metro cuadrado .....	57
Anexo 6	Datos de número de macollos efectivos por metro cuadrado e.....	58
Anexo 7	Datos de número de granos efectivos por panícula.....	58
Anexo 8	Datos de número de granos vanos por panícula.....	58
Anexo 9	Datos del total de granos por panícula .....	59
Anexo 10	Datos de peso de 1000 semillas (g).....	59
Anexo 11	Datos de rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad.....	59
Anexo 12	Limpieza y delimitación de las parcelas experimentales .....	60
Anexo 13	Siembra de semillas de arroz en condiciones de secano .....	60
Anexo 14	Cultivo de arroz a los 45 días después de las siembra .....	61
Anexo 15	Aplicación de Biosil y Evergreen en experimento del cultivo de arroz.....	61
Anexo 16	Aplicación de herbicidas selectivos .....	62
Anexo 17	Evaluación de altura de plantas a la cosecha.....	62
Anexo 18	Evaluación de longitud de la panícula (cm).....	63
Anexo 19	Conteo de granos efectivos y vanos por panícula .....	63

Anexo 20	Peso de 1000 semillas (g).....	64
Anexo 21	Determinación del porcentaje de humedad .....	64
Anexo 22	Cosecha del grano de arroz .....	65
Anexo 23	Determinación del rendimiento por cada tratamiento .....	65

## CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“RESPUESTA DEL CULTIVO DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> L) A LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE EVERGREEN Y BIOSIL, EN CONDICIONES DE SECANO EN LA ZONA DE MOCACHE”
Autor:	Astayre José Alarcón Terán
Palabras clave:	Cultivo de arroz, Bioestimulantes, Biosil, Evergreen.
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	<p>Considerando la importancia que cada vez toma la utilización de bioestimulantes para la agricultura y su desarrollo, se realizó la presente investigación teniendo como objetivo general Determinar la respuesta del cultivo de arroz a la aplicación de tres diferentes dosis de Biosil y Evergreen, para lo cual se determinó como objetivos específicos: determinar el bioestimulante que potencialice el rendimiento del cultivo de arroz, identificar la dosis de bioestimulantes que promueven un mayor rendimiento del cultivo y realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio. La investigación se llevó a cabo durante el período de marzo a junio del 2016, en terrenos de la Finca “La Fe”, ubicada en el kilómetro 1.5 de la vía Mocache – Vinces, provincia de Los Ríos. Para el estudio se utilizaron los bioestimulantes Evergreen y Biosil en tres dosis: 0.5, 1.0 y 1.5 l/ha, dando un total de 6 tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos en 3 repeticiones, y se usó la Prueba de Tukey al 95% para la comparación de medias. Como principales resultado se evidenció que el tratamiento con 1.5 l/ha de Evergreen produjo plantas de mayor altura, mayor cantidad de macollos por metro cuadrado y mayor número de macollos efectivos por metros cuadrado. Los tratamientos con Biosil en dosis de 1.5 l/ha y Evergreen en la misma dosis difirieron en apenas 0.8 en los referente a la longitud de panículas. El 89.79% de los macollos por metro cuadrado obtenidos con la aplicación de Evergreen en dosis de 1.5 l/ha, fueron efectivos, superando a los demás tratamientos. Los tratamientos en estudio así no influyeron significativamente en el peso del grano de arroz. Aplicando Evergreen en dosis de 1.5 l/ha se registró mayor rendimiento de grano con 5641.4 Kg/ha. El tratamiento con Evergreen en dosis de 1.5 l/ha, produjo un 62 % de rentabilidad, con una relación beneficio/costo de 1.62.</p>
Descripción:	
URL	

## INTRODUCCIÓN

El arroz es el cultivo más extenso del Ecuador, ocupando más de la tercera parte de la superficie de productos transitorios del país. Es el principal cereal a nivel internacional y uno de los productos agrícolas de mayor consumo a nivel mundial. En nuestro país, el arroz constituye uno de los principales alimentos en la dieta diaria de la mayoría de ecuatorianos y uno de los alimentos básicos de muchos pueblos. Su alto valor nutricional lo ha convertido en uno de los alimentos más importantes para más de la mitad de la población del mundo.

El cultivo de arroz en el Ecuador constituye una de las principales actividades agrícolas del litoral. Se cultiva en terrenos húmedos con altos rendimientos, también se lo siembra en terrenos sin riego que se los llama cultivos de secano, estimándose que da ocupación a alrededor de 50.000 familias del sector rural, con una contribución al PIB agrícola en aproximadamente el 13% lo que representa una participación del 2,7% del PIB nacional (SICA, 2002).

Nuestro país tiene al arroz como uno de sus cultivos más importantes y de mayor demanda; es por, esto que el nivel de producción de este cultivo se ha visto incrementado para satisfacer el requerimiento de sus consumidores.

Los bioestimulantes agrícolas se encuentran entre los productos más antiguos que se vienen utilizando en la agricultura. Siempre ha existido la necesidad de estimular el crecimiento de las plantas para aumentar los rendimientos y, tanto más, cuando el agricultor ve que su cosecha puede verse mermada, sobre todo, después de haber pasado por una inclemencia meteorológica. Sin embargo el uso del término 'bioestimulante' es más reciente. A partir de la mitad de la década de los noventa empiezan a aparecer artículos y publicaciones mencionando el término 'bioestimulante' y, hasta hoy, el incremento de uso de este término ha crecido de manera exponencial (AEFA, s.f.).

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Problema de Investigación**

### **1.1.1 Planteamiento del Problema**

Las pérdidas económicas debido a las bajas producciones, al uso de semillas no certificadas, mala fertilización y problemas fitosanitarios, hace necesario incrementar la productividad del cultivo para satisfacer la demanda. Dentro de las nuevas tecnologías, existen en la actualidad productos bioestimulantes nutricionales como Evergreen y Biosil. Estas sustancias biodegradables hormonales y vegetales originan mayor eficiencia metabólica traducida en crecimiento, desarrollo vegetativo y fisiológico que optimizan las funciones de las plantas, permitiendo captar al máximo los recursos disponibles del suelo, contribuyendo a un mayor desarrollo de las plantas. Por lo expuesto anteriormente, resulta imprescindible realizar estudios en la época lluviosa en el cultivo de arroz teniendo en cuenta la aplicación de los bioestimulantes mencionados.

### **1.1.2 Formulación del Problema**

¿Qué respuesta agronómica y productiva tiene el cultivo de arroz frente a la aplicación de diferentes dosis de Biosil y Evergreen?

### **1.1.3 Sistematización del Problema**

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

¿Qué tratamiento potencializa el rendimiento del cultivo de arroz?

¿Qué tratamiento que representa mayor nivel de rentabilidad para el agricultor?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Determinar la respuesta del cultivo de arroz a la aplicación de tres diferentes dosis de Biosil y Evergreen.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el tratamiento que potencialice el rendimiento del cultivo de arroz.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

## **1.3 Justificación**

La deficiente producción del cultivo de arroz que se tiene en nuestro país, conociendo que el arroz es el principal producto en la canasta básica, hace necesario incrementar la productividad del cultivo para satisfacer la demanda interna y captar mercados internacionales. Por tal razón, es necesario emplear nuevas tecnologías que ayuden a incrementar el rendimiento utilizando semillas de buena calidad, fertilizaciones balanceadas y el uso de bioestimulantes.

La presente investigación se justifica mediante la identificación de bioestimulante y dosis adecuada que promueva el desarrollo del cultivo, y consecuentemente produzcan rendimiento altos, teniendo en cuenta la rentabilidad que representan estos para el agricultor, que comúnmente utiliza únicamente fertilizantes edáficos nitrogenados.

## **CAPÍTULO II**

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

## 2.1 Marco Teórico

### 2.1.1 Generalidades del Cultivo de Arroz

#### 2.1.4.1 Origen

El cultivo del arroz es muy antiguo. La planta probablemente se originó en el sur de la parte Oriental de Asia, habiéndose diseminado desde entonces a los trópicos y subtrópicos. Existen muchas variedades de arroz pero la mayoría de ellas proceden de dos especies salvajes. La principal es la especie *Oryza sativa*, que es la especie asiática y de donde proceden la mayoría de variedades de todo el mundo. Otra especie es la *Oryza glaberrima*, procedente del delta del Níger en África. Esta última se encuentra mucho más restringida ya que su ámbito alcanza desde su zona de origen hasta el Senegal (Oschse & Soule, 1972).

No se ha podido determinar con exactitud la época en que apareció sobre la tierra ni cuánto tiempo el hombre necesitó para domesticarlo, muchos países asiáticos se atribuyen su origen. La literatura china considera al arroz como el alimento básico de ese pueblo desde el año 3000 a.n.e; donde se indica que la siembra de este cereal era motivo de una gran ceremonia y señala que el arroz se domesticó entre 1000 y 1300 años a.n.e. Dicen los historiadores, que es desde Asia, donde comienza a difundirse el arroz hacia la India, durante la invasión de los Arios. Ellos basan su criterio en que al parecer el término griego oryza se deriva de los nombres en sánscrito yrini y arunya. Sin embargo, la Biblia no menciona el cereal en sus relatos, por tanto se deduce que era desconocido en el Medio Oriente, para la fecha en que otros lo describían en sus testimonios (Alimentación Sana, 2014).

Hasta el presente 24 especies son generalmente incluidas dentro del género *Oryza*. De éstas, las especies asiática perennes conocidas como *O. ruffipogon* y *O. nivara* (anual) son los progenitores de la especie cultivada *O. sativa* L., mientras que las especies africanas perennes (*O. barthii*) y anual (*O. breviligulata*) son los progenitores directos de la especie cultivada *O. glaberrima* Steud., cultivada básicamente en el oeste del África (Acevedo, Castillo, & Belmonte, 2006).

#### 2.1.4.2 Taxonomía

Andrade y Hurtado (2007), sostiene que el cultivo de arroz se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

**Tabla 1** Descripción taxonómica del cultivo de arroz

---

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>Clase:</b>	Angiospermae
<b>Subclase:</b>	Monocotyledoneae
<b>Orden:</b>	Glumiflorae
<b>Familia:</b>	Graminaceae
<b>Subfamilia:</b>	Poaceae
<b>Género:</b>	<i>Oryza</i>
<b>Especie:</b>	<i>sativa</i> L.

---

Fuente: Andrade y Hurtado (2007)

#### 2.1.4.3 Características Botánicas

- **Planta**

El arroz es una planta anual o perenne, según a las especies o híbridos interespecíficos que le dieron origen a las variedades que pertenecen a las especies *Oryza perenni* y *Oryza breviligulata*, porque forman después de la cosecha nuevos brotes (retoños) capaces de fructificar nuevamente, denominado segundo ciclo (Oschse & Soule, 1972).

Syngenta (2013) señala que el arroz es una gramínea, que se desarrolla con mayor facilidad en los climas tropicales y subtropicales; puede crecer en diferentes ambientes pero es mucho mejor que se cultive en un medio caliente y húmedo.

- **Raíz**

Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales. La punta de la raíz está protegida por una masa de células de forma semejante a la de un dedal, llamada caleorriza la cual facilita su penetración en el suelo, no más de 20 cm (Vergara, 1985).

Las plantas desarrollan órganos primarios, radículas e hipocótilos de corta duración, porque mueren al cabo de poco tiempo del haber nacido, luego se forman de inmediato las raíces secundarias que forman un sistema radicular fasciculado compuesto de numerosas raíces adventicias superficiales y cortas, lo que le da a la planta cierta resistencia a la sequía (Andrade, 2006).

- **Tallo**

El tallo está formado por la alteración de nudos y entrenudos. En el nudo ó región nodal se forma una hoja y una yema, esta última puede desarrollarse y formar un hijo. La yema se encuentra entre el nudo y la base de la vaina de la hoja (Manzo, 2005).

Robles (1975), menciona que el tallo se compone de una serie de nudos e internudos en orden alterno, el nudo lleva una hoja y un capullo que puede desarrollarse para constituir un vástago o renuevo. Los renuevos primarios se desarrollan de los nudos más bajo, produciendo renuevos secundarios, a su vez éstos últimos producen un tercer grupo de renuevos, los terciarios.

Vergara (1985), sostiene que el tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, liso y de (60 - 120 cm) de longitud, en cada uno se forma una hoja, una yema, esta última puede desarrollarse y formar un hijo. Oschse y Soule (1972), acotan que la capacidad que tiene la planta de ahijar, permite formar nuevos brotes fértiles que florecen y fructifican

normalmente, por lo que consideran que el ahijamiento es muy importante, pero es muy variable, siendo un carácter muy influenciado por los factores ambientales y la técnica de cultivo.

- **Hojas**

Las hojas del arroz son alternas y se forma de las vainas, cuello y lámina (limbo). Las vainas superiores se superponen sobre las inferiores sucesivamente y tienen formas cilíndricas, terminan en el cuello de la hoja donde se encuentran las lígulas y las saurículas de colores muy variables según las variedades. La lámina es de forma lanceolada, es además angosta y muy aguda en el ápice, cuya coloración varía en función a la variedad que le dio origen (Oschse & Soule, 1972).

Manzo (2005), expresa que las hojas de la planta de arroz se encuentran alternadamente a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de los hijos se denomina prófalo, no tiene lámina y está constituido por dos láminas aquilladas. Los bordes del prófalo aseguran por el dorso los hijos jóvenes al tallo o al hijo donde proviene.

- **Panículas**

La panícula es terminar 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).

Usualmente llamada espiga por el agricultor, comienza a formarse unos treinta días antes del espigado, y siete días después de comenzar su formación alcanza ya unos 2 mm. A partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente, y es éste el período más sensible a las condiciones ambientales adversas (Manzo, 2005).

- **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).

Las flores son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración (Vergara, 1985).

- **Semillas**

La semilla de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente; 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 tienen 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).

Manzo (2005), sostiene que los granos de arroz pueden clasificarse según su longitud en:

**Extralargos:** 7.6 mm ó mas

**Largos:** 7.5 mm a 6.6 mm

**Medios:** 6.5 mm a 5.6 mm

**Cortos:** 5.5 mm ó menos.

#### **2.1.4.4 Requerimientos Edafoclimáticos**

- **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).

Las temperaturas críticas para la planta de arroz están generalmente por debajo de 20 °C y superiores a 30 °C, varían de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta. Cuando se somete la planta a una temperatura por debajo de 20 °C en el estado de floración, normalmente se induce a un alto porcentaje de esterilidad. Ésta generalmente es atribuida a efectos de la temperatura baja durante la noche, pero una temperatura alta en el día puede contrarrestar el efecto de la noche (Andrade & Hurtado, 2007).

- **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).

La tasa de transpiración del arroz no es muy diferente a la de otros cultivos, este presenta alta susceptibilidad a la sequía. Los requerimientos hídricos del cultivo bordean los 1500 mm anuales siendo considerado un cultivo con baja eficiencia en el uso del agua (Amores, 1992).

- **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 Bioestimulantes**

Los bioestimulantes son aquellos productos capaces de incrementar el desarrollo, la producción y crecimiento de los cultivos; apuntan a entregar pequeñas dosis de compuestos activos para el metabolismo vegetal, de tal manera que ahorre en las plantas el gasto energético innecesario en momentos de estrés. Algunos tienen composición igual o similar a las fitohormonas o distinta con bioactividad reguladora, de efectividad consistente sin riesgo de toxicidad e inocuo, permitiendo una mejor relación del costo beneficio (Díaz, 2009).

Los bioestimulantes agrícolas actúan sobre la fisiología de la planta de diferentes formas y por diferentes vías para mejorar el vigor del cultivo, el rendimiento y calidad de la cosecha. Son productos de variados orígenes, sin residuos y seguros, cada vez más utilizados en una gran variedad de cultivos (AEFA, s.f.).

Estas formulaciones contienen distintas hormonas en pequeñas cantidades (menos de 0.1 g/l) junto con otros compuestos químicos incluyendo aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales, tienen concentraciones casi siempre bajas, los tipos de hormonas y la cantidad depende del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.) y su procesamiento. Estimulan el desarrollo de la planta en general sin incidir de forma directa en mayor amarre o crecimiento del fruto, catalogándose de esta manera como auxiliares del mantenimiento fisiológico de las plantas, siendo de importancia en condiciones limitantes del cultivo como mal clima, sequía, ataque de patógenos, etc (Díaz, 2009).

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).

#### **2.1.4.5 Bioestimulantes foliares**

Se describe a los bioestimulantes foliares como sustancias nutritivas aplicadas por aspersión al follaje y que actúan potencializando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas; al usarse en pequeñas cantidades afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas, pueden incluir fitohormonas, tales como giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico, auxinas, entre otros (Acuña, 2011).

Los bioestimulantes tienen la cualidad de no alterar la población microbiana del suelo y su actividad biológica; por ejemplo, el uso de Liplant que es bioestimulante obtenido de estiércol

vacuno empleado por un largo plazo (2 años), no provocó cambios en la concentración y actividad biológica de los microorganismos en ninguna de las dosis aplicadas, así como en las condiciones del medio donde estas se desarrollan, las cuales pueden ingresar pequeñas cantidades de nutrientes y sustancias húmicas beneficiosas para la actividad metabólica de los microorganismos del suelo, provocando una influencia positiva al ambiente es su uso continuado (Arteaga *et al.*, 2007).

Al ser extractos de otros materiales, los bioestimulantes varían ampliamente sus propiedades. Por ejemplo, la composición del extracto de algas es ampliamente influenciada por la especie de alga. Las sustancias húmicas son extractos del suelo, turba, carbón y lignito (carbón mineral que se forma por descomposición de la turba) y que se procesan para formar ácido húmico. Los ingredientes activos de estas sustancias son probablemente fitohormonas (Turgeon, 2005).

### **2.1.3 Características del Evergreen**

Evergreen es un fertilizante foliar que contiene un complejo de 7 macronutrientes y fitohormonas, 7 micronutrientes y 7 vitaminas obtenidas de extractos de origen vegetal y que actúan como promotores del crecimiento y de la maduración de los cultivos tratados, contribuyendo al mejor desarrollo de las plantas desde su inicio hasta el llenado y maduración de las cosechas (Excel Ag Corp, s.f.).

Esta misma compañía manifiesta que este producto es formulado especialmente en suspensión con ácidos húmicos de alta calidad obtenidos de la Leonardita, que es un eficaz acondicionador que incrementa la eficiencia del producto y de las mezclas con pesticidas. Puede ser usado en todos los cultivos, anuales y perennes, tales como: granos, forrajes, vegetales, frutales en general, etc. Las aplicaciones foliares de este producto aumentan la salud y resistencia del cultivo a condiciones adversas en general, incrementando el amarre de frutos reduciendo el período para la cosecha.

#### **2.1.4.6 Beneficios del Evergreen**

Aguirre (2006), señala que entre los principales beneficios del uso de Evergreen se tiene:

- El tratamiento de semilla promueve el desarrollo más rápido de plántulas recién germinadas.
- Provee mayor vigor al cultivo.
- Promueve floración más temprana y uniforme.
- Promueve cosecha más tempranas (8 – 10 días)
- Mayor producción a la cosecha.
- Mejor calidad de grano a la cosecha.
- Menor porcentaje de humedad del grano.
- Mayor número de granos por mazorca.
- Menos impurezas.
- Relación costo – beneficio significativa
- Incrementa el desarrollo radicular
- Maximiza la eficiencia de absorción de nutrientes del suelo
- Uniformiza la calidad y tamaño del fruto
- Aumentando el rendimiento del cultivo tratado y mejora la acción de los agroquímicos cuando se mezcla con ellos.

### 2.1.4.7 Composición Química del Evergreen

Evergreen es un complejo nutricional a base de macro y microelementos, fitohormonas y vitaminas de origen vegetal al 78% (Excel Ag Corp, s.f.).

- **Macroelementos y fitohormonas**

Nitrógeno Nítricos.....	7%
Fósforo Asimilable (P205).....	7%
Potasio Soluble (K20).....	7%
Citoquinina.....	90 ppm
Giberelina.....	40 ppm.
Auxinas.....	40 ppm.
Acido húmico.....	12%

- **Microelementos**

Boro.....	0.024%
Cobre.....	0.013%
Hierro EDTA.....	0.050%
Magnesio.....	0.036%
Manganeso EDTA.....	0.018%
Molibdeno.....	0.0003%
Zinc EDTA.....	0.0009%

- **Vitaminas**

Colina.....	750 ppb.
Tiamina.....	150 ppb.
Niacina.....	90 ppb.
Acido Pantoténico.....	12 ppb.
Acido Fólico.....	1 ppb.
Nicotinamida.....	2 ppb.
Riboflavina.....	1.5 ppb.

## **2.1.4 Características del Bioestimulante Biosil**

Biosil es un producto de silicio líquido que provee a las plantaciones agrícolas un excelente estado en suelos, raíces, plantas y frutos en condiciones inmejorables

El Biosil ayuda al desarrollo del sistema radicular de la planta y puede incrementar la masa de raíces de 50 a 200 por ciento. También incrementa la resistencia de la plantas a la sequía y a la salinidad (Aguirre, 2009).

Por otra parte mejora la nutrición de Fósforo de 40 a 60% sin aplicación de fertilizantes con fósforo y duplica la eficiencia de la roca fosfórica. La aplicación de fertilizantes ricos en Biosil promueve la transformación de fósforo no disponible para la planta en formas disponibles y previene la transformación de fertilizantes ricos en fósforo en los compuestos inmóviles. Fertilizantes de lenta liberación se pueden fabricar con materiales ricos en silicio

El Biosil reduce la lixiviación de P (fosforo), N (nitrógeno) y K (potasio), en las áreas de cultivos agrícolas. El Biosil como mejorador del suelo puede reducir la lixiviación de nutrientes en los suelos arenosos y guardar los nutrientes en forma disponible para la planta (Ramos, 2009).

### **2.1.4.8 Beneficios del Biosil**

Aguirre (2006), menciona que el Biosil es un estado soluble del silicio que se añade a las plantas que ayuda a protegerlas contra las enfermedades al fortalecer las células de las paredes de las plantas y producir un crecimiento masivo del sistema radicular, y que además puede ayudar a la planta de las siguientes maneras:

- Mejora la capacidad de asimilar y transportar los nutrientes.
- Fortalece las células internas de las paredes de las plantas, que ayuda a la resistencia a ataques de hongos y enfermedades. Esto se produce por la reacción del silicón líquido con el nitrógeno a nivel molecular de los tejidos de la planta.

- Previene la acumulación de toxinas en el tejido de la plantas.
- Reduce la pérdida de agua por medio de una menor transpiración.
- Aumenta la apertura de los estomas 40% más, optimizando las horas luz equivalente al 20% mínimo. Aumenta el monto de capacidad de CO<sub>2</sub> disponible.
- Incrementa la producción de clorofila lo que lleva a hacer más verde las hojas y en consecuencia mejora el proceso metabólico de asimilación con el consecuente aumento en la productividad, aumentando la capacidad de aprovechamiento del nivel de luminosidad.
- Provee una cantidad extra de potasio que beneficia la floración y llenado de fruto.

Por otro lado, Ramos (2009) sostiene que Biosil proporciona beneficios como:

- **Recuperador del suelo:** los suelos agotados, maltratados, bloqueados, salinos, etc..., al ser tratados con Biosil obtendrán un gran incremento en la capacidad de intercambio de iones y raíces, lo que generará una mejor absorción de elementos agregados a la tierra como minerales, complejos orgánicos, aminoácidos y fertilizantes.
- **Ayuda en el control de las enfermedades:** los controles de las enfermedades de las plantas se notan por problemas en las hojas que evitan una buena fotosíntesis. Esta ineficiencia ocasiona bajas producciones. Se conoce que el silicio se deposita en la superficie externa de las paredes de las células de las plantas, por lo tanto forma una barrera de penetración de los elementos patógenos.
- **Ayuda al control de plagas:** en el control de las plagas la presencia de los cristales de Silicio en los tejidos epidérmicos de las vainas, permite el desarrollo de inter nódulos que protegen a las plantas impidiendo así que las mandíbulas de los insectos las destruya.

- **Alivio a la toxicidad:** la presencia de Silicio alivia las intoxicaciones ocasionadas por la toxicidad del Manganeseo normalmente distribuido en las hojas, lo cual puede producir necrosis en las mismas.
- **Alivio a temperaturas extremas:** el uso de Biosil favorece la resistencia de las plantas a las bajas temperaturas mejorando su producción en épocas de clima frío, y a temperaturas mayores a los 35 °C en las costas y 30 °C en la sierra, se para la actividad metabólica de la planta.
- Como todos los silicones líquidos, el Biosil es muy básico, tiene alto niveles de pH, por lo tanto puede ser utilizado efectivamente para incrementar los niveles de pH del suelo.

Actualmente, Fermagri distribuye un producto con características y composición similar al Biosil que según dicha empresa proporciona a la planta doble protección contra plagas y enfermedades, ya que ayuda físicamente con el fortalecimiento de las hojas y estimula la producción de defensas naturales por medio de su contenido de fosfito potásico (Fermagri, 2015).

#### **2.1.4.9 Composición Química de Biosil**

Aguirre (2006), señala que el bioestimulante Biosil tiene la siguiente composición:

Silicio.....	36.10%
Potasio.....	28.36%
EDTA.....	2.00%
H2O.....	33.54%

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1 Localización del Experimento

La presente investigación se llevó a cabo el período de marzo a junio del 2016, en terrenos de la Finca “La Fe”, propiedad del Sr. Marcos Donoso, ubicada en el kilómetro 1.5 de la vía Mocache – Vinces, provincia de Los Ríos. El predio está situado entre las coordenadas geográficas 1°08'18.9"S 79°33'55.2"W, a una altitud de 120 metros sobre el nivel del mar. El suelo es de topografía regular con poca pendiente, textura franca – arcillosa, con pH de 6.3 -7.4 y drenaje regular.

### 3.2 Características Climáticas de la Zona de Estudio

Las características climáticas de la zona de estudio se presentan en la Tabla 1:

**Tabla 2** Características climáticas de la zona de estudio.

Clima:	Tropical húmedo
Temperatura media anual:	24.8 °C
Precipitación promedio anual:	2252.5 mm
Humedad relativa promedio:	84.0 %
Heliofanía promedio anual:	894 horas

**Fuente:** Estación Meteorológica del INAHMI, ubicada en INIAP “Pichilingue” en el Km 5 vía Quevedo – El Empalme

### 3.3 Tipo de Investigación

La investigación a llevarse a cabo será tipo experimental, en la cual se evaluará el efecto que producen los bioestimulantes y las dosis en estudio, sobre el comportamiento agronómico del cultivo que se verá reflejado en la medición de las diferentes variables dependientes.

### 3.4 Métodos de Investigación

El método inductivo se utilizó para la delimitación de las diferentes variable evaluadas, mientras que le método deductivo se usó partiendo de las diferentes experiencias generales en el uso de bioestimulantes para llegar a medir el efecto específico sobre el cultivo de arroz en condiciones de secano.

### 3.5 Fuentes de Recopilación de Información

La información para el presente proyecto se recopiló de fuentes primarias la cual netamente fue la observación que se llevó a cabo en el experimento donde se midió diferentes variables, sumándose a ello aquella información proveniente de fuentes secundarias como libros, revistas, publicaciones en línea e internet.

### 3.6 Diseño Experimental y Análisis Estadístico de la Investigación

Se utilizó el diseño Bloques Completos al Azar (DBCA) con 6 tratamientos en 3 repeticiones. Todas las variables estudiadas fueron sometidas al análisis de varianza (ADEVA) y se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad para establecer la diferencia entre las medias de los tratamientos. Para el análisis estadístico se utilizó Infostat.

En la tabla 3 se presenta el esquema del análisis de varianza (ADEVA) utilizado en el ensayo:

**Tabla 3** Esquema del ADEVA (Análisis de varianza) de la investigación.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	2
Tratamientos	6
error	12
<b>Total</b>	<b>17</b>

## 3.7 Instrumentos de Investigación

### 3.7.1 Material Genético

En el ensayo de campo se utilizó la variedad de arroz SFL 09 proveniente de Pronaca, cuyas características se presentan en la Tabla 4:

**Tabla 4** Características agronómicas de la variedad de arroz SFL 09 utilizada como material de siembra en el ensayo.

<b>Marca:</b>	INDIA
<b>Descripción:</b>	Semillas certificadas de arroz que tienen grano largo y un ciclo precoz
<b>Longitud de grano:</b>	7.2 mm ( grano largo)
<b>Métodos de siembra:</b>	Siembra voleo (100 Kg). siembra transplante 45 Kg
<b>Zonas de cultivo:</b>	Los Ríos, Guayas, Manabí, El Oro
<b>Presentación:</b>	Sacos de 45 Kg
<b>Tipo de siembra:</b>	Riego y seco
<b>Almacenamiento:</b>	Sembrar dentro de los 10 días después de la compra. Mantener este producto bajo sombra y sobre pallets.
<b>Tipo de cosecha:</b>	En época lluviosa: 114 días En época seca: 125 días
<b>Porcentaje de germinación:</b>	Superior al 90 %

**Fuente:** PRONACA (2013).

Antes de comercializarla, la semilla SFL 09 fue probada en zonas tradicionalmente arroceras como Montalvo, Babahoyo y Mata de Cacao con excelentes resultados. Esos cultivos alcanzaron hasta un 20 % más de rendimiento que otras variedades sembradas en los mismos campos. Su empleo abre la posibilidad de elevar la producción de arroz de 3 a 6 t/ha (PRONACA, 2010).

### 3.7.2 Tratamientos Estudiados

- T<sub>1</sub>:** Biosil (1.5 l/ha)
- T<sub>2</sub>:** Biosil (1.0 l/ha)
- T<sub>3</sub>:** Biosil (0.5 l/ha)
- T<sub>4</sub>:** Evergreen (1.5 l/ha)
- T<sub>5</sub>:** Evergreen (1.0 l/ha)
- T<sub>6</sub>:** Evergreen (0.5 l/ha)

### 3.7.3 Especificaciones de Siembra del Experimento

Ancho de repeticiones	: 4.8
Área de la parcela	: 14.4 m <sup>2</sup>
Dimensión de la parcela	: 4.8 x 3.0 m
Dimensión del área experimental	: 18.4 x 18.0 m
Distancia entre hileras	: 0.4 m
Distancia entre plantas	: 0.3 m
Largo de repeticiones	: 18.0 m
Número de plantas por hectárea	: 83 333
Número de plantas por parcela	: 120
Número de plantas útiles por parcela	: 48
Número de repeticiones	: 3
Número de tratamientos	: 6
Número de unidades experimentales	: 18
Total de área experimental	: 331.2 m <sup>2</sup>
Total de área útil	: 259.2 m <sup>2</sup>
Total de plantas en el ensayo:	: 2160
Total de plantas útiles en el ensayo:	: 864

Los croquis de campo de la parcela experimental y del experimento de campo en el cultivo de arroz, se presenta en los anexos 1 y 2.

## **3.7.4 Manejo del Experimento**

### **3.7.4.1 Limpieza del Terreno**

Se limpió manualmente el terreno utilizando machetes, motoguadaña a fin de eliminar todo tipo de malezas y restos de cultivos anteriores, para facilitar el establecimiento del cultivo y sus labores agronómicas.

### **3.7.4.2 Preparación del Terreno**

Se realizaron dos pases de rastras en ambos sentidos con la finalidad de dejar el terreno bien mullido y facilitar la germinación y desarrollo radicular del cultivo.

### **3.7.4.3 Siembra**

Esta labor se la llevó a cabo el día 1 de marzo de año en curso, para lo cual se sembró manualmente con espeque a una distancia de 0.3m entre plantas y 0.4m entre hileras, colocando aproximadamente 25 semillas por cada sitio y luego se cubrió con tierra.

### **3.7.4.4 Control de Malezas**

Para el control de malezas, al momento de la siembra se aplicaron conjuntamente herbicidas pre-emergentes como Prowl (pendimetalin), Machete, Glifopac (Glifosato) en dosis de 1.5, 1.0 y 3.0 l/ha, respectivamente.

A los 30 días se hizo un segundo control de malezas que consistió en 3 l/ha de Gramilax (Paraquat), 1 l/ha Ally y 4 l/ha de propanil. Además se efectuó un tercer control de malezas de forma manual a los 50 días de edad del cultivo.

### 3.7.4.5 Fertilización Edáfica

Los fertilizantes edáficos utilizados en el experimento de arroz con sus respectivas dosis, formulaciones y época de aplicación se presentan en la Tabla 5:

**Tabla 5** Descripción de la cantidad y época de aplicación de los fertilizantes edáficos utilizados en el cultivo de arroz

<b>Fertilizantes</b>	<b>Cantidad (sacos de 50 Kg/ha)</b>	<b>Época de aplicación</b>
Abono completo (8-20-20)	3	Al momento de la siembra
Urea (46-0-0)	2	35 DDS
Muriato de potasio (0-0-60)	1	35 DDS
Yaramila (27-5-5-3)	3	55 DDS

**DDS:** Días después de la siembra

### 3.7.4.6 Fertilización Foliar

Los bioestimulantes Biosil y Evergreen se aplicaron a los 25, 40 y 55 días de edad del cultivo en las dosis establecidas para cada una de las unidades experimentales.

### 3.7.4.7 Control de Plagas y Enfermedades

Para el control de plagas se utilizó 300 g/ha de Metomyl 90 (Metomilo) a los 18 días después de la siembra. Posteriormente se realizaron dos controles de insectos más a los 33 y 50 días de edad del cultivo aplicando Lorsban (Clorpirifos) en dosis de 300 cc/ha, cada uno.

El control de enfermedades se lo hizo aplicando Taspá 500 Ec (en dosis de 250 cc/ha y Regnum en dosis de 500 cc/ha a los 30 días después de la siembra.

### **3.7.4.8 Cosecha**

Se cosechó manualmente a los 120 días de edad del cultivo (28 de junio del 2016), una vez que este alcanzó su madurez fisiológica.

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

Para estimar el efecto de los tratamientos y a su vez estudiar el comportamiento agronómico se registraron los siguientes datos:

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

Al momento de la cosecha se seleccionaron 10 plantas dentro del área útil de cada parcela, las cuales se midieron con una cinta métrica desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente, para luego promediar y expresar el promedio en centímetros.

#### **3.7.5.2 Longitud de Panícula (cm)**

Para la evaluación de esta variable se determinó la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, excluyendo las aristas, en 10 panículas al azar en cada parcela experimental, y posteriormente se promedió y expresó la medida en centímetros.

#### **3.7.5.3 Número de Macollos por Metro Cuadrado**

Dentro del área útil de cada parcela experimental, se contabilizó el número de macollos por m<sup>2</sup>, utilizando un marco de madera de 1m<sup>2</sup> lanzándolo al azar, procediéndose al conteo de macollos en dicha área.

#### **3.7.5.4 Número de Macollos Efectivos por Metro Cuadrado**

Para la evaluación de esta variable se utilizó el mismo marco de madera que la variable anterior, luego se procedió a contar los macollos efectivos en dicha área.

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

En 10 panículas tomadas al azar dentro de la parcela útil por cada tratamiento, se contabilizó el número de granos efectivos cada una, para luego hallar su promedio.

#### **3.7.5.6 Número de Granos Vanos por Panícula**

En las mismas panículas utilizadas para la variable anterior, se registró el número de granos vanos por cada y luego se promedió.

#### **3.7.5.7 Total de Granos por Panícula**

Para la evaluación de esta variable se consideraron todos los granos existentes en 10 panículas tomadas aleatoriamente dentro de la parcela útil, para posteriormente sacar el promedio.

#### **3.7.5.8 Peso de 1000 Semillas (g)**

Por cada tratamiento se escogieron 1000 granos aleatoriamente de cada parcela útil por tratamiento, para luego pesarlos en una balanza, y seguidamente promediar dicho valor y expresarlo en gramos.

#### **3.7.5.9 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

### **3.7.5.10 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

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1 Resultados

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

Los promedios de la Tabla 5 corresponden a la altura de plantas a la cosecha. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 1.8%.

La aplicación de Evergreen en dosis de 1.5 l/ha produjo las plantas más altas con 108.6 cm, en igualdad estadística con Biosil en dosis de 1.5 l/ha con 108.0 cm, superiores estadísticamente a los demás tratamientos que presentaron plantas con altura promedio entre 95.5 y 101.5 cm.

**Tabla 6** Altura de plantas a la cosecha (cm) en el cultivo de arroz con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de planta a la cosecha (cm)*</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	108.6 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	101.5 b
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	95.6 c
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	108.0 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	101.1 b
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	95.5 c
<b>Promedio</b>	101.7
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	1.8

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

### 4.1.2 Longitud de la Panícula (cm)

En la Tabla 6 se presentan los promedios correspondientes a la longitud de panículas. El análisis de varianza determinó alta significancia para los tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación de 1.7%.

Utilizando Biosil en dosis de 1.5 l/ha se presentaron las panículas de mayor longitud con 25.8 cm, sin diferir estadísticamente de Evergreen en dosis de 1.5 l/ha con 25.0 cm, estadísticamente superiores a las demás interacciones que registraron valores entre 23.1 y 24.2 cm.

**Tabla 7** Longitud de panículas de arroz (cm) con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Longitud de la panícula (cm)*</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	25.0 ab
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	24.1 bc
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	23.2 c
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	25.8 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	24.2 bc
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	23.1 c
<b>Promedio</b>	24.2
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	1.7

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

### 4.1.3 Número de Macollos por Metro Cuadrado

Los promedios correspondientes al número de macollos por metro cuadrado se muestran en la Tabla 7. El análisis de varianza reflejó alta significancia estadística para los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación fue de 5.8 por ciento.

El mayor número de macollos por metro cuadrado correspondió a las aspersiones de Biosil en dosis de 1.5 l/ha con 375.0 macollos, en igualdad estadística con Evergreen en dosis de 1.5 y 1.0 l/ha y Biosil en dosis de 1.0 l/ha que presentaron valores entre 330.7 y 371.0, superiores estadísticamente Evergreen y Biosil en dosis de 0.5 l/ha que registraron 298.3 y 295.7 macollos por metro cuadrado, en su orden.

**Tabla 8** Número de macollos por metro cuadrado en el cultivo de arroz con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de macollos por metro cuadrado*</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	371.0 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	333.0 ab
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	298.3 b
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	375.0 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	330.7 ab
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	295.7 b
<b>Promedio</b>	334.0
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	5.8

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

#### 4.1.4 Número de Macollos Efectivos por Metro Cuadrado

Los promedios presentados en la Tabla 8 correspondiente al número de macollos efectivos por metro cuadrado. De acuerdo al análisis de varianza los tratamientos registraron alta significancia estadística, siendo 5.9 % el respectivo coeficiente de variación.

Efectuando aplicaciones de Evergreen en dosis de 1.5 l/ha se logró producir 336.7 macollos por metro cuadrado, en igualdad estadística con Biosil en dosis de 1.5 y 1.0 l/ha y Evergreen en dosis de 1.0 l/ha con promedios entre 294.7 y 332.3 macollos efectivos por metro cuadrado, superiores estadísticamente a las dosis de 0.5 l/ha de Biosil y Evergreen que presentaron valores de 265.3 y 262.3 macollos efectivos por metro cuadrado, en su orden.

**Tabla 9** Número de macollos efectivos por metro cuadrado en el cultivo de arroz con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de macollos efectivos por metro cuadrado *</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	332.3 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	297.0 ab
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	265.3 b
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	336.7 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	294.7 ab
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	262.3 b
<b>Promedio</b>	298.1
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	5.9

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

#### 4.1.5 Granos Efectivos por Panícula

En la Tabla 9 se presentan los promedios correspondientes al número de granos efectivos por panícula. El análisis de varianza determinó alta significancia para los tratamientos estudiados, siendo el coeficiente de variación 1.0%.

La aplicación de Evergreen en dosis de 1.5 l/ha produjo mayor número de granos efectivos por panícula con 140.0 granos, sin diferir estadísticamente de Biosil en dosis de 1.5 l/ha que produjo 138.0 granos efectivos por panícula, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que registraron entre 125.0 y 131.0 granos efectivos por panícula.

**Tabla 10** Número de granos efectivos por panícula en el cultivo de arroz con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Granos efectivos por panícula*</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	140.0 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	131.0 b
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	126.9 cd
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	138.0 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	129.6 bc
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	125.0 d
<b>Promedio</b>	131.8
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	1.0

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

#### 4.1.6 Granos Vanos por Panícula

Los promedios correspondiente al número de granos vanos por panícula se presentan en la Tabla 10. Realizando el análisis de varianza se constató que los tratamientos alcanzaron significancia estadística en el nivel 0.05, siendo 6.9% el correspondiente coeficiente de variación.

Al efectuar aplicaciones de Biosil en dosis de 0.5 l/ha se obtuvo mayor número de granos vanos por panícula con 46.3, en igualdad estadística con los demás tratamientos que registraron entre 38.4 y 45.2 granos vanos por panícula.

**Tabla 11** Número de granos vanos por panícula en el cultivo de arroz con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Granos vanos por panícula *</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	38.4 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	40.3 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	45.2 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	38.9 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	41.3 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	46.3 a
<b>Promedio</b>	41.7
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	6.9

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

#### 4.1.7 Granos por Panícula

Los promedios de la Tabla 11 corresponden al número total de granos por panícula. De acuerdo al análisis de varianza los tratamientos registraron significancia estadística en el nivel 0.05, con un coeficiente de variación de 1.5 por ciento.

Con las aspersiones de Evergreen en dosis de 1.5 l/ha se produjo mayor número de granos por panícula con 178.4 granos, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos que presentaron valores entre 171.3 y 176.9 granos por panícula, estadísticamente Evergreen en dosis media que produjo 170.9 granos por panícula.

**Tabla 12** Número de granos por panícula en el cultivo de arroz con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de granos por panícula *</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	178.4 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	171.4 ab
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	172.1 ab
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	176.9 ab
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	170.9 b
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	171.3 ab
<b>Promedio</b>	173.5
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	1.5

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

#### 4.1.8 Peso de 1000 Semillas (g)

Los promedios de la Tabla 12 corresponden al peso de 1000 semillas (g). De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos no alcanzaron significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 4.3 %.

Al aplicar Evergreen en dosis de 1.0 l/ha se obtuvo el mayor peso de 1000 semillas con 27.8 g, sin diferir estadísticamente de las demás interacciones que registraron valores entre 26.3 y 27.3 gramos por cada 1000 semillas.

**Tabla 13** Peso de 1000 semillas de arroz (g) con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de 1000 semillas (g)*</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	26.6 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	27.8 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	26.3 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	26.8 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	27.3 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	26.9 a
<b>Promedio</b>	27.0
<b>Coficiente de variación (%)</b>	4.3

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

#### 4.1.9 Rendimiento Ajustado al 14% (Kg/ha)

Los promedios correspondientes al rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad (Kg/ha) se presentan en la Tabla 13. El análisis de varianza reflejó que los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 3.5 %.

Al aplicar Evergreen en dosis de 1.5 l/ha se registró el mayor rendimiento de grano con 5641.4 Kg/ha, en igualdad estadística con Biosil en dosis de 1.5 l/ha que produjo 5215.0 Kg/ha, superiores estadísticamente a los demás tratamientos que presentaron valores de 3832.9 y 4398.7 Kg/ha.

**Tabla 14** Rendimiento de grano de arroz ajustado al 14% de humedad (Kg/ha) con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (Kg/ha)*</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	5641.4 a
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	4398.7 b
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	4075.1 bc
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	5215.0 a
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	4287.5 b
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	3832.9 c
<b>Promedio</b>	4575.1
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	3.5

\* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

#### **4.1.10 Análisis Económico**

En la Tabla 14 se presenta el análisis económico de los tratamientos en estudio en función del rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad. Con Evergreen en dosis alta se obtuvo mayor rendimiento por hectárea con 5641.4 Kg, que produjo un ingreso bruto de \$ 1974.49, a un costo de tratamiento de \$ 157.50 y costo variable de \$ 282.07, que permitió un ingreso neto de \$ 754.92, considerando un costo fijo de \$ 780.00, lo que reflejó una relación beneficio/costo de 1.62, lo que quiere decir que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de 62 centavos. Cabe indicar que todos los tratamientos permitieron obtener rentabilidad positiva, siendo el tratamiento de Biosil en dosis baja el que menor ingreso neto produjo con \$ 276.27, que generó una rentabilidad del 26%.

**Tabla 15** Análisis económico del rendimiento de grano de arroz ajustado al 14% (Kg/ha) con la aplicación de tres diferentes dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache.

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (Kg/ha)</b>	<b>Ingreso Bruto (\$)</b>	<b>Costo Variable (\$)</b>	<b>Costo del tratamiento (\$)</b>	<b>Ingreso Neto (\$)</b>	<b>B/C</b>	<b>Rentabilidad (%)</b>
<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub>:</b> Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	5641.4	1974.49	282.07	157.50	754.92	1.62	62
<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub>:</b> Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	4398.7	1539.55	219.94	129.00	410.61	1.36	36
<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub>:</b> Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	4075.1	1426.29	203.76	106.20	336.33	1.31	31
<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub>:</b> Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	5215.0	1825.25	260.75	126.00	658.50	1.56	56
<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub>:</b> Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	4287.5	1500.63	214.38	108.00	398.25	1.36	36
<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub>:</b> Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	3832.9	1341.52	191.65	93.60	276.27	1.26	26

**Costo fijo:** \$780.00

**Precio de Evergreen:** \$19.00/litro

**Precio de Biosil:** \$12.00/litro

**Cosecha + transporte:** 0.05/Kg

**Precio de venta:** \$0.35/Kg

## 4.2 Discusión

Al acción de los bioestimulantes estudiados en las diferentes dosis de aplicación, no influyeron significativamente en el peso de 1000 granos, de tal manera que reflejaron un promedio general de 27.0 g, lo que se puede atribuir a la características agronómicas propias del material genético utilizado, acercándose al valor promedio difundido por Pronaca (2013), que indica que 1000 granos en cáscara pesan un promedio de 28 g, por lo que se debe tomar en cuenta lo sostenido por Ruíz & Centeno (2007), que mencionan que el peso de los granos es una característica genética, y generalmente un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales con mayor tamaño de grano.

En la evaluación de la altura de plantas al momento de la cosecha, se pudo constatar que al aplicar 1.5 l/ha de Evergreen se obtuvo una superioridad de 0.6 cm, sobre las plantas asperjadas con 1.5 l/ha Biosil, sin embargo dicha diferencia no alcanzó el nivel de significancia estadística, superando ampliamente a las demás interacciones, atribuyéndose la superioridad del Evergreen a un mayor aporte de elementos para el crecimiento de la planta, concordando con Núñez (2000) quien sostiene que el uso de bioestimulantes en la agricultura producen un efecto positivo en el crecimiento de los cultivos. Además estos resultados corroboran lo sostenido por González *et al.* (2012), quienes mencionan que las dosis mayores son capaces de influir en el comportamiento y producción de las plantas.

El crecimiento de la panícula fue mayor al aplicar Biosil en dosis de 1.5 l/ha que superó en 0.8 al Evergreen en la misma dosis, siendo una diferencia mínima pero a considerar el rendimiento final por ser esta variable una de sus componentes, ya que según López (1991), la longitud de la panícula es de mucha importancia, ya que permite una mayor cantidad de granos y mayor fertilidad de las espiguillas. Además este efecto se puede atribuir a que de acuerdo a la dosis aplicada en el cultivo, este responde a la bioestimulación siendo mayor cuando mayor es la dosis, pero es importante recalcar que no se debe exceder ya que puede ocasionarse serios daños al cultivo como consecuencia de elevadas dosis (Méndez, Chang, & Salgado, 2011).

En lo referente a la habilidad de macollamiento del cultivo, se observó que la aplicación de Biosil en dosis de 1.5 l/ha produjo 375.9 macollos por metro cuadrado, con una efectividad del 89.79%, reflejando igualdad estadística con Evergreen en la misma dosis y con la dosis de 1.0 l/ha de ambos bioestimulantes que registraron entre 330.7 y 371.0 macollos por metro cuadrado con una efectividad que fluctuó entre el 89.11 y 89.57%, lo que de acuerdo a Tinarelli (1989) se puede atribuir a que la formación y desarrollo de una planta depende del potencial genético de la variedades cultivadas y de las condiciones climáticas durante las diversas fases de crecimiento y desarrollo, así como las prácticas agronómicas aplicadas al cultivo, sin embargo las mínimas diferencia pueden ser una determinante clave en grande extensiones donde la diferencia aumenta, en cuestión de rendimiento y costos.

Evergreen en dosis de 1.5 l/ha produjo mayor número de granos por panícula, con un total de 178.4, superando a los demás tratamientos, de los cuales 140.0 granos fueron efectivos, lo que refleja una esterilidad del 21.52%, siendo este último valor el menor en comparación con los demás tratamientos, lo que demuestra el valor nutricional y productivo que representa el Evergreen, por su mayor aporte de nutrimentos esenciales para las plantas, argumento que es corroborado por Excel Ag. Corp. (Sf), que indica que Evergreen es una formulación equilibrada soluble en agua que contiene nitrógeno, fósforo y potasio, que además contiene micronutrientes, algas, vitaminas y ácidos húmicos que ayudan en la producción de los cultivos. Además Aguirre (2009), evaluó 8 variedades de arroz en condiciones de secano, obtuvo mayor número de granos por panícula al utilizar Evergreen.

En la comparación de los tratamientos en cuando al rendimiento y rentabilidad del cultivo, se pudo evidenciar que con la aplicación de Evergreen en dosis de 1.5 l/ha se cosechó 426.4 Kg/ha más que con Biosil en la misma dosis, sin embargo, respecto a esto Ruíz & Centeno (2008), mencionan que el rendimiento tiene que ver con el número de tallo con panículas y el porcentaje de esterilidad, número de granos por panícula y peso de mil granos, resistencia a enfermedades, vuelco y alto poder de asimilación de fuerte abonadas. Dicho incremento representa un ingreso bruto de \$ 149.24.

El rendimiento alcanzado con la aspersión de 1.5 l/ha de Evergreen además de producir el mayor rendimiento también generó el mayor beneficio económico, que pese a tener un costo de tratamiento de 157.50 y costo variable de 282.07, reflejó un ingreso neto de 754.92, con una relación beneficio costo de 1.62, que concluyó en una rentabilidad de 62%, frente a los valores obtenidos con Biosil que reflejó una rentabilidad de 56%, a un costo de tratamiento de \$ 126.00. Con base a lo anterior se puede puntualizar que el Evergreen incrementó en mayor porcentaje el rendimiento del cultivo y consecuentemente la rentabilidad del mismo, con lo que se pone en claro el beneficio que representa este bioestimulante, lo que concuerda con Palacios & Pauth (2008), que sostiene que los altos niveles de rendimiento son el resultado de un buen manejo agronómico, así como una fertilización equilibrada, la cual se puede realizar al aplicar Evergreen, a lo que es preciso acotar que los bioestimulantes han estado asociados durante mucho tiempo con la agricultura orgánica o ecológica, sin embargo, en la actualidad tienen un papel muy importante que desempeñar en la agricultura convencional como complemento a la nutrición de los cultivos y a la protección de cultivos (LIDA, 2016). Además los beneficios económicos reflejan que es posible obtener rentabilidad deseada por el bajo costo de estos productos así como la mano de obra que demandan que generalmente es de dos jornales por hectárea por aplicación, que de acuerdo a LIDA (2016), permiten incrementar la ganancia al disminuir los costos de producción y elevar la producción por unidad de superficie.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- El tratamiento con 1.5 l/ha de Evergreen produjo plantas de mayor altura, mayor cantidad de macollos por metro cuadrado y mayor número de macollos efectivos por metros cuadrado.
- Los tratamientos con Biosil en dosis de 1.5 l/ha y Evergreen en la misma dosis difirieron en apenas 0.8 en los referente a la longitud de panículas.
- El 89.79% de los macollos por metro cuadrado obtenidos con la aplicación de Evergreen en dosis de 1.5 l/ha, fueron efectivos, superando a los demás tratamientos.
- Los tratamientos en estudio así no influyeron significativamente en el peso del grano de arroz.
- Aplicando Evergreen en dosis de 1.5 l/ha se registró mayor rendimiento de grano con 5641.4 Kg/ha.
- El tratamiento con Evergreen en dosis de 1.5 l/ha, produjo un 62 % de rentabilidad, con una relación beneficio/costo de 1.62.

## 5.2 Recomendaciones

- Utilizar Evergreen como un bioestimulante foliar en el cultivo de arroz por contener una mayor diversidad de macro y micronutrientes, así como hormonas que promueven el desarrollo y producción del mismo.
- Para la obtención de mayor nivel de rentabilidad se recomienda utilizar Evergreen en dosis de 1.5 l/ha, que en el estudio fue de 62 %.
- Probar estos bioestimulantes en otros cultivos a fin de promover las ventajas de su utilización y su influencia en los mismos.
- Evaluar diferentes frecuencias de aplicación de bioestimulantes en el cultivo de arroz a fin de identificar cada que tiempo aplicar estos productos para la obtención de altos rendimientos.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1 Bibliografía Citada

- Acevedo, M., Castillo, W., & Belmonte, U. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Revista Agronomía Tropical* 56 (1): 151-170 pp.
- Acuña, A. (2011). ¿Qué son los bioestimulantes? Obtenido de <http://globalcesped.org/noticias-mainmenu-2/los-suelos/495-ique-son-los-bioestimulantes>
- AEFA. (s.f.). ¿Qué son los bioestimulantes agrícolas? Obtenido de <http://aefa-agronutrientes.org/bioestimulantes-agricolas>
- Aguirre, R. (2009). Evaluación de 8 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con la aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Biosil en condiciones de secano en la zona de San Carlos (Tesis de Grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 81 p.
- Aldana, H., & Ospina, J. (2001). Enciclopedia Agropecuaria: Producción Agrícola 1. Segunda Edición. Terranova Editores. Bogotá-Colombia. 448 p.
- Alimentación Sana. (2014). El arroz y su historia. Obtenido de <http://alimentacion-sana.org/informaciones/Chef/arroz.htm>
- Amores, F. (1992). Clima, suelos, nutrición y fertilización de cultivos en el litoral ecuatoriano. Manual Técnico No. 26. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador. 52 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.

- Arteaga, M., Garcés, N., Novo, R., Guridi, F., Pino, J., Acosta, M., & Pasos, M. y. (2007). Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante Liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo. *Revista Protección Vegetal* 22(2): 110-117 pp.
- Carvajal, M. (2013). Bioestimulantes para las plantas de raíces inteligentes. Obtenido de <http://comunidad.ainia.es/bioestimulantes-para-plantas-de-raices-inteligentes-1/>
- Díaz, D. (2009). Biorreguladores vs bioestimulantes, una gran diferencia. Obtenido de <http://www.tomate.org.mx/DemoChiles/Lecturas/Documentos/CHILE1.pdf>
- EMBRAPA. (2008). Cultivo de arroz en tierras altas (secano). Obtenido de <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa/>
- Excel Ag Corp. (s.f.). Evergreen. Obtenido de <https://excelag.com/product/evergreen/?lang=es>
- Fermagri. (2015). Fitosil. Obtenido de <http://www.fermagri.com/tips.php?id=8>
- González, L., Falcón, A., Jiménez, M., Jiménez, L., Silvente, J., & Terrero, J. (2012). Evaluación de tres dosis del bioestimulante Quitosana en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en un periodo tardío. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología* 1(2): 134-139 pp.
- Jenning, P. (1985). Mejoramiento del arroz. En C. d. (CIAT), *Arroz: Investigación y Producción*. CIAT. Cali-Colombia. 205-231 pp.
- LIDA. (2016). Beneficios del uso de bioestimulantes. Obtenido de <http://www.lidaplantresearch.com/es/bioestimulantes/s7i1>
- López, L. (1991). *Cultivos herbáceos: cereales*. Primera Edición. Editorial Mundi-Prensa S.A. Barcelona-España. 221 p.
- 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.

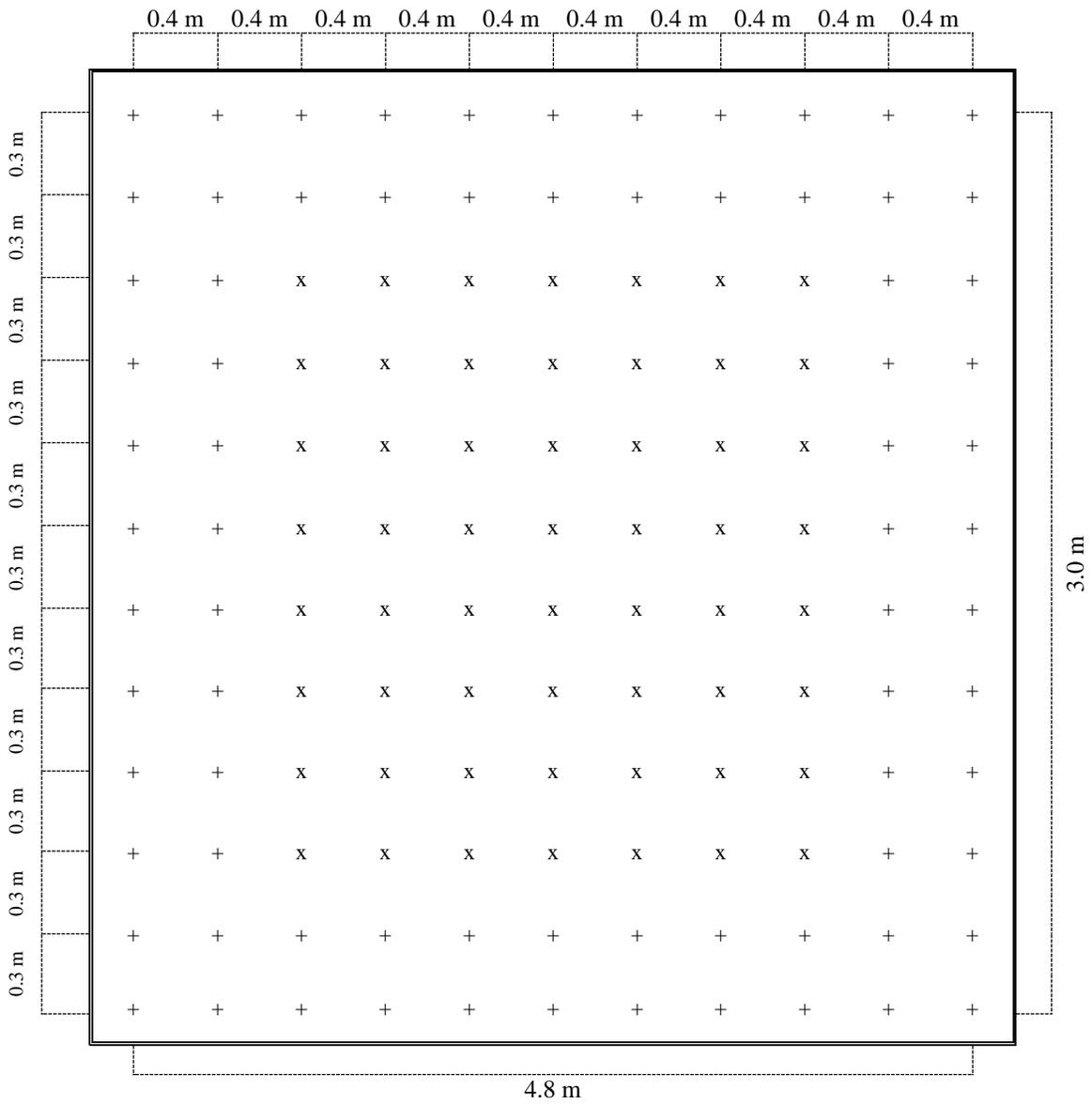
- Méndez, J., Chang, R., & Salgado, Y. (2011). Influencia de diferentes dosis de Fitomas-E en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Granma Ciencia* 15(2): 1-10 pp.
- Núñez, M. (2000). Uso de brasinoesteroides en la agricultura. En XII Seminario Científico del INCA. INCA. La Habana-Cuba. 178 p.
- Oschse, J., & Soule, M. (1972). Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales Volumen I y II. Editorial Limusa-Wiley S.A. México. 1362 p.
- Palacios, E., & Pauth, M. (2008). Evaluación avanzada de nueve líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) con resistencia al manchado del grano, Valle de Sébaco, 2007. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 45 p.
- PRONACA. (2010). SFL 09. Obtenido de <http://www.pronaca.com/site/principal.jsp?arb=790&padre=786>
- Ramos, M. (2009). Efectos de la aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Biosil en variedades de arroz (*Oryza sativa*) sembrados en la época lluviosa en la zona de Quevedo (Tesis de Grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 81 p.
- Robles, R. (1975). Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México. 72 p.
- Ruíz, S., & Centeno, N. (2008). Evaluación del comportamiento agronómico de 11 líneas avanzadas de arroz (*Oryza sativa* L.) en el valle del Sébaco, durante la época postrera del 2006 (Trabajo de Tesis). Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 49 p.
- SICA. (2002). Servicio de información Agropecuaria del ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador: Arroz . Obtenido de <http://www.sica.gov.ec/agro/docs/produccion.htm>
- SYNGENTA. (2013). Arroz. Obtenido de <http://www.syngenta.com.mx/arroz-descripcion.aspx>
- Tinarelli, A. (1989). El arroz. Mundi-Prensa S.A. Barcelona-España. 575 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.
- Turgeon, A. (2005). Turfgrass Management. Person Prentice Hall. New Jersey-United States. 415 p.
- Vergara, B. (1985). Manual para el nuevo arrocero. Instituto internacional de investigaciones de arroz (IRRI). Filipinas. 221 p.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

### Anexo 1 Croquis de campo de cada parcela

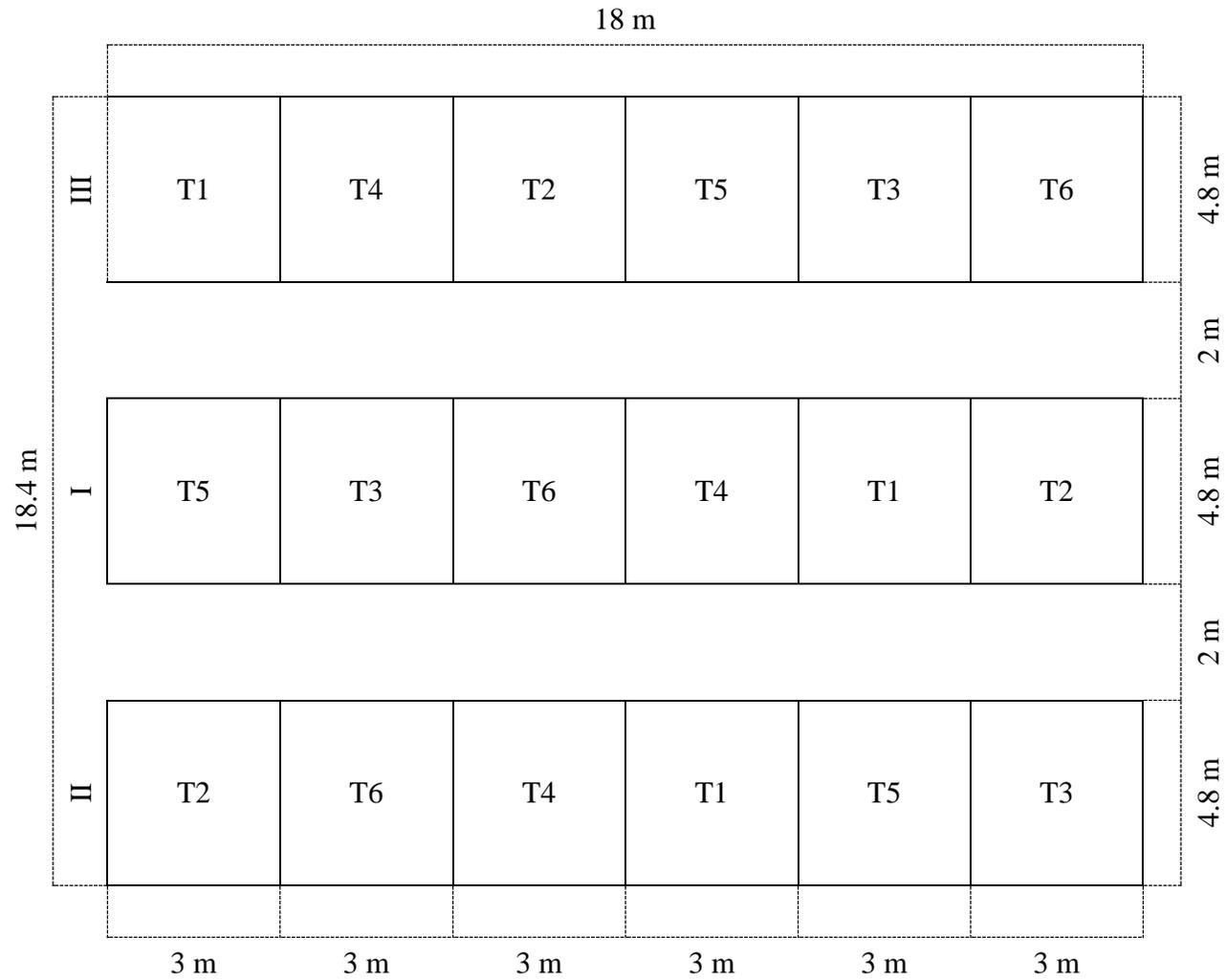


+ : plantas borde

x: plantas útiles

Área de la parcela: 14.4 m<sup>2</sup>

## Anexo 2 Croquis de campo del experimento de arroz



Área del ensayo: 331.2 m

**Anexo 3** Datos de altura de plantas a la cosecha (cm) en la respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache

N°	Tratamientos	I	II	III	Promedio
1	<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	109.7	109.5	106.6	108.6
2	<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	100.7	101.7	102.2	101.5
3	<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	96.7	95.1	95.0	95.6
4	<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	105.0	107.4	111.6	108.0
5	<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	101.2	100.1	101.9	101.1
6	<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	96.5	94.4	95.6	95.5
	<b>Promedio</b>	101.6	101.4	102.2	101.7

Fecha de siembra: 01 de marzo del 2016

Fecha de cosecha: 28 de junio del 2016

Días a la cosecha: 120

**Anexo 4** Datos de longitud de la panícula (cm) en la respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache

N°	Tratamientos	I	II	III	Promedio
1	<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	25.3	24.2	25.5	25.0
2	<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	24.5	23.6	24.1	24.1
3	<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	23.7	23.0	23.0	23.2
4	<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	25.6	26.3	25.5	25.8
5	<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	24.4	24.3	23.9	24.2
6	<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	23.4	22.8	23.2	23.1
	<b>Promedio</b>	24.5	24.0	24.2	24.2

Fecha de siembra: 01 de marzo del 2016

Fecha de cosecha: 28 de junio del 2016

Días a la cosecha: 120

**Anexo 5** Datos de número de macollos por metro cuadrado en la respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache

N°	Tratamientos	I	II	III	Promedio
1	<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	388.0	370.0	355.0	371.0
2	<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	338.0	341.0	320.0	333.0
3	<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	255.0	325.0	315.0	298.3
4	<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	366.0	379.0	380.0	375.0
5	<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	326.0	335.0	331.0	330.7
6	<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	300.0	312.0	275.0	295.7
	<b>Promedio</b>	328.8	343.7	329.3	334.0

Fecha de siembra: 01 de marzo del 2016

Fecha de cosecha: 28 de junio del 2016

Días a la cosecha: 120

**Anexo 6** Datos de número de macollos efectivos por metro cuadrado en la respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache

N°	Tratamientos	I	II	III	Promedio
1	<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	345.0	339.0	313.0	332.3
2	<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	299.0	312.0	280.0	297.0
3	<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	224.0	297.0	275.0	265.3
4	<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	325.0	348.0	337.0	336.7
5	<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	288.0	306.0	290.0	294.7
6	<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	265.0	285.0	237.0	262.3
	<b>Promedio</b>	291.0	314.5	288.7	298.1

Fecha de siembra: 01 de marzo del 2016

Fecha de cosecha: 28 de junio del 2016

Días a la cosecha: 120

**Anexo 7** Datos de número de granos efectivos por panícula en la respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache

N°	Tratamientos	I	II	III	Promedio
1	<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	141.0	139.0	140.0	140.0
2	<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	131.0	131.9	130.1	131.0
3	<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	125.9	127.1	127.7	126.9
4	<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	138.9	139.0	136.0	138.0
5	<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	128.7	129.9	130.1	129.6
6	<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	125.9	123.3	125.8	125.0
	<b>Promedio</b>	131.9	131.7	131.6	131.8

Fecha de siembra: 01 de marzo del 2016

Fecha de cosecha: 28 de junio del 2016

Días a la cosecha: 120

**Anexo 8** Datos de número de granos vanos por panícula en la respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache

N°	Tratamientos	I	II	III	Promedio
1	<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	45.6	31.9	37.8	38.4
2	<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	47.0	34.7	39.3	40.3
3	<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	49.1	44.9	41.5	45.2
4	<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	46.2	31.9	38.7	38.9
5	<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	47.1	37.0	39.8	41.3
6	<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	50.5	47.0	41.4	46.3
	<b>Promedio</b>	47.6	37.9	39.8	41.7

Fecha de siembra: 01 de marzo del 2016

Fecha de cosecha: 28 de junio del 2016

Días a la cosecha: 120

**Anexo 9** Datos del total de granos por panícula en la respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache

N°	Tratamientos	I	II	III	Promedio
1	<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	186.6	170.9	177.8	178.4
2	<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	178.0	166.6	169.4	171.3
3	<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	175.0	172.0	169.2	172.1
4	<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	185.1	170.9	174.7	176.9
5	<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	175.8	166.9	169.9	170.9
6	<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	176.4	170.3	167.2	171.3
	<b>Promedio</b>	179.5	169.6	171.4	173.5

Fecha de siembra: 01 de marzo del 2016

Fecha de cosecha: 28 de junio del 2016

Días a la cosecha: 120

**Anexo 10** Datos de peso de 1000 semillas (g) en la respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache

N°	Tratamientos	I	II	III	Promedio
1	<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	25.6	27.8	26.3	26.6
2	<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	28.0	28.3	27.2	27.8
3	<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	26.5	26.7	25.8	26.3
4	<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	26.1	27.1	27.3	26.8
5	<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	27.4	26.4	28.1	27.3
6	<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	26.6	24.9	29.1	26.9
	<b>Promedio</b>	26.7	26.9	27.3	27.0

Fecha de siembra: 01 de marzo del 2016

Fecha de cosecha: 28 de junio del 2016

Días a la cosecha: 120

**Anexo 11** Datos de rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad en la respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de tres dosis de Evergreen y Biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache

N°	Tratamientos	I	II	III	Promedio
1	<b>B<sub>1</sub>D<sub>1</sub></b> : Evergreen + Dosis alta (1.5 l/ha)	5700.0	5679.1	5545.1	5641.4
2	<b>B<sub>1</sub>D<sub>2</sub></b> : Evergreen + Dosis media (1.0 l/ha)	4379.3	4419.3	4397.6	4398.7
3	<b>B<sub>1</sub>D<sub>3</sub></b> : Evergreen + Dosis baja (0.5 l/ha)	3949.4	4016.1	4259.7	4075.1
4	<b>B<sub>2</sub>D<sub>1</sub></b> : Biosil + Dosis alta (1.5 l/ha)	4950.6	5399.2	5295.3	5215.0
5	<b>B<sub>2</sub>D<sub>2</sub></b> : Biosil + Dosis media (1.0 l/ha)	4071.7	4156.6	4634.1	4287.5
6	<b>B<sub>2</sub>D<sub>3</sub></b> : Biosil + Dosis baja (0.5 l/ha)	3648.3	3889.9	3960.4	3832.9
	<b>Promedio</b>	4449.9	4593.4	4682.0	4575.1

Fecha de siembra: 01 de marzo del 2016

Fecha de cosecha: 28 de junio del 2016

Días a la cosecha: 120



**Anexo 12** Limpieza y delimitación de las parcelas experimentales



**Anexo 13** Siembra de semillas de arroz en condiciones de secano



**Anexo 14** Cultivo de arroz a los 45 días después de las siembra



**Anexo 15** Aplicación de los bioestimulantes Biosil y Evergreen en experimento del cultivo de arroz



**Anexo 16** Aplicación de herbicidas selectivos



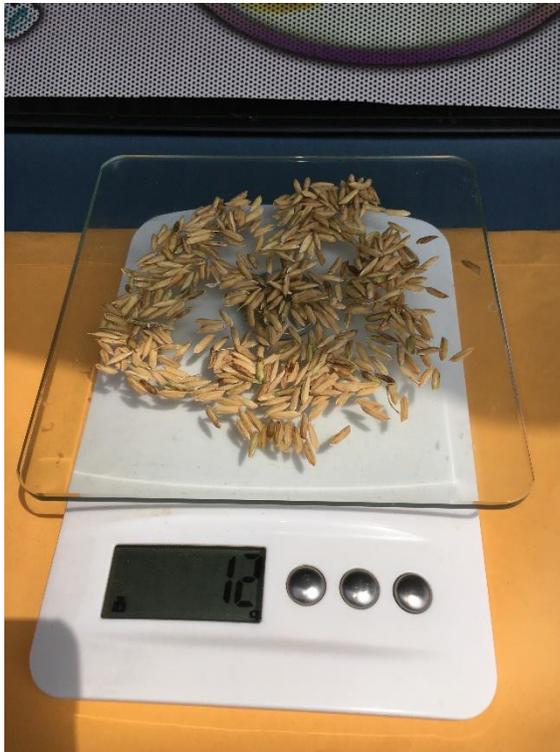
**Anexo 17** Evaluación de altura de plantas a la cosecha



**Anexo 18** Evaluación de longitud de la panícula (cm)



**Anexo 19** Conteo de granos efectivos y vanos por panícula



**Anexo 20** Peso de 1000 semillas (g)



**Anexo 21** Determinación del porcentaje de humedad



**Anexo 22** Cosecha del grano de arroz



**Anexo 23** Determinación del rendimiento por cada tratamiento