

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TEMA**

**Evaluación del efecto de una fitohormona (ácido giberélico), un aminoácido y un bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas**

**AUTOR**

**Morán Lozano, Anthony Bolívar**

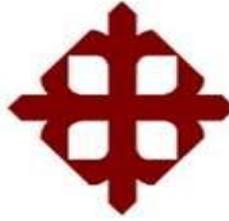
**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TUTOR**

**Ing. Donoso Bruque, Manuel Enrique M. Sc**

**Guayaquil, Ecuador**

**Marzo de 2020**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE  
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

### **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente Trabajo de Titulación fue realizado en su totalidad por **Morán Lozano Anthony Bolívar**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario**.

**TUTOR**

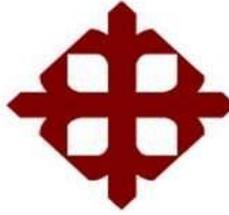
---

**Ing. Donoso Bruque, Manuel Enrique, M.Sc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph.D.**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **MORÁN LOZANO ANTHONY BOLÍVAR**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación: **Evaluación del efecto de una fitohormona (ácido giberélico), un aminoácido y un bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

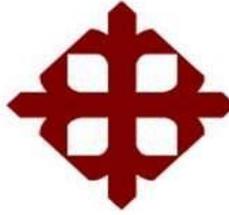
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, 5 de marzo del 2020**

**AUTOR**

---

**Morán Lozano, Anthony Bolívar**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **MORÁN LOZANO ANTHONY BOLÍVAR**

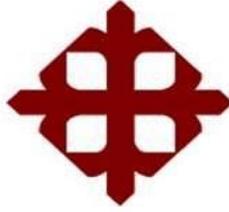
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Evaluación del efecto de una fitohormona (ácido giberélico), un aminoácido y un bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, 5 de marzo del 2020**

**AUTOR**

---

**Morán Lozano, Anthony Bolívar**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN URKUND**

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación: **Evaluación del efecto de una fitohormona (ácido giberélico), un aminoácido y un bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas**, presentado por el estudiante **Morán Lozano, Anthony Bolívar**, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	<a href="#">MORAN LOZANO, A. UTE B 2020 TT.docx</a> (D63746962)
Presentado	2020-02-11 08:17 (-05:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	noelia.caicedo.ucsg@analysis.orkund.com
	0% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2020

Certifican

---

**Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.**  
Director Carreras Agropecuarias  
UCSG-FETD

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.**  
Revisora - URKUND

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por esta importante oportunidad la cual me permitió desarrollarme como persona y a su vez pude finalizar mis estudios universitarios con éxito.

De forma especial agradezco a la mujer de mi vida, mi novia, Manuela Avilés, por todo el amor incondicional durante estos cinco años de carrera, por su apoyo en este trabajo y por el acompañamiento en cada logro alcanzado.

A mis padres, quienes han sacrificado mucho y me han inculcado muchos valores como la perseverancia, esfuerzo y honestidad los cuales me han servido para llegar hasta estas instancias.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, por darme la experiencia de culminar mi carrera.

Al Ing. Manuel Donoso Bruque, M.Sc., Tutor de Trabajo de Titulación, por su apoyo y orientación.

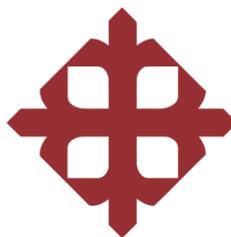
## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser el eje central de mi vida e iluminarme en momentos difíciles.

A mis padres, los cuales son parte fundamental en mi vida, por darme su apoyo en los buenos y malos momentos y por orientarme en el cumplimiento de mis objetivos como profesional y ser humano.

A mi novia, la cual ha sido parte fundamental durante todo este trayecto, quien me orientó en este proceso e inspiró a alcanzar metas y logros en conjunto, y a la vez mostrarme el camino del éxito y la felicidad.

A mis compañeros y amigos, por darme todo su apoyo.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

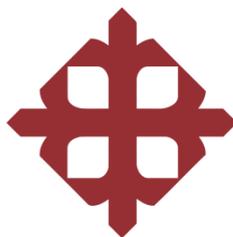
**Ing. Manuel Enrique, Donoso Bruque, M.Sc.**  
TUTOR

---

**Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph.D.**  
DIRECTOR DE CARRERA

---

**Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M. Sc.**  
COORDINADORA UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Manuel Enrique, Donoso Bruque, M.Sc.**  
TUTOR

## ÍNDICE GENERAL

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general. ....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis de investigación .....	3
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Taxonomía.....	5
2.2 Generalidades del cultivo de arroz .....	5
2.2.1 Etapas fenológicas. ....	6
2.2.2 Requerimientos edafoclimáticos.....	7
2.2.3 Requerimientos nutricionales .....	8
2.3 Variables de rendimiento .....	8
2.4 Producción arroceras en Ecuador .....	9
2.6 Variedad SFL-011.....	10
2.7 Fitohormonas.....	11
2.7.1 Auxinas.....	12
2.7.2 Giberelinas. ....	12
2.7.3 Ácido abscísico. ....	12
2.7.4 Etileno. ....	12
2.7.5 Ácido giberélico en el cultivo de arroz. ....	13
2.8 Bioestimulantes en agricultura.....	14
2.8.1 Propiedades de los bioestimulantes.....	14
2.8.2 Tipos de bioestimulantes agrícolas. ....	14
2.8.3 Bioestimulantes en el cultivo de arroz. ....	16
2.8.4 Bioestimulante “Aminoche” .....	17
2.9 Aminoácidos.....	31
2.10 Aminoácidos en la agricultura.....	31
2.11 Costos de producción del cultivo de arroz.....	18
<b>3 MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>33</b>
3.1 Ubicación geográfica.....	33
3.1.1 Características edafoclimáticas. ....	20

3.2 Materiales e insumos.....	20
3.2.1 Material genético.....	20
3.2.3 Insumos.....	20
3.3 Enfoque, alcance y nivel de investigación .....	21
3.4 Población de estudio .....	21
3.5 Diseño experimental.....	21
3.6 Factor de investigación.....	22
3.7 Selección de muestras .....	22
3.8 Variables de estudio .....	22
3.9 Análisis estadístico .....	23
3.10 Nivel de significación .....	23
3.11 Manejo del experimento .....	23
3.12 Análisis económico.....	24
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
4.1 Altura de planta.....	25
4.3 Número de panículas por m <sup>2</sup> .....	27
4.4 Longitud de panícula .....	28
4.5 Número de granos por panícula .....	29
4.6 Porcentaje de granos llenos por panícula.....	30
4.7 Porcentaje de granos vanos por panícula .....	31
4.8 Porcentaje de granos manchados por panícula .....	32
4.9 Rendimiento de kg por hectárea.....	34
4.10 Análisis económico .....	36
<b>5 DISCUSIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
6.1 Conclusiones .....	55
6.2 Recomendaciones.....	55
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía del arroz.....	5
<b>Tabla 2.</b> Rango de nutrientes foliares.....	8
<b>Tabla 3.</b> Principales provincias productoras de arroz.....	9
<b>Tabla 4.</b> Ácido giberélico Ryzup.....	13
<b>Tabla 5.</b> Ficha técnica “Aminochen” .....	20
<b>Tabla 6.</b> Ficha técnica “Espigador” .....	21
<b>Tabla 7.</b> Costos de producción del cultivo .....	22
<b>Tabla 8.</b> Tratamientos de ensayo experimental.....	23
<b>Tabla 9.</b> Operacionalización de variables.....	24
<b>Tabla 10.</b> Dosis y frecuencia de aplicación de productos.....	25
<b>Tabla 11.</b> Estadísticos descriptivos de la variable altura de planta.....	26
<b>Tabla 12.</b> Anova de la variable altura de planta.....	26
<b>Tabla 13.</b> Prueba de contraste de la variable altura de planta.....	27
<b>Tabla 14.</b> Estadísticos descriptivos de la variable número de macollos.....	27
<b>Tabla 15.</b> Anova de la variable número de macollos.....	28
<b>Tabla 16.</b> Estadísticos descriptivos de la variable número de panículas.....	28
<b>Tabla 17.</b> Anova de la variable número de panículas.....	25
<b>Tabla 18.</b> Estadísticos descriptivos de la variable longitud de panículas.....	25
<b>Tabla 19.</b> Anova de la variable longitud de panículas.....	26
<b>Tabla 20.</b> Estadísticos descriptivos de la variable granos por panículas.....	26
<b>Tabla 21.</b> Anova de la variable granos por panícula.....	26
<b>Tabla 22.</b> Prueba de contraste de la variable granos por panícula.....	27
<b>Tabla 23.</b> Estadísticos descriptivos de la variable granos llenos.....	27
<b>Tabla 24.</b> Anova de la variable granos llenos por panícula.....	28
<b>Tabla 25.</b> Prueba de contraste de la variable granos llenos .....	28
<b>Tabla 26.</b> Estadísticos descriptivos de la variable granos vanos .....	30
<b>Tabla 27.</b> Anova de la variable granos vanos.....	30
<b>Tabla 28.</b> Estadísticos descriptivos de la variable granos manchados.....	31
<b>Tabla 29.</b> Anova de la variable granos manchados.....	31
<b>Tabla 30.</b> Estadísticos descriptivos de la variable humedad.....	32
<b>Tabla 31.</b> Anova de la variable humedad.....	32
<b>Tabla 32.</b> Estadísticos descriptivos de la variable rendimiento .....	32

<b>Tabla 33.</b> Anova de la variable rendimiento.....	33
<b>Tabla 34.</b> Prueba de contraste de variable rendimiento.....	33
<b>Tabla 35.</b> Análisis económico.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Etapas fenológicas del cultivo de arroz.....	7
<b>Figura 2</b> Variedad de arroz .....	11
<b>Figura 3</b> Fitohormonas .....	11
<b>Figura 4</b> Micorrizas.....	16
<b>Figura 5</b> Selección de Muestra.....	22

## RESUMEN

El cultivo de arroz, representa un rubro productivo significativo en la economía agropecuaria del Ecuador. El ensayo de campo de la investigación se desarrolló en el recinto Guajamba del cantón Santa Lucía. El enfoque investigativo es de carácter cuantitativo con un alcance descriptivo y correlacional. Para el diseño experimental se estableció un número de seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables de estudio independientes son: altura de planta, número de macollos por m<sup>2</sup>, número de panículas por m<sup>2</sup>, número de granos por panícula, longitud y peso de panículas, porcentaje de granos vanos y manchados, peso de 1 000 granos y rendimiento por hectárea/parcela en kg como variable dependiente. Para el análisis estadístico se usó el test ANOVA no paramétrico con un nivel de significación del 5 %, posterior al análisis se realizó una prueba de contraste de medias para establecer las diferencias entre los diferentes tratamientos. Los mejores índices en rendimientos se obtuvieron con el T1 (bioestimulante), en dosis de 1 litro por hectárea, la relación costos beneficio justifica el uso del producto, por lo que se concluye factible el empleo de productos agroecológicos en el cultivo de arroz, mejorando la utilidad económica del productor por índices de rendimiento más elevados.

**Palabras clave:** aminoácido, arroz, biostimulante, fitohormonas, rendimiento.

## ABSTRACT

Rice cultivation represents a significant productive item in the agricultural economy of Ecuador. The research field trial was evaluated in the Guajamba enclosure of the Santa Lucia canton. The research approach is quantitative in nature with a descriptive and correlational scope. For the experimental design, a number of six treatments and four repetitions were selected. The independent study variables are: plant height, number of tillers per m, number of panicles per m<sup>2</sup>, number of grains per panicle, length and weight of panicles, percentage of vain and stained grains, weight of 1 000 grains and yield per hectare / plot in kg as a dependent variable. For the statistical analysis, the non-parametric ANOVA test with a significance level of 5 % was used, after the analysis a contrast test was performed to establish the differences between the different treatments. The best rates of yields were obtained with the T1 (biostimulant), at a dose of 1 liter per hectare, the cost ratio justifiable benefit the use of the product, so it is concluded feasible the use of agroecological products in rice cultivation, improving the economic utility of the producer by lower rates of return

**Key Words:** amino acid, biostimulant, phytohormone, rice, yield.

## 1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz en el Ecuador, representa un sector significativo en la economía agropecuaria del país, siendo un cultivo con una de las mayores extensiones productivas en la región Litoral o Costa. Entre las provincias con mayor concentración de productores de arroz, se encuentran Guayas, Los Ríos y Manabí. La provincia del Guayas concentra la mayor producción anual en sus cantones, siendo Daule, la denominada capital arrocera del Ecuador, seguido de cantones como Santa Lucía, Palestina, Colimes, Samborondón, Salitre, Nobol, Vinces y Babahoyo.

Dentro de la práctica tradicional para el cultivo de arroz, los productos convencionales, han tomado un espacio considerable en las opciones de los productores, para mitigar problemas fitosanitarios y mejorar variables de rendimiento. La fase de madurez del cultivo, define la calidad de la materia prima vegetal a obtener y la utilidad económica del agricultor, por lo que es indispensable disminuir los problemas más comunes en esta etapa: granos vanos, granos manchados, peso y longitud de espigas.

Los planes de fertilización, son las estrategias más usadas para mejorar los índices de rendimientos en cantones arroceros como Santa Lucía, a pesar de que el uso de productos complementarios como fitohormonas, aminoácidos y bioestimulantes, se presentan como una alternativa que contribuye a la agroecología en comparación con las convencionales, siguen siendo una opción poco considerada por parte de pequeños y medianos productores. La evaluación de una nueva alternativa de productos enfocados en aumentar las cifras de rendimientos por hectárea en el cultivo de arroz, destaca como un aporte significativo en los costos de producción establecidos, que, por lo general, el agricultor debe asumir al hacer uso exclusivo de agroquímicos tradicionales.

Esta estrategia permite favorecer los procesos metabólicos y fisiológicos en la planta, mejorando la absorción de nutrientes del suelo y contribuyendo a una correcta captación de micro y macronutrientes, por otra parte, el uso de fitohormonas como el ácido giberélico y citoquinas, es una práctica común en agricultura convencional, sin embargo, se desconoce el efecto de las mismas en comparación con otros productos como los aminoácidos y bioestimulante.

Por lo expuesto en el Trabajo de Titulación se plantean los siguientes objetivos:

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

Evaluar el efecto de la aplicación de una fitohormona (ácido giberélico), un aminoácido y un bioestimulante sobre el rendimiento del cultivo de arroz en el cantón Santa Lucía.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Establecer la dosis de mayor efecto sobre el rendimiento del cultivo de arroz de los dos productos (Fitohormona y bioestimulante).
- Determinar el nivel efecto de los tres productos sobre el potencial de rendimiento del cultivo de arroz en las condiciones climáticas del cantón Santa Lucía.
- Realizar un análisis económico del uso de los tres productos en el cultivo de arroz.

## **1.2 Hipótesis de investigación**

- La aplicación de los tres productos en diferentes dosis tiene influencia sobre el rendimiento del cultivo de arroz.

- La aplicación de los tres productos en diferentes dosis no tiene influencia sobre el rendimiento del cultivo de arroz.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Taxonomía

Andrade (1988), realiza la clasificación taxonómicamente al arroz de la siguiente manera:

**Tabla 1.** Taxonomía del arroz

<b>Clase</b>	Monocotiledóneas
<b>Orden</b>	Glumiflora
<b>Familia</b>	Gramínea
<b>Subfamilia</b>	Panicoideas
<b>Tribu</b>	Oryzae
<b>Subtribu</b>	Oryzineas
<b>Género</b>	<i>Oryza</i>
<b>Especie</b>	<i>sativa</i>

**Fuente:** Andrade, 1988.

### 2.2 Generalidades del cultivo de arroz

El cultivo de arroz se encuentra dentro del grupo de las especies monocotiledóneas, establecida en la familia de las gramíneas, es considerada una especie vegetal semi acuática, por la gran cantidad de agua demanda para su producción, entre sus características más destacables Cruz, Rivero, Echevarría, Infante y Martínez (2015) enmarcan lo siguiente:

- Posee una raíz de tipo fasciculada de consistencia delgada, existiendo las raíces provenientes de la radícula y las secundarias o adventicias que nacen de la parte inferior de los tallos jóvenes.
- El tallo es de forma cilíndrica, compuesto de nudos y llega a alcanzar una altura de hasta 120 cm.
- Las hojas poseen un limbo agudo, son planas, alternadas y largas.
- La flor se dispone en pequeñas espiguillas que son la constitución de la panoja.

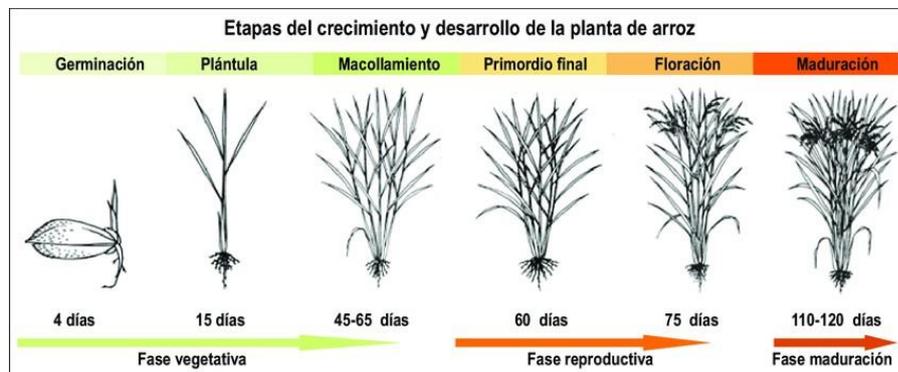
- El grano se caracteriza por ser de color blanco o grisáceo y se lo conoce como “paddy “si está cubierto con la cáscara.
- Es considerado un cultivo semi acuático.
- La lámina de agua necesaria para la inundación de este cultivo varía de acuerdo a la edad.
- Es la gramínea con la mayor demanda de agua.
- El cultivo de arroz es propenso a sufrir de estrés hídrico.

### **2.2.1 Etapas fenológicas.**

Serrano et al. (2018), expresa que de forma agronómica el cultivo de arroz comprende de tres fases o etapas fenológicas: vegetativa, reproductiva y madurez, en caso de variedades de 120 días en promedio, se tardará en etapa vegetativa 55 días, 30 en la etapa de reproducción y 30 en la fase final o de madurez.

Alvarado (2016), establece que durante el proceso vegetativo se observa el desarrollo del macollo y el crecimiento en altura y emergencia de las hojas de forma irregular, el cual describe que todos los macollos que durante esta fase no obtuvieron una panoja son considerados infértiles. Iglesias y Batistas (2018), plantean que en la etapa de reproducción se produce una disminución en el desarrollo de macollos, tallo y hojas.

Domingo y Dominguis (2017), describen que el lapso de maduración de granos puede tardar 15, 35 o 40 días, considerando diversos factores edafoclimáticos. Ruíz et al. (2017) , expresan que en términos económicos y de rentabilidad, esta fase es fundamental, debido a que, en esta etapa, se determina el tamaño, peso y calidad del grano.



**Figura 1 Etapas fenológicas del cultivo de arroz.**

Tomado: Domingo y Dominguis, 2017.

### 2.2.2 Requerimientos edafoclimáticos.

Montes (2017), expresa que, en Ecuador, la mayoría de zonas arroceras se encuentran a 10 msnm y las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo se sitúan en rangos de 20 °C y 30 °C, según Alvarado (2016) la planta por debajo de los 20 °C en etapa de floración puede inducir un porcentaje considerable de esterilidad.

En cuanto a niveles de luminosidad, Orellana (2016) considera necesario una radiación de 300 cal / cm<sup>2</sup> diarios en la fase reproductiva para alcanzar rendimientos promedios. Los investigadores en su mayoría sugieren que una alta temperatura y una luminosidad estándar son indispensables en el arroz, sin embargo, Mora y Gabriela (2018) señalan que, si la disponibilidad hídrica no es autosuficiente, significaría un punto crítico en términos productivos.

Las características necesarias de un suelo apto para cultivo de arroz se basan en el nivel de permeabilidad y retención de agua según Cerrato y Alarcón (2001), Friedrich (2017) destaca que en su mayoría los suelos arcillosos son los más utilizados para el cultivo, quien a su vez menciona que el pH del suelo no debe ser mayor a siete ni menor que seis y poseer una

capa arable de 25 cm. Los requerimientos hídricos de la planta varían dependiendo de la zona y las condiciones agroecológicas, sin embargo, Montes (2017) establece un promedio de 10 000 m<sup>3</sup> a 12 000 m<sup>3</sup> requeridos por hectárea.

### 2.2.3 Requerimientos nutricionales.

Los requerimientos nutricionales en arroz, presentan variantes y diferencias notables en las diferentes zonas productoras. Hernán (1999) establece que a nivel foliar una planta de arroz debe poseer determinados rangos de micro y macro elementos para su desarrollo.

**Tabla 2.** Rangos de nutrientes foliares

<b>Nutriente</b>	<b>Adecuado</b>
% N	2.6 - 4.2
% P	0.25 - 0.48
% K	1.5 - 4
% Ca	0.25 - 0.40
% Mg	0.17 - 0.30
% S	1.2- 0.6

**Fuente:** Hernán,1999.

### 2.3 Variables de rendimiento

Las variables de rendimiento consideradas en el cultivo de arroz, se miden con el objetivo de evaluar el potencial y comportamiento expresado de la planta en determinadas condiciones en base a lo expresado por Esqueda (2000). Dentro del grupo de variables evaluadoras, Vallejo, Bonilla y Castilla (2008), mencionan las más importantes:

- Altura de planta.
- Número de macollos por m<sup>2</sup>.
- Número de panículas por m<sup>2</sup>.
- Longitud de panícula.

- Número de granos por panícula.
- Peso de 1 000 granos.
- Porcentaje de granos vanos.
- Porcentaje de granos manchados.
- Rendimiento en toneladas o kilogramos por hectárea.

## 2.4 Producción arrocera en Ecuador

El arroz dentro del territorio ecuatoriano, es representativo de la región Litoral o Costa debido a la pertinencia de aspectos climáticos y disposición geográfica según Viteri y Zambrano (2016).

La distribución productiva del cultivo se concentra en dos provincias ejes: Guayas y Los Ríos, entre ambos territorios se acumula un 61.5 % de la producción total en base a lo expresado por Cardenas (2018). En la siguiente tabla se refleja un resumen de las cifras productivas registradas por la Corporación Financiera Nacional:

**Tabla 3.** Principales provincias productoras de arroz

Provincia	Superficie cosechada (ha)	Producción (Tm)	Rendimiento (Tm / ha)	Porcentaje nacional (%)
Guayas	237.217	1.035.344	4.4	67
Manabí	107.277	421.483	3.9	27
Los Ríos	13.740	55.536	4.0	4

**Fuente:** Corporación Financiera Nacional, 2018.

## 2.5 Variedades sembradas en Ecuador

En base a lo descrito por Escobar (2018), las principales variedades de arroz que los productores siembran son INIAP 11 y 14. Alvarado (2018) data que hace algunos años otros materiales como el 1001 y patucho fueron variedades traídas de forma ilegal de países externos y sin el debido registro fitosanitario. Orrego et al. (2016), describen que aproximadamente un 20 % de la superficie cultivada en el país se realiza con semilla certificada y

testeada, el porcentaje restante es producto del proceso de reciclaje de semilla, práctica común en los agricultores y pequeñas producciones.

De las diferentes variedades entregadas al país por parte del INIAP, Navarrete et al. (2017), destacan las que son precoces y resistentes a diferentes condiciones de riego, plagas y enfermedades, con estas cualidades sobresalen la INIAP 11,12,14,15 y 16. El principal objetivo de producción de estas variedades según lo manifiesta Muriel, García y Twyman (2016), ha sido por mucho tiempo, mantener la autosuficiencia en arroz dentro del país y poder abrir mercados de exportación.

## **2.6 Variedad SFL-011.**

PRONACA (2013) describe las siguientes características de la variedad SFL-011:

- Rendimiento por hectáreas con riego: 6-9 t / ha.
- Rendimiento por hectáreas en seco: 5-8.5 t / ha.
- Ciclo vegetativo: 127 a 131 días.
- Altura de la planta: 126 cm.
- Número de panículas por sitio: 18 a 23.
- Longitud de grano sin cáscara: 7.5 mm.
- Número de granos por panícula: 190 a 200.
- Ancho de grano: 2.20 a 2.22 mm.
- Porcentaje de granos vanos: 12 a 15 %
- Longitud de panícula: 30 cm.
- Peso de 1000 granos: 29 g.
- Porcentaje de grano entero pilado: 67 %
- Resistencia a enfermedades fúngicas: moderada
- Resistencia al acama: alta
- Resistencia al ataque de plagas: moderada
- Resistencia al encharcamiento: media
- Resistencia a la sequía: baja



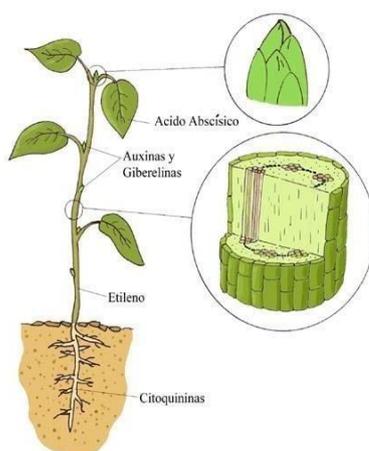
**Figura 2 Variedad de arroz**

**Tomado:** Pronaca, 2013.

## 2.7 Fitohormonas

Cerna, Aucapiña y López (2016), las definen como sustancias químicas utilizadas por la planta para producir o acelerar funciones fisiológicas. Silva, Valqui y Rascón (2017), las dividen en cinco principales: auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno.

Dentro de la agricultura convencional, su uso se ha estandarizado para acelerar procesos de floración, madurez y potenciar los índices de rendimiento según Ariza et al., (2015).



**Figura 3 Fitohormonas**

**Tomado:** Ariza et al., 2015.

### **2.7.1 Auxinas.**

Carcaño (2006) describe que el mecanismo de acción de las auxinas en las plantas se efectúa sobre el crecimiento y propagación celular, su método de acción es sintetizarse en los ápices de los tallos para ser llevadas por toda la planta, lo cual genera un efecto de concentración en gradientes y permite la distribución uniforme de la fitohormona.

### **2.7.2 Giberelinas.**

Las giberelinas son un tipo de fitohormona complementaria que genera el crecimiento de forma lateral en los tallos en base a lo manifestado por Hoyos, Román y Velasco (2008), a diferencia de las auxinas que permiten que el tallo se desarrolle en altura. Rojas et al., (2010) sugieren que, en la práctica agrícola, su aplicación se debe realizar junto con las auxinas.

### **2.7.3 Ácido abscísico.**

Aguilar, Melgarejo, y Romero (2007), conceptualizan al ácido abscísico como antagonista de las giberelinas, generando el estado de latencia en semillas, el término abscísico hace referencia a la caída de frutos y hojas, fase llamada abscisión. Uribe, Delaveau, Garcés, y Escobar (2008) expresan que la latencia se define como el tiempo donde una semilla puede conservar su capacidad germinativa hasta tener las condiciones favorables para germinar.

### **2.7.4 Etileno.**

Ariza et al. (2015), describen que el etileno es una fitohormona que dentro de las plantas interviene en la etapa de maduración de frutos y genera la caída de las hojas. Rodrigues et al. (2015), establecen que el etileno es una de las hormonas vegetales más usadas en productos de exportación, que por lo general son cosechados en pre-madurez, para luego hacer uso del etileno en forma de gas y así generar la madurez artificial de los frutos al término de llegada al país de destino para su posterior comercialización.

### 2.7.5 Ácido giberélico en el cultivo de arroz.

Domínguez y García (2002), en sus resultados de investigación describen que la aplicación de ácido giberélico en el cultivo de arroz genera efectos significativos en el comportamiento agronómico, destacando que los mejores resultados se obtuvieron con una dosis de 500 g por hectárea. Por otra parte, Dario et al., (2004), registran mejoras en el porcentaje de granos enteros y peso de panícula con una dosis de 1.60 litros por hectárea.

#### 2.7.5.1 Ácido giberélico Ryzup.

INTEROC (2017), establece que “Ryzup” es una giberelina que promueve la estimulación y elongación vegetativa al igual que el crecimiento celular, esta fitohormona es utilizada en arroz para mejorar los índices de cuajado de grano, estimulando una absorción mayor de azúcares y demás elementos durante su formación.

**Tabla 4.** Ácido giberélico “Ryzup”.

Ingrediente activo	Ácido Giberélico 400 g / kg
Formulación	Gránulos Solubles (SG)
Modo de acción	Actúa induciendo la floración, alargamiento del tallo, produce ruptura del período de reposo, inhibe caída de las flores y por consiguiente aumenta el número de frutos.
Compatibilidad	Compatible con la mayoría de plaguicidas y fertilizantes foliares de uso común. No se debe mezclar con sustancias alcalinas.
Modo de aplicación	Se puede aplicar por medio de equipos de aspersion con volúmenes de agua de 15 a 30 l / ha.
Dosis en arroz	5.0 g / ha.

**Fuente:** INTEROC, 2017.

## **2.8 Bioestimulantes en agricultura**

García y José (2017), establecen que los bioestimulantes generan efectos de aumento de vigor y favorecen procesos fisiológicos, sin embargo, se diferencian de fertilizantes y productos fitosanitarios, ya que no actúan sobre insectos plaga ni agentes causales de enfermedades y tampoco aportan nutrientes a la planta. Por mucho tiempo, según Zerpa, Rincón y Colina (2017). Los bioestimulantes se han vinculado con la agricultura agroecológica, actualmente en la agricultura convencional se usan como elemento complementario en nutrición vegetal.

### **2.8.1 Propiedades de los bioestimulantes.**

Entre las propiedades más importantes Villegas (2016), establece las siguientes:

- Incrementan expresiones de mecanismos metabólicos en los vegetales, estimulando procesos fotosintéticos y disminuyendo niveles de estrés.
- Potencian los mecanismos naturales de defensa, inhiben la germinación y multiplicación de las esporas de patógenos fúngicos, evitan la penetración en las paredes del tejido vegetal.
- Mejoran la absorción de nutrientes del suelo, regulando el estado hormonal y favoreciendo la síntesis de fitohormonas, en especial las giberelinas y auxinas.

### **2.8.2 Tipos de bioestimulantes agrícolas.**

Los bioestimulantes usados en agricultura pueden estar compuestos de diversas sustancias orgánicas que actúan de forma específica sobre algún proceso fisiológico de la planta según Vargas y Guillmar (2016). Quinto y Fania (2018), los divide en ácidos húmicos, aminoácidos, extractos de algas marinas y hongos benéficos.

### **2.8.2.1 Ácidos húmicos y fúlvicos.**

Ramírez (2017), define que los ácidos húmicos son sustancias naturales derivadas de la descomposición de diferentes organismos en el suelo y se forman a partir de restos animales y vegetales, los mismos que pueden ser usados como sustratos y se clasifican en base a su peso molecular en húmicos, fúlvicos y huminas.

### **2.8.2.2 Aminoácidos y mezclas de péptidos.**

Wad (2017), señala que la mayoría de bioestimulantes compuestos por aminoácidos se generan por la hidrólisis de proteínas de productos derivados de la agroindustria, pueden ser sustancias puras o mezclas de diferentes compuestos. Otras moléculas categorizadas dentro de los bioestimulantes agrícolas son las poliaminas y betaínas, a pesar de ser poco utilizadas en los cultivos, producen efectos benéficos en cuanto a rendimiento con base a lo descrito por Tenecota (2015).

### **2.8.2.3 Extractos de algas y de plantas.**

Torres y Ortíz (2017), plantean que en la agricultura los extractos de algas son empleados en su mayoría para mejorar la fertilización y absorción de nutrientes y que su empleo como bioestimulantes se basa en obtener compuestos por medio de procesos de purificación que contribuyen a ser promotores de crecimiento y mejoran la absorción de nutrientes en los cultivos.

### **2.8.2.4 Hongos beneficiosos.**

Tenecota (2015), menciona que los hongos de forma general crean interacciones con los organismos vegetales ya sea en relaciones simbióticas o de parasitismo. Sin embargo, Cuenca et al. (2007), señalan que los hongos benéficos destacan como aquellos organismos que generan efectos favorables a las plantas, lo cual se puede expresar en mecanismos de protección, absorción y balance hídrico. Los hongos micorrícicos según

Gonzáles, Nuñez y Lima (2005), son los más utilizados en agricultura orgánica y convencional para mejorar la absorción de agua y volver solubles aquellos nutrientes insolubles que se encuentren presentes en el suelo.



**Figura 4 Micorrizas**

*Tomado: Gonzáles, Núñez y Lima, 2005.*

### **2.8.3 Bioestimulantes en el cultivo de arroz.**

Vélez (2015), plantea en su tesis de grado, que no hubo diferencias significativas al comparar el efecto de diferentes estimulantes comerciales en el cultivo de arroz, sin embargo, menciona que su aplicación en conjunto con fitohormonas representa una asociación aprovechable en rendimiento.

Carchi (2016), en sus resultados de investigación al probar aminoácidos con diferentes dosis en el cultivo de arroz expresa que una dosis de 250g/ha tiene una influencia significativa sobre la altura de la planta y el peso de granos, mientras que una dosis de 750 g/ha mejora variables como: número y longitud de panículas, porcentaje de granos vanos o manchados y rendimientos por hectárea.

Bedoya (2011), sugiere realizar una aplicación de tres litros por hectárea de bioestimulantes a base de humus de lombriz, antes de llegar a los 45 días, para propiciar el desarrollo del macollo y sistema radicular, de forma posterior a la aplicación de herbicidas post- emergentes.

#### 2.8.4 Bioestimulante “Aminochen”.

CHEMIE DEL ECUADOR (2016), señala que el bioestimulante “Aminochen” es una mezcla de componentes que estimula procesos de floración, cuajado y llenado de fruto.

**Tabla 5.** Ficha técnica de bioestimulante “AMINOCHEM”

<b>Nombre comercial</b>	<b>AMINOCHEM</b>
<b>Compatibilidad</b>	No mezclar con productos de extremada reacción ácida o alcalina. Es compatible con productos fitosanitarios, sin embargo, se recomienda realizar previamente pruebas de aplicación a nivel de Campo.

**Fuente:** CHEMIE DEL ECUADOR, 2016.

#### 2.9 Aminoácidos en agricultura

Sorribas, Romero, Bernes y Larelle (2006), plantean que un aminoácido se conceptualiza como el elemento constituyente de las proteínas, biomoléculas indispensables en la constitución de organismos vivos como los vegetales. El uso de aminoácidos en la agricultura, se basa en minimizar el gasto energético que un cultivo realiza al absorber sales nitrogenadas para luego formar aminoácidos y sintetizar proteínas por lo cual al aplicar aminoácidos directos el ahorro de energía permite obtener resultados eficientes en cuanto a índices de rendimiento en base a lo establecido por Martínez (2018).

## 2.10 Aminoácido Espigador

ORIOUS BIOTECH (2016), define al aminoácido “Espigador” como un bioestimulante orgánico mineral que es asimilado en la etapa de prefloración de las gramíneas para favorecer procesos metabólicos y mitigar problemas de granos vanos y rendimientos insuficientes.

**Tabla 6.** Ficha técnica del aminoácido “Espigador”

<b>Ingrediente activo</b>	Nutrientes quelatados en Aminoácidos
<b>Nombre químico</b>	Minerales quelatados en Aminoácidos
<b>Grupo de insumo</b>	Nutrientes quelatados en Aminoácidos
<b>Composición</b>	Potasio, 3.6 %; Magnesio, 1.5 % Cobre 0.5 %; Manganeso 1.0 % Zinc 1.0 %; Carbono Orgánico Oxidable 2.60 %

**Fuente:** ORIOUS BIOTECH, 2016.

## 2.11 Costos de producción del cultivo de arroz

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (2015), establece costos de producción por hectárea del cultivo de arroz, considerando el riego y la propiedad de la tierra. Minagri (2016), menciona que, dentro del territorio ecuatoriano, la producción arrocería presenta grandes inconvenientes en cuanto a costos de producción y rentabilidad obtenida al final de cosecha por pequeños y medianos productores. Minagri (2016), establece los siguientes factores que afectan la renta económica dentro de la producción de arroz:

- Altos precios y uso excesivo de agroquímicos y fertilizantes convencionales.
- Escasa o insuficiente regulación de precios y control.

- Presencia de producto extranjero por fronteras.
- Intermediación.

**Tabla 7.** Costos de producción del cultivo de arroz.

<b>Rubro</b>	<b>Medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Mecanización</b>				
Romplow	hora	2	USD 30.00	USD 60.00
Fanguero	hora	2	USD 30.00	USD 60.00
<b>Control de malezas</b>				
Butaclor	1 l	2	USD 6.21	USD 12.42
Graminex	100 cc	2	USD 24.32	USD 48.64
Aplicación	jornal	4	USD 12.00	USD 48.00
Deshierbe	jornal	2	USD 12.00	USD 24.00
<b>Fertilización</b>				
DAP	saco 50 kg	2	USD 46.32	USD 92.64
Muriato de potasio	saco 50 kg	2	USD 36.84	USD 73.68
Urea	saco 50 kg	2	USD 22.00	USD 44.00
Sulfato de Amonio	saco 50 kg	2	USD 18.00	USD 36.00
Aplicación	jornal	3	USD 12.00	USD 36.00
<b>Control de insectos</b>				
Karate	100 cc	3	USD 4.84	USD 14.2
Maux	500 gr	12	USD 4.00	USD 48.00
Meltapax	100 gr	2	USD 4.89	USD 9.78
Aplicación	jornal	2	USD 12.00	USD 2.00
<b>Control de enfermedades</b>				
Amistar T	125 cc	9	USD 16.25	USD 146
<b>Riego</b>				
Manejo de riego	Ciclo	1	USD 50.00	USD 50.00
<b>Cosecha</b>				
Cosecha por maquinaria	Saca	70	USD 2.50	USD 175
<b>Costo total</b>				<b>USD 1.003</b>

**Fuente:** MAG, 2017.

### **3 MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Ubicación geográfica**

El trabajo experimental se llevó a cabo en el Recinto Guajamba, Cantón Santa Lucía en la provincia del Guayas, Ecuador.

##### **3.1.1 Características edafoclimáticas.**

El cantón Santa Lucía se asentó a 6 msnm., su temperatura promedio es de 25 °C y su precipitación promedio anual está entre 1 500 y 2 500 mm, en general, el terreno es plano. Cerca de la cabecera cantonal están las lomas de Santa Lucía, que son de poca altura (GAD, 2013).

#### **3.2 Materiales e insumos**

##### **3.2.1 Material genético.**

La variedad de arroz utilizada fue SFL-011.

##### **3.2.2 Materiales.**

- Estacas
- Bolígrafo
- Papel
- Cámara
- Balde
- Bomba de mochila
- Gramera digital
- Bandas medidoras de ph

##### **3.2.3 Insumos.**

- Bioestimulante orgánico “Aminochen” de la casa comercial “Chemie del Ecuador”.
- Aminoácido “Espigador” de la casa comercial “Biotech”.
- Ácido giberélico “Ryzup” de la casa comercial “Interoc”.

### 3.3 Enfoque, alcance y nivel de investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo y correlacional de carácter experimental. Se empleó el método deductivo científico.

### 3.4 Población de estudio

La población objeto de estudio se constituyó por las plantaciones de la variedad SFL-011 de arroz en el cantón Santa Lucía.

### 3.5 Diseño experimental

Se estableció un diseño completamente aleatorizado (DCA), considerando que las características topográficas y de fertilidad del terreno no demandaron la separación en bloques. El ensayo contó con seis tratamientos y cuatro repeticiones, en base a lo descrito por Domínguez y García (2002) quienes aplican la fórmula del cálculo de número de repeticiones. El dimensionamiento de las parcelas experimentales fue de 10 m de largo por 10 m de ancho según lo descrito por Perdomo (2016) quien recomienda parcelas no mayores a 100 m<sup>2</sup>, para una correcta recolección de muestras.

**Tabla 8.** Tratamientos del ensayo experimental

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis</b>
T1 :Bioestimulante	1 l por hectárea.
T2: Bioestimulante	2 l por hectárea.
T3 : Ácidos giberélico	10 g por hectárea.
T4 :Ácidos giberélico	15 g por hectárea.
T5 : Aminoácido	1 l por hectárea.
T6 :Agricultor	1 l por hectárea.

**Elaborado por:** El Autor.

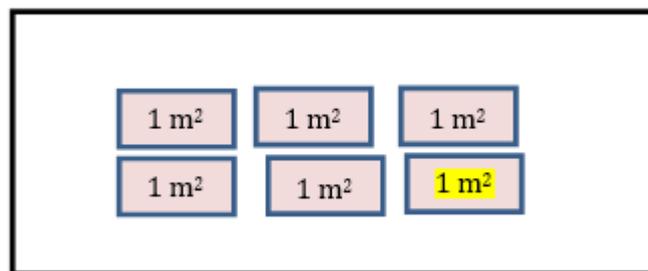
### 3.6 Factor de investigación

El factor investigado fue el efecto de foliares (ácido giberelico, bioestimulante y aminoácido) sobre el rendimiento del cultivo de arroz.

### 3.7 Selección de muestras

Para la selección de muestras se empleó la metodología de Dario et al. (2004), explicada en el Gráfico 5, dividiendo la parcela en espacios de un m<sup>2</sup> y escogiendo de forma aleatoria una división para extraer las plantas contenidas en el espacio. Este protocolo se siguió para la extracción de muestras de todas las variables, exceptuando la variable de rendimiento de kg / ha, donde se seleccionaron tres divisiones. No se seleccionaron muestras laterales para evitar el efecto de borde.

Las muestras seleccionadas para la evaluación de la variable rendimiento fueron llevadas a una piladora, donde se determinó su humedad y peso. Las divisiones fueron establecidas con marcos cuadrados usados en procedimientos de medición de densidad en el cultivo de arroz.



*Figura 5 Selección de Muestra*

### 3.8 Variables de estudio

Las variables de estudio a considerar se describen en la Tabla 8 de operacionalización:

**Tabla 9.** Operacionalización de variables.

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidad de medida</b>
Altura de planta	Independiente	M
Número de macollos por m <sup>2</sup>	Independiente	#
Número de panículas por m <sup>2</sup>	Independiente	#
Longitud de panícula	Independiente	M
Número de granos por panícula	Independiente	#
Peso de 1000 granos.	Independiente	G
Porcentaje de granos enteros	Independiente	%
Porcentaje de granos vanos	Independiente	%
Porcentaje de granos manchados	Independiente	%
Rendimiento por hectárea	Dependiente	kg / ha

**Elaborado por:** El Autor.

### **3.9 Análisis estadístico**

Para la comprobación de hipótesis se realizó el análisis de la varianza no paramétrica Kruskal Wallis, debido al incumplimiento de los supuestos teóricos de la varianza paramétrica. Para la diferenciación de tratamientos se realizó la prueba A posterior de Tukey.

### **3.10 Nivel de significación**

Se usó un nivel de significación del 5 % para la comprobación de hipótesis.

### **3.11 Manejo del experimento**

El diseño experimental se estableció en un cultivo de arroz previamente sembrado por el propietario del predio y se dio inicio del manejo experimental, cuando la plantación cumplió 55 días después del trasplante, momento en el cual se procedió a realizar las respectivas aplicaciones de los productos. El manejo de malezas de las parcelas del ensayo fue por medio del deshierbe manual y se usó un control químico convencional para plagas y enfermedades,

apoyados en los productos empleados por el propietario de la plantación. La medición de variables se realizó en la etapa de cosecha.

**Tabla 10.** Frecuencia de aplicación de los productos

<b>Producto</b>	<b>Frecuencia</b>
T1: Aminochen	1 l por hectárea a los 50, 65 y 80 días.
T2: Aminochen	2 l por hectárea los 50, 65 y 80 días.
T3: Ryzup	10 g por hectárea a los 55 días.
T4:Ryzup	15 g por hectárea a los 55 días.
T5:Espigador	1 litro por hectárea los 65 días.
T6:Agricultor	1 litro por hectárea los 55 y 60 días.

**Elaborado por:** El Autor.

### **3.12 Análisis económico**

Para la realización del análisis económico se usó la metodología de Chancay (2016), quien realiza el cálculo de la relación costo beneficio por tratamiento.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Altura de planta

En la Tabla 11, se presenta los estadísticos descriptivos pertenecientes a la variable alturas en donde el T3 es el que representa el mayor promedio.

**Tabla 11.** Estadísticos descriptivos de la variable altura de planta

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio final
T1	122.10	124.30	122.70	125.00	123.52
T2	124.00	122.40	123.50	122.80	123.18
T3	130.00	133.20	137.40	133.00	133.40
T4	133.18	132.00	132.00	131.70	132.22
T5	123.50	125.00	124.75	122.00	123.81
T6	120.00	122.70	119.00	121.20	120.73

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 12, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”.

**Tabla 12.** ANOVA de altura de planta

Tratamiento	N	Mediana	GL	P > 0.05
T1	4	123.50	5	0.0025*
T2	4	123.15		
T3	4	133.10		
T4	4	132.00		
T5	4	124.13		
T6	4	120.60		

\* Altamente significativo

**Elaborado por:** El Autor

El comportamiento de la variable altura muestra un nivel de significación que sugiere el rechazo de la hipótesis nula, siendo el tratamiento T5, el que mostró el mayor promedio en altura de planta, la prueba de comparación de medias destaca que los tratamientos T1, T6, T2 y T5 difieren del T4 y T3, esto se refleja en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Prueba de contraste de altura de planta

Tratamiento	Rango	Contraste
T6	3.38	A
T2	9.38	A
T1	10.25	A
T5	11	A
T4	19.75	B
T3	21.25	C

**Elaborado por:** El Autor

#### 4.2 Número de macollos por m<sup>2</sup>

En la Tabla 14, se presenta los estadísticos descriptivos pertenecientes a la variable números de macollos en donde T1 y T5 son los que representa los mayores promedios.

**Tabla 14.** Estadísticos descriptivos de la variable macollos por m<sup>2</sup>

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio final
T1	27	26	26	28	26.75
T2	28	24	24	25	25.25
T3	22	27	25	29	25.75
T4	29	24	25	28	26.50
T5	31	26	22	28	26.75
T6	23	19	22	23	21.75

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 15, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”. El p valor de la variable número de macollo por sitio en el análisis de varianza sugiere la aceptación de la hipótesis nula, siendo el tratamiento T5, T4 Y T1 los que muestren un mayor promedio, y el T6 el menor promedio. La aceptación de la hipótesis nula conllevó a no realizar la prueba A posterior, al no haber efecto significativo de los tratamientos.

**Tabla 15.** ANOVA de número de macollos por m<sup>2</sup>

Tratamiento	N	Medianas	GL	p > 0.05
T1	4	26.50	5	0.7329*
T2	4	24.50		
T3	4	26.00		
T4	4	26.50		
T5	4	27.00		
T6	4	22.50		

\* No significativo

**Elaborado por:** El Autor

### 4.3 Número de panículas por m<sup>2</sup>

En la Tabla 16, se presenta los estadísticos descriptivos pertenecientes a la variable números de panículas en donde T1 y T5 son los que representa los mayores promedios.

**Tabla 16.** Estadísticos descriptivos de la variable panícula

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio final
T1	27	26	26	28	26.75
T2	28	24	24	25	25.25
T3	22	27	25	29	25.75
T4	29	24	25	28	26.50
T5	31	26	22	28	26.75
T6	23	19	22	23	21.75

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 17, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”. La variable número de panículas obtuvo el mejor promedio en el T1 y T5, sin embargo, el análisis de varianza muestra la aceptación de hipótesis nula. Esto conllevó a no realizar la prueba A posterior, al no haber efecto significativo de los tratamientos.

**Tabla 18.** ANOVA de número de panículas

Tratamiento	N	Medianas	GL	P > 0.05
T1	4	26.50	5	0.1320*
T2	4	24.50		
T3	4	26.00		
T4	4	26.50		
T5	4	27.00		
T6	4	22.50		

\* No significativo

**Elaborado por:** El Autor

#### 4.4 Longitud de panícula

En la Tabla 19, se presenta los estadísticos descriptivos pertenecientes a la variable longitud de panículas en donde T1 es el que representa el mayor promedio.

**Tabla 19.** Estadísticos descriptivos de la variable longitud

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio final
T1	29.7	30.1	30	28.9	29.675
T2	28	24	24	25	25.25
T3	22	27	25	29	25.75
T4	29	24	25	28	26.50
T5	31	26	22	28	26.75
T6	23	19	22	23	21.75

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 20, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”. El crecimiento en longitud de panícula por sitio obtuvo la mayor media en el tratamiento T1, seguido del T4 y T5, el análisis estadístico corresponde al rechazo de la hipótesis nula y la prueba de Tukey indica que los tratamientos difieren estadísticamente entre sí, siendo el T1, el diferenciador de los demás tratamientos.

**Tabla 20.** ANOVA de longitud de panícula

Tratamiento	N	Medianas	GL	p > 0.05
T1	4	29.85	5	0.0279*
T2	4	24.50		
T3	4	26.00		
T4	4	26.50		
T5	4	27.00		
T6	4	22.50		

\* Altamente significativo

**Elaborado por:** El Autor

#### 4.5 Número de granos por panícula

En la Tabla 21, se presentan los estadísticos descriptivos perteneciente a la variable de granos de panículas en donde T1 es el que representa el mayor promedio.

**Tabla 21.** Estadísticos descriptivos de la variable granos por panícula

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio final
T1	166	173	169	172	170
T2	170	153	157	160	160.00
T3	140	142	138	139	139.75
T4	142	143	145	144	143.50
T5	140	138	145	144	141.75
T6	131	128	135	133	131.75

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 22, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”.

**Tabla 22.** ANOVA de granos por panícula

Tratamiento	N	Medianas	GL	p > 0.05
T1	4	170.50	5	0.0010*
T2	4	158.50		
T3	4	139.50		
T4	4	143.50		
T5	4	142.00		
T6	4	132.00		

\* Altamente significativo

**Elaborado por:** El Autor

El análisis estadístico de la variable porcentaje de granos por panícula sugiere el rechazo de la hipótesis nula, la prueba de Tukey indica que los tratamientos difieren estadísticamente entre sí, siendo el tratamiento T1, el que muestre un mayor promedio, y el T6 el menor promedio.

**Tabla 23.** Prueba de contraste de granos por panícula

Tratamiento	Rango	Contraste
T6	2.50	A
T2	7.88	A
T3	10.75	A
T4	12.88	B
T5	19	C
T1	22	D

**Elaborado por:** El Autor

#### 4.6 Porcentaje de granos llenos por panícula

En la Tabla 24, se presenta los estadísticos descriptivos perteneciente a la variable de porcentaje llenos de panículas en donde T1 es el que representa el mayor promedio.

**Tabla 24.** Estadísticos descriptivos de la variable granos llenos

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio final
T1	163	170	167	168	167
T2	165	150	155	157	156.75
T3	138	136	133	136	135.75
T4	140	140	141	135	139
T5	137	136	140	143	139
T6	127	126	131	130	128.5

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 25, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”.

**Tabla 25.** ANOVA de variable de granos llenos

Tratamiento	N	Medianas	GL	p > 0.05
T1	4	167.50	5	0.0016*
T2	4	156.00		
T3	4	136.00		
T4	4	140.00		
T5	4	138.50		
T6	4	127.00		

\* Altamente significativo

**Elaborado por:** El Autor

El análisis estadístico de la variable porcentaje de granos llenos por panícula sugiere el rechazo de la hipótesis nula, la prueba de Tukey indica que los tratamientos difieren estadísticamente entre sí, siendo el tratamiento T1, el que muestre un mayor promedio, y el T3 el menor promedio.

**Tabla 26.** Prueba de contraste de granos llenos

Tratamiento	Rango	Contraste
T6	2	A
T3	7	A
T5	10.75	A
T4	10.75	B
T2	17.75	C
T1	21.75	D

**Elaborado por:** El Autor

#### 4.7 Porcentaje de granos vanos por panícula

En la tabla 27, se presenta los estadísticos descriptivos perteneciente a la variable de números de panículas en donde T1 es el que representa el mayor promedio.

**Tabla 27.** Estadísticos descriptivos de porcentaje de granos vanos

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio final
T1	2.84	1.76	1.20	2.38	2.05
T2	2.03	2.00	1.29	1.91	1.81
T3	1.45	4.41	3.76	2.21	2.96
T4	1.43	2.14	2.84	6.67	3.27
T5	2.19	1.47	3.57	0.70	1.98
T6	3.15	1.59	3.05	2.31	2.52

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 28, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”.

**Tabla 28.** ANOVA de granos vanos por panícula

Tratamiento	N	Medianas	GL	p > 0.05
T1	4	2.07	5	0.5898*
T2	4	1.95		
T3	4	3.00		
T4	4	2.45		
T5	4	1.85		
T6	4	2.70		

\* No significativo

**Elaborado por:** El Autor

El análisis estadístico de la variable número de granos llenos por panícula sugiere la aceptación de la hipótesis nula, sí, siendo el tratamiento T2, el que muestre un menor promedio de granos vanos, y el T4 el menor promedio. La aceptación de la hipótesis nula llevo a la no realización de la prueba de contraste, ya que ningún tratamiento resulto significativo.

#### **4.8 Porcentaje de granos manchados por panícula**

En la Tabla 29, se presentan los estadísticos descriptivos perteneciente a la variable de granos manchados por panículas en donde T4 es el que representa el mayor promedio.

**Tabla 29.** Estadísticos descriptivos de la variable granos manchados por panícula

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio final
T1	3	2	2	3	2.50
T2	2	3	3	3	2.75
T3	4	4	3	3	3.50
T4	4	5	4	3	4.00
T5	4	2	4	3	3.25
T6	2	4	4	5	3.75

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 30, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”.

**Tabla 30.** Granos manchados por panícula

Tratamiento	N	Medianas	GL	p > 0.05
T1	4	2.50	5	0.1353*
T2	4	3.00		
T3	4	3.50		
T4	4	4.00		
T5	4	3.50		
T6	4	4.00		

\* No significativo

**Elaborado por:** El Autor

El análisis estadístico de la variable porcentaje de granos manchados por panícula sugiere la aceptación de la hipótesis nula. El tratamiento T6, el que muestre un mayor promedio, y el T1 y T4 el menor promedio. La aceptación de la hipótesis nula llevó a la no realización de la prueba de contraste.

#### 4.9 Porcentaje de humedad

En la Tabla 31, se presentan los estadísticos descriptivos de la variable porcentaje de humedad.

**Tabla 31.** Estadísticos descriptivos de la variable porcentaje de humedad.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1	19.92	19.83	20.01	19.92	19.92
T2	20.10	20.28	19.92	19.74	20.01
T3	20.36	20.26	19.92	19.92	20.12
T4	20.01	19.92	19.83	19.92	19.92
T5	20.19	20.26	20.01	20.10	20.14
T6	19.83	20.01	20.10	19.92	19.97

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 32, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”.

**Tabla 32.** ANOVA de porcentaje de humedad

Tratamiento	N	Medianas	GL	p > 0.05
T1	4	19.92	5	0.2573*
T2	4	20.01		
T3	4	20.09		
T4	4	19.92		
T5	4	20.15		
T6	4	19.97		

\* No significativo

**Elaborado por:** El Autor

El análisis estadístico de la variable porcentaje de humedad sugiere la aceptación de la hipótesis nula. El tratamiento T5, mostró un mayor promedio en contenido de humedad, y el T6, el menor promedio. La aceptación de la hipótesis nula llevó a la no realización de la prueba de contraste.

#### **4.10 Rendimiento de kg por hectárea**

En la Tabla 33, se presentan los estadísticos descriptivos de la variable rendimiento por hectárea

**Tabla 33.** Estadísticos descriptivos de la variable rendimientos

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1	2.40	2.35	2.05	1.90	2.18
T2	2.00	2.00	2.05	1.95	2.00
T3	1.95	1.90	2.10	1.70	1.91
T4	2.15	2.25	1.65	2.15	2.05
T5	2.10	2.30	1.60	1.75	1.94
T6	2.05	1.90	1.95	2.05	1.99

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 34, se presentan los resultados de la prueba ANOVA no paramétrica “Kruskal Wallis”.

**Tabla 34.** ANOVA de rendimiento de kg por hectárea

Tratamiento	N	Medias	GL	p > 0.05
T1	4	2.20	5	0.00058*
T2	4	2.01		
T3	4	1.93		
T4	4	2.09		
T5	4	1.94		
T6	4	1.99		

\* Altamente significativo

**Elaborado por:** El Autor

El variable rendimiento en kg / ha en el análisis de varianza sugiere el rechazo de la hipótesis nula, la prueba de Tukey indica que los tratamientos difieren estadísticamente entre sí, siendo el tratamiento T1 y T5 los que muestren un mayor promedio, y el T6 el menor promedio.

**Tabla 35.** Prueba de contraste de rendimiento

Tratamiento	Rango	Contraste
T6	10.40	A
T3	10	A
T5	11.30	A
T4	12.25	B
T2	17.75	C
T1	21.75	D

**Elaborado por:** El Autor

#### **4.11 Análisis económico**

El desglose económico de cada foliar aplicado por hectárea se puede observar en la Tabla 36 , por lo que el empleo de distintas dosis presentó diferencias en los costos generados en cada tratamiento, tal es el caso del T1 y T2, que utilizando el mismo producto en diferentes dosis generó una diferencia de USD 48,00; mientras que en el T3 y T4 , mostró una diferencia menor de USD 5.00 ; por otra parte la comparación del T1 con el T5, presenta una diferencia de USD 38.00 ; mientras que el T2 con el T5, USD 86 . Al mismo tiempo se aprecia la relación costo beneficio, siendo el T1, el cual obtiene un mayor porcentaje.

**Tabla 33.** Análisis económico

Tratamiento	Producto	kg/ha	Costo de producción/ha	Costo del producto/ha (USD)	Costo total (USD)	kg/ha	qq/ha	Precio venta (USD)	Utilidad bruta (USD)	Coste beneficio (USD)	Relación C.B (%)
T1	Bioestimulante "Aminochen"	76.67	1003.00	48.00	1 051.00	7666.67	84	29.00	2 445.91	1 394.91	2.33
T2	Bioestimulante "Aminochen"	66.67	1003.00	96.00	1 099.00	6666.67	73	29.00	2 126.88	1 027.88	1.94
T3	Ácido giberélico "Ryzup"	63.67	1003.00	10.00	1 013.00	6366.67	70	29.00	2 031.17	1 018.17	2.01
T4	Ácido giberélico "Ryzup"	68.33	1003.00	15.00	1 018.00	6833.33	75	29.00	2 180.05	1 162.05	2.14
T5	Aminoácido "Espigador"	64.67	1003.00	10.00	1 013.00	6466.67	71	29.00	2 063.07	1 050.07	2.04
T6	"Testigo "Biomax"	66.33	1003.00	20.00	1 023.00	6633.33	73	29.00	2 116.24	1 093. 24	2.07

**Elaborado por:** El Autor

## 5 DISCUSIÓN

Domínguez y García (2002), en sus resultados de investigación describen que la aplicación de ácido giberélico en el cultivo de arroz genera efectos significativos en el comportamiento agronómico, sin embargo, los resultados de la presente investigación difieren de lo mencionado, debido a que las medias obtenidas por el T3 y T4 en las diferentes variables no sobresalen con los mejores promedios en las dos dosis de aplicación.

En la variable altura de planta, se demuestra lo mencionado por Deambrosi et al., (2019), en cuanto a que el uso de fitohormonas como ácido giberélico en gramíneas, estimula el crecimiento en longitud de las plantas, lo cual se refleja en que el T3 (fitohormona) obtuvo el mayor promedio en altura.

Con respecto a al número de macollos y panículas por sitio no se observó diferencia significativa en la aplicación de fitohormonas, aminoácido y bioestimulante, sin embargo, Vélez (2015), asevera que el uso de bioestimulantes orgánicas aumenta el número de macollos fértiles en el arroz.

El T1 (bioestimulante), en cuanto a longitud de panícula mostró el mejor promedio, descartando lo aseverado por Dario et al. (2004), quienes consideran que el ácido giberélico produce mejor elongación de panículas que los bioestimulantes.

Echeverría et al. (2013), registraron mejoras en el porcentaje de granos enteros y rendimientos con el uso de aminoácidos, de forma contraria a los aseverado por ellos, el T1 (bioestimulante) obtuvo los mejores resultados en comparación con él T5 (aminoácido) y el T3 (ácido giberélico). Se demuestra también que el uso de bioestimulantes en una dosis de 1 l por hectárea genera mejores resultados que en dosis mayores, este comportamiento es aseverado por Vélez (2015), quien plantea que los bioestimulantes orgánicos tienen la capacidad de generar efectos significativos en pequeñas dosis.

Sabatines (2015), plantea en su tesis de grado, que no hubo diferencias significativas al comparar el efecto de diferentes estimulantes comerciales en el cultivo de arroz, sin embargo, los resultados de la presente investigación destacan que la aplicación de foliares como fitohormonas y bioestimulantes generan beneficios en diferentes formas, los bioestimulantes en llenado de granos y rendimiento y las fitohormonas en crecimiento y elongación.

El análisis económico del uso de los tres productos refleja que la relación costo beneficio obtenida por el T1, justifica los costos del producto con un mejor índice en rendimientos. Este resultado se contrapone a lo expresado por Sabatines (2015), quien menciona que, en la práctica de agricultura convencional en arroz, el añadir productos orgánicos, podría resultar económicamente no beneficioso.

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

Con base a los resultados del trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- La dosis de mejor efecto sobre el rendimiento del cultivo de arroz fue la de 1 l por hectárea del bioestimulante orgánico.
- El mejor comportamiento en variables de rendimiento del cultivo de arroz se obtuvo con la aplicación del T1 (bioestimulante orgánico)
- La relación costo beneficio del T1, asevera la justificación de la inversión en productos biológicos como bioestimulantes para la mejora de índices de rendimiento, concluyendo que, con dosis de 1 litro por hectárea, la utilidad económica es superior en comparación con una dosis de 2 litros por hectárea.

### **6.2 Recomendaciones**

Con base a los resultados del trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- Se recomienda no usar fitohormonas como ácido giberélico para incrementar el índice de producción del cultivo de arroz, de forma diferente, la aplicación de la fitohormona puede ser combinada con productos como bioestimulantes orgánicos.
- El uso de bioestimulantes orgánicos en dosis de 1 litro por hectárea, es una opción factible para la mejora de índices de rendimiento en arroz.
- El productor convencional de arroz debería considerar el uso de productos agroecológicos como los bioestimulantes, considerando la justificación de la inversión del insumo en la relación coste-beneficio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, M., Melgarejo, L y Romero, M. (2007). Fitohormonas. Departamento de biología. Universidad de Colombia. Bogotá. Recuperado de:<http://www.academia.edu/download/38934198/AUXINAS.pdf>

Alvarado, A. (2016). Evaluación de fungicidas en el manejo del complejo Manchado de grano en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de San Joaquín, cantón Montalvo. Recuperado de: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3182>

Alvarado, N (2018). Efecto de micorrizas sobre las características agronómicas y sanitarias en el cultivo de arroz *Oryza sativa* L. INIAP 14 (tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias agrarias. Guayaquil, Ecuador.  
Recuperado de: <http://reprodu.ec/handle/redug/29027>

Andrade, V. (1988). Taxonomía del cultivo de arroz. Recuperado de: <https://books.google.com.ec/books?id=YaWyxs1NuGUC&pg=PA166&lpg>

Ariza Flores, R., Barrios Ayala, A., Herrera García, M., Barbosa Moreno, F., Michel Aceves, A., Otero Sánchez, M. A y Alia Tejacal, I. (2015). Fitohormonas y bioestimulantes para la floración, producción y calidad de lima mexicana de invierno. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(7), 1653-1666.

Bedoya, D. (2011). Bioestimulante líquido Lombricol. Recuperado de: <http://www.lombricol.com/Recomendaciones%20y%20usos%20de%2>

- Carcaño-Montiel, G., Ferrera-Cerrato, R., Pérez-Moreno, J., Molina-Galán, J. D y Bashan, Y. (2006). Actividad nitrogenasa, producción de fitohormonas, sideróforos y antibiosis en cepas de *Azospirillum* y *Klebsiella* aisladas de maíz y teocintle. *Terra Latinoamericana*, 24(4), 493-502. Recuperado de: <https://www.re/pdf/573/57324407.pdf>
- Carchi, A. (2016). Evaluación de tres aminoácidos con tres diferentes dosis en el cultivo de arroz *Oriza sativa* L (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11599>
- Cardenas, A. (2018). Análisis de oferta y demanda del arroz en la provincia de El Oro y Ecuador en los últimos ocho años. Recuperado de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12215>
- Cerna, M., Aucapiña, C y López, P. (2016). Definición de protocolos para el uso de fitohormonas en el crecimiento de orquídeas a nivel in vitro. *Revista Congreso de Ciencia y Tecnología*, Vol. 11, 12-19. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Jhonny\\_Villafuerte/publication/310160554/\\_=34](https://www.researchgate.net/profile/Jhonny_Villafuerte/publication/310160554/_=34)
- Cerrato, R y Alarcón, A. (2001). La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 8(2). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/104/10402108.pdf>
- Chancay, J. (2016). Efecto de las enmiendas orgánicas-minerales para restablecer fertilidad de suelos arroceros en la zona de Santa Lucía, provincia del Guayas (tesis de grado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Disponible en línea: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7709>

CHEMIE DEL ECUADOR. (2016). Bioestimulante "Aminochechen". Recuperado de: <http://www.chemieecuador.com/>

Corporación Financiera Nacional (2018). Ficha sectorial arroz. Recuperado de: [https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial- Arroz.pdf](https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial-Arroz.pdf)

Cruz, A., Rivero, D., Echevarría, A., Infante, D y Martínez, B. (2015). *Trichoderma asperellum* en el manejo de hongos fitopatógenos en los cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y soya (*Glycine max* L.). *Revista de Protección Vegetal*, 30, 87-87. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=tlng=pt>

Cuenca, G., Cáceres, A., Oirdobro, G., Hasmy, Z y Urdaneta, C. (2007). Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. *Interciencia*, 32(1), 23-29. Recuperado de <http://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/download/380/pdf>

Dario, G., Neto, D., Martin, T ; Bonnacarrére, R., Manfron, P; Fagan, E y Crespo, P.(2004). Influencia del uso de un fitorregulador en el crecimiento de arroz irrigado. *Revista de FZVA*, 11(1). Recuperado de: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/2190/>

Deambrosi, E., Zorrilla, G., Lauz, M., Blanco, P., Terra, J., Deambrosi, E., ... & Terra, J. (2019). Rompiendo el Techo de Rendimiento del Cultivo de Arroz. *presencia*, 10, 3.

Domingo, C y Dominguis, V. (2017). Historia del arroz Bombón. *Agrícola Vergel*, (400),113116. Recuperado de: <http://redivia.gva.es/handle/20>.

- Domínguez, A. O., & García, O. (2002). Efecto del ácido Giberélico sobre el rendimiento de la variedad de arroz Araure 4. *Agronomía Tropical*, 52(4), 485-495.
- Echeverría, A. L., Carmona, M. A., & Gutiérrez, S. A. (2013). Transmisión de *Trichoconiella padwickii* a coleóptilos de arroz. *Tropical Plant Pathology*, 38(4), 346-348.
- Escobar, A. (2018). Evaluación de dos componentes orgánicos con urea en variedades de arroz *Oriza sativa* L (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias agrarias. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2>
- Esqueda, V. (2000). Control de malezas en arroz de temporal con clomazone, solo y en mezcla con propanil 2, 4-d. *Agronomía Mesoamericana*, 11(1), 51-56. Recuperado de: <https://www.redalyc.org>.
- Friedrich, T. (2017). Manejo sostenible de suelo con Agricultura de Conservación. Significado para el cultivo de arroz. *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(1), 3-7. Recuperado de: <https://rcta.unah.edu.cu/index.php>.
- Gad Municipal de Santa Lucía. (2013). Condiciones edafoclimáticas. Recuperado de: [http://www.gadsantalucia.gob.ec/Menu\\_Municipalidad](http://www.gadsantalucia.gob.ec/Menu_Municipalidad).
- García, R y José, M. (2017). Respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), a la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal bajo condiciones de riego, en Vinces-Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23377/3/MARIA%20PDF.pdf>

González, L., Núñez, D y Lima, S. (2005). Efectividad de diferentes niveles de materia orgánica y biofertilizantes (Azospirillum y Micorrizas) en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de organopónico. Centro Agrícola, 32 Recuperado de: [http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V32Numero\\_2/cag0320\\_51415.pdf](http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V32Numero_2/cag0320_51415.pdf)

Hernán, (1999). Requerimientos nutricionales en arroz. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/9963>

Hoyos, J, Román, C y Velasco, R. (2008). Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de fitohormonas en la micro propagación del plátano dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*). Revista científica, 6(2), 99-104. Recuperado de: <http://revilogia.unicauca.edu.stiewFile/88/72>

Iglesias, C y Batista, C. (2018). Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. Revista Científica Agroecosistemas, 6(1), 16-27. Recuperado de: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/160>

INTEROC. (2017). Ácido giberelico Ryzup. Recuperado de [https://www.emis.com/php/companyprofile/EC/Interoc\\_SA\\_es\\_339\\_8838.html](https://www.emis.com/php/companyprofile/EC/Interoc_SA_es_339_8838.html)

Martínez, F. (2018). Efecto de la aplicación de bioestimulantes foliares, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), sembrado en seco (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador. Recuperado de: [dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2117813](http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2117813)

- Minagri. (2016). Factores en los costos de producción del arroz. Recuperado de: <http://minagri.gob.pe/portal/26-sector-agrario/arroz/219-costos-de-produccion>
- Ministerio de agricultura y ganadería. (2015). Ficha informativa de estado de comercialización de productos agrícolas. Recuperado de: [agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/01/K.-Planes-y-Programas-en-ejecucion-Resultados-Operativos.pdf](http://agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/01/K.-Planes-y-Programas-en-ejecucion-Resultados-Operativos.pdf)
- Montes, D. (2017). Respuesta del cultivo de arroz *Oryza sativa* L. al estrés hídrico y su impacto en la productividad (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19640>
- Mora, P y Gabriela, J. (2018). Efecto de la aplicación de ocho dosis de fertilizante foliar sobre el rendimiento del cultivo de arroz *Oryza sativa* L (Tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/>
- Muriel, J., García, M y Twyman, J. (2016). Construcción de indicadores de empoderamiento de las mujeres. Un estudio sobre hogares productores de arroz en Ecuador. Recuperado de: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/80210>
- Navarrete, E, Arteaga, C, Gaibor, J, Vásquez, G, Vélez, M y Aragoné, D. (2017). Eficiencia agronómica del arroz INIAP-17 con niveles de fertilización química y biológica en el Litoral Ecuatoriano. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 2(6), 10-15. Recuperado de: <https://dialnet.unservlet/articulo?codigo=6118735>

Orellana, L. (2016). Efecto de tres láminas de inundación sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de arroz *Oryza sativa* L (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/13770>

ORIOUS BIOTECH. (2016). Aminoácido Espigador. Recuperado de: <https://www.oriusbiotech.com/>

Orrego, M., Marín, D., García, M., Yáñez, F., Mendoza, L., Twyman, J y Labarta, R. (2016). Estudio de adopción de variedades modernas y prácticas agronómicas mejoradas de Arroz en Ecuador. Reporte de Investigación. CIAT-INIAP. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Ricardo\\_Labaz-en-Ecuador.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Labaz-en-Ecuador.pdf)

Perdomo, L. (2016). Innovación preparación de sustrato o abono orgánico a base de cascarilla de arroz. Facultad de Educación, Universidad Sur colombiana, Neiva.

Pronaca. (2013). India: Semillas de arroz. Variedad SFL-11.

Quinto, M y Fanía, J. (2018). Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo (*Coffea arábica*) en etapa de vivero. Recuperado de: <http://repositorio.ue/redug/9585>

Ramírez, J. (2017). Los ácidos húmicos de vermicompost protegen a plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) contra un estrés hídrico posterior/the humic acids from vermicompost protect rice (*Oryza sativa* L.) plants against a posterior hidric stress. *Cultivos tropicales*, 38(2), 53-61. Recuperado de: <https://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE%7CA52>

- Rodrigues, L., Batista, M., Álvarez, F., Lima, S y Alves, Z. (2015). Evaluación fisiológica de variedades de arroz sometidas a diferentes dosis de bioestimulantes. *Nucleus*, 12(1), 207-214. Recuperado de: <http://nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1376>
- Rojas Contreras, A., Rodríguez Dorantes, A; Montes Villafán, S., Pérez Jiménez, S., Rodríguez Tovar, A y Guerrero Zúñiga, L. (2010). Evaluación de la promoción del crecimiento de *Cynodon dactylon* L. por rizobacterias productoras de fitohormonas aisladas de un suelo contaminado con hidrocarburos derivados del petróleo. *Polibotánica*, (29), 131-147. Recuperado de: <http://www.sciex/scielo.php?pid=S14en>
- Ruiz-Sánchez, M., Muños-Hernández, Y, Dell'Ámico-Rodríguez, J. M., Cabrera-Rodríguez, J, Aroca, R y Ruiz-Lozano, J. (2017). Respuesta de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.) a la suspensión de la lámina de agua en su desarrollo. Parte I. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 61-69. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid8](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid8)
- Sabatines, J. (2015). Enmiendas y sustratos en arroz. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5381449>
- Serrano, J., Fábrega, J., Quirós, E., Sánchez-Galán, J y Jiménez, J. U. (2018). Análisis prospectivo de la detección hiperespectral de cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.). *KnE Engineering*, 69-79.
- Silva, R; Valqui, N y Rascón, J. (2017). Utilización de fitohormonas para la inducción floral del cultivo de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) en el distrito de Santa Rosa, Rodríguez de Mendoza, región Amazonas (Perú). *Revista de Investigación en Agro producción Sustentable*, 1(1), 55-62. Recuperado de: <http://revistas.untrDESDOS/article/view/351>

- Sorribas, M., Romero, M., Bernes, R y Larelle, D. (2006). Penoxsulam, el nuevo herbicida para el cultivo del arroz. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (182), 106-109. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2117813>
- Tenecota, S. (2015). Estudio sobre la aplicación de fosfito de potasio y cinco dosis de aminoácido en el cultivo de arroz *Oryza sativa* L (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8232>
- Torres, S y Ortiz, A. (2017). Mecanismos de resistencia de paja rugosa (*Ischaemum rugosum* Salisb.) al herbicida bispiribac-sodio en el cultivo de arroz. *Bioagro*, 29(2), 95-104. Recuperado de: [net/rev/delos/29/fertilizacion-arroz.zip](http://net/rev/delos/29/fertilizacion-arroz.zip)
- Uribe, M., Delaveau, C., Garcés, M y Escobar, R. (2008). Efecto de asepsia y fitohormonas en el establecimiento in vitro de *Berberidopsis corallina*, a partir de segmentos nodales. *Bosque Valdivia*, 29(1), 58-64. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pidtext>
- Vallejo, M., Bonilla, C y Castilla, A. (2008). Evaluación de la asociación bacterias fijadoras de nitrógeno-líneas interespecíficas de arroz-nitrógeno, en Typic haplustalf. Ibagué, Colombia. *Acta Agronómica*, 57(1), 43-49. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1699/>.
- Vargas, R y Guillmar, D. (2016). Evaluación de seis dosis de fertilizante status en el cultivo de soya *Glycine max* L. variedad INIAP 307 (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ue/redug/9585>

- Vélez, E. (2015). Efecto de diferentes bioestimulantes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) (tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8491>
- Villegas, F. (2016). Efecto de varias dosis de Bioestimulante en la variedad de arroz (*Oryza sativa* L.) INIAP 14 en la zona de Samborondón provincia del Guayas. Recuperado de: <http://192.188.52.94:808017/6940>
- Viteri, G y Zambrano, C (2016). Comercialización de arroz en Ecuador: Análisis de la evolución de precios en el eslabón productor- consumidor. *Revista Ciencia y Tecnología*, 9(2), 11-17.
- Wad, L. (2017). Reducción de la fertilización edáfica con aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de arroz. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/delos/29/fertilizacion- arroz.zip>
- Zerpa, J., Rincón, M y Colina, J. (2017). Efecto del uso de quitosanos en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). *RIAA*, 8(2), 151-165. Recuperado de: <https://dial?codigo=6535143>

# **ANEXOS**

**Anexo 1.** Establecimiento de tratamientos y repeticiones en el terreno.



**Fuente:** El Autor

**Anexo 2.** Toma de datos



**Fuente:** El Autor

### Anexo 3. Aplicación de insecticidas y funguicidas



Fuente: El Autor

### Anexo 4. Aplicación del ácido giberelico



Fuente: El Autor

### **Anexo 5. Aplicación del Bioestimulante**



**Fuente:** El Autor

### **Anexo 6. Aplicación del Aminoácido**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 7. Toma de muestra para la toma de datos**



**Fuente:** El Auto

**Anexo 8. Arroz previo a la toma de muestra**



**Fuente:** El Autor



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo; **Morán Lozano, Anthony Bolívar**, con C.C: 0941897589 autor del trabajo de titulación: **Evaluación del efecto de una fitohormona (ácido giberélico), un aminoácido y un bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **5 de marzo del 2020**

---

Nombre: **Morán Lozano, Anthony Bolívar**

C.C: **094189758**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación del efecto de una fitohormona (ácido giberélico), un aminoácido y un bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arroz ( <i>Oryza sativa</i> L.) en el cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas		
AUTOR(ES)	Anthony Bolívar Morán Lozano		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Donoso Bruque, Manuel Enrique M. Sc		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agropecuaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	5 de marzo del 2020	No. DE PÁGINAS:	70
ÁREAS TEMÁTICAS:	Agricultura, agroecología, nutrición vegetal		
PALABRA CLAVES/ KEYWORDS:	aminoácido, bioestimulante, fitohormonas, arroz, rendimiento.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>El cultivo de arroz, representa un rubro productivo significativo en la economía agropecuaria del Ecuador. El ensayo de campo de la investigación se desarrolló en el recinto Guajamba del cantón Santa Lucía. El enfoque investigativo es de carácter cuantitativo con un alcance descriptivo y correlacional. Para el diseño experimental se estableció un número de seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables de estudio independientes son: altura de planta, número de macollos por m<sup>2</sup>, número de panículas por m<sup>2</sup>, número de granos por panícula, longitud y peso de panículas, porcentaje de granos vanos y manchados, peso de 1 000 granos y rendimiento por hectárea/parcela en kg como variable dependiente. Para el análisis estadístico se usó el test ANOVA no paramétrico con un nivel de significación del 5 %, posterior al análisis se realizó una prueba de contraste de medias para establecer las diferencias entre los diferentes tratamientos. Los mejores índices en rendimientos se obtuvieron con el T1 (bioestimulante), en dosis de 1 litro por hectárea, la relación costos beneficio justifica el uso del producto, por lo que se concluye factible el empleo de productos agroecológicos en el cultivo de arroz, mejorando la utilidad económica del productor por índices de rendimiento más elevados.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593995658004	E-mail: Antonio10ml@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Noelia Caicedo Coello		
	Teléfono: +593-9-87361675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			