



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

**Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el
comportamiento agronómico de la variedad de arroz
(*Oryza sativa*) SFL-011.**

AUTOR:

Grijalva Arreaga, Christian Javier

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO AGROPECUARIO

TUTOR

Ing. Peñalver Romeo, Alberto, Ph. D.

Guayaquil, Ecuador

13 de febrero del 2023



**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 **Grijalva Arreaga, Christian Javier**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero agropecuario**.

TUTOR

Ing. Peñalver Romeo, Alberto, Ph. D.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc.

Guayaquil, a los 13 días del mes de febrero del 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Grijalva Arreaga, Christian Javier**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el comportamiento agronómico de la variedad de arroz (*Oryza sativa*) SFL-011**, 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, a los 13 días del mes de febrero del 2023

EL AUTOR

Grijalva Arreaga, Christian Javier



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Grijalva Arreaga, Christian Javier**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **Trabajo de Titulación Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el comportamiento agronómico de la variedad de arroz (*Oryza sativa*)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 13 días del mes de febrero del 2023

EL AUTOR

Grijalva Arreaga, Christian Javier



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICADO URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación, **Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el comportamiento agronómico de la variedad de arroz (*Oryza sativa*) SFL-011**, presentado por el estudiante **Grijalva Arreaga, Christian Javier**, 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	Grijalva Arreaga, Christian Javier.pdf (D158187247)
Presentado	2023-02-08 14:46 (-05:00)
Presentado por	christian.grijalva@cu.ucsg.edu.ec
Recibido	noelia.caicedo.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	Grijalva Arreaga, Ingeniería Agropecuaria Mostrar el mensaje completo 0% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2023

Certifican,

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

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la fuerza y constancia para culminar esta meta en mi vida.

A mi tía, la Lcda. Mayiya Grijalva, una profesional excepcional quien colaboró en este trabajo de titulación. Al Ing. Alberto Peñalver, por su valioso apoyo y guía para la elaboración del trabajo.

.

Grijalva Arreaga, Christian Javier

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación que lleva detrás toda una carrera de esfuerzo, constancia y un significado muy valioso para mí a todas las personas que han estado conmigo.

Se lo dedico a la memoria de mis abuelos Lorgia Rodríguez y Francisco Grijalva, que su recuerdo y esfuerzos están siempre en mi mente y corazón, su ejemplo de vida siempre serán mi guía para seguir adelante y demostrar que con esfuerzo todo se puede cumplir.

A la memoria de mi bisabuela Isabel León, por su cariño y dedicación.

A la memoria de mi papá, Javier Grijalva, por su ejemplo de superación y esfuerzo.

Lo dedico a mi mamá, Magaly Rodríguez quien siempre ha creído en mí y me ha enseñado los valores y principios que hoy conservo con su ejemplo.

A mi tía, Mayiya Grijalva por ser mi inspiración y mi guía constante. Todo lo que soy hoy es por ellos, espero algún día retribuirles todo su esfuerzo.

A Joyce Canchingre, por ser mi compañera, mi soporte, mi calma y mis ganas de querer ser mejor cada día. A mis amigos de la vida que han crecido conmigo acompañándome en cada etapa, a mis amigos de la universidad, compañeros de clases y ahora colegas, que el éxito abunde para todos.

A mis perros, mis fieles compañeros de desvelos y mi razón de querer crecer. Con mucho amor y cariño, dedico esta meta a todos ustedes.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Peñalver Romeo, Alberto, Ph. D.

TUTOR

Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc.
DIRECTORA DE CARRERAS

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.
COORDINADORA DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

CALIFICACIÓN

10

DIEZ

Ing. Peñalver Romeo, Alberto, Ph. D.

TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Objetivos.....	3
1.1.1	Objetivo general.....	3
1.1.2	Objetivos específicos.....	3
1.2	Hipótesis.....	4
2	MARCO TEÓRICO	5
2.1	Generalidades del cultivo de arroz.....	5
2.2	Descripción morfológica del cultivo de arroz.....	5
2.3	Principales variedades de arroz sembradas en Ecuador.....	6
2.4	Variedad de arroz SFL 011	8
2.5	Fases fenológicas del cultivo de arroz.....	8
2.6	Requerimientos climáticos del cultivo de arroz.....	10
2.7	Requerimientos nutricionales del cultivo de arroz.....	11
2.8	Bioestimulante	12
2.8.1	Tipos de bioestimulantes.....	13
2.9	Bioestimulantes en el cultivo de arroz.....	15
2.10	Fitohormonas en el cultivo de arroz.....	16
2.10.1	Bioestimulante ACTIVA.....	16
2.10.2	NUTREX – P.	16
2.10.3	CYTOKIN.	16
2.11	Establecimiento del cultivo de arroz.....	17
2.11.1	Preparación del terreno para establecer una plantación de arroz. 17	
2.11.2	Pre-germinación de las semillas.....	17
2.11.3	Sistema de Siembra	17
2.11.4	Control de malezas	18
2.11.5	Trasplante	18
2.11.6	Riego.....	19
2.12	Métodos de riego	19
2.12.1	Riego por inundación continua.....	19
2.12.2	Riego por inundación intermitente.....	19
2.12.3	Ventajas del riego por inundación	20
2.13	Protección fitosanitaria (plagas y enfermedades)	20

2.13.1	Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	20
2.13.2	Barrenador del tallo (<i>Diatraea sacharali</i>).....	21
2.13.3	Gorgojo del arroz (<i>Sitophilus oryzae</i>).....	21
2.13.4	Caracol manzana (<i>Pomacea canaliculata</i>).....	21
2.14	Enfermedades	22
2.14.1	Falso carbón (<i>Ustilaginoidea virens</i>).....	22
2.14.2	Manchado del grano (<i>Sarocladium oryzae</i>).....	22
2.14.3	Quemazón del arroz (<i>Pyricularia grisea</i>).....	22
2.15	Cosecha.....	22
2.16	Suelos para el cultivo de arroz.....	24
2.16.1	Textura del suelo.....	24
2.16.2	Estructura del suelo.....	25
3	MARCO METODOLÓGICO	27
3.1	Área de estudio.....	27
3.2	Suelo.....	28
3.3	Diseño de la investigación	28
3.4	Diseño experimental	29
3.4.1	3.4.1. Diseño: DCA.....	29
3.5	VARIABLES A EVALUADAS.....	31
3.5.1	Medición de las muestras.....	32
3.5.2	Altura de planta	32
3.5.3	Longitud de la raíz (cm).....	32
3.5.4	Número de macollo (u).....	32
3.5.5	Peso verde y seco de la planta de arroz (g).....	32
3.6	Análisis estadístico	32
3.7	Materiales	33
3.7.1	Materiales De Campo.....	33
3.7.2	Material Vegetal.	33
3.7.3	Productos a Aplicar.	33
3.8	Establecimiento y manejo del ensayo.....	33
3.9	Producción de plantas	34
3.10	Preparación del terreno	34
3.11	Trasplante.....	34
3.12	Riego	34
3.13	Control de malezas.....	34

3.13.1	Control fitosanitario	35
3.14	Fertilizaciones edáficas.....	35
3.15	Puesta de plástico de cobertura	35
4	RESULTADOS.....	36
4.1.	Resultado Estadístico	36
5	DISCUSION	39
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
6.1	Conclusiones	40
6.2	Recomendaciones	41
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
	ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango de nutrientes foliares	11
Tabla 2. Características de la zona	28
Tabla 3. Tratamientos.....	29
Tabla 4. Aleatorización de los tratamientos	30
Tabla 5. Asignación aleatoria de los tratamientos a las unidades experimentales.....	30
Tabla 6. Descripción de variables.....	31
Tabla 7. Contiene los estadísticos descriptivos de las variables repuesta a los tratamientos experimentales aplicados.....	37
Tabla 8. Estadísticos descriptivo y de significancia de la prueba de comparación de medias y tratamientos experimentales.	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Hoz para cortar arroz.....	23
Gráfico 2. Cosechadora de arroz.....	24
Gráfico 3. Ubicación del área de trabajo.....	27

RESUMEN

El ensayo de campo de la investigación se desarrolló en el recinto La Delicia del cantón Salitre, se utilizaron los productos Activa, Nutrex P, Citokyn. El enfoque investigativo es de carácter cuantitativo con un alcance descriptivo y correlacional. Para el diseño experimental se estableció un número de cuatro tratamientos y ocho repeticiones. Las variables de estudio independientes son: altura de planta, número de macollos por m², longitud de raíz por m², peso seco de planta, y peso verde de la planta. Se aplicó el ANOVA paramétrico a los datos experimentales de las cuatro variables del estudio: altura de planta, número de macollos por planta, longitud de raíz y pesos verdes y secos, encontrando diferencias significativas en todas las variables analizadas ($p < 0.05$); para la variable peso seco se cumplió el supuesto de normalidad de distribución de residuos pero no el de igualdad de varianzas por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en todos los casos, cuyos resultados no modificaron los obtenidos mediante la prueba paramétrica de análisis de varianza. Los mejores índices en rendimientos se obtuvieron con el T2 (Activa), en dosis de 2 litro por hectárea.

Palabras Claves: Fitohormona, bioestimulante, arroz, fenología, manejo, fase vegetativa.

ABSTRACT

The field trial of the investigation was demonstrated in the La Delicia enclosure of the Salitre canton, the Activa, Nutrex P, and Citokyn products were used. The investigative approach is of a quantitative nature with a descriptive and correlational scope. For the experimental design, a number of four treatments and eight repetitions is established. The independent study variables are: plant height, number of tillers per m², root length per m², dry weight of the plant, and green weight of the plant. Parametric ANOVA was applied to the experimental data of the four study variables: plant height, number of tillers per plant, root length, and green and dry weights, finding significant differences in all the variables analyzed ($p < 0.05$); For the dry weight variable, the assumption of normality of residue distribution was met but not that of equality of variances, so the non-parametric Kruskal Wallis test was applied in all cases, obtaining results that did not modify those obtained by the parametric test of variance analysis. The best yield indices were obtained with T2 (Activa), in doses of 2 liters per hectare.

Keywords: Phytohormone, biostimulant, rice, phenology, management, vegetative phase.

1 INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los cereales más importante en la alimentación mundial, superando al consumo de otros cereales. La razón principal para que el arroz sea el sustento de la mayoría de la población mundial es su facilidad de cultivo. Es una planta muy versátil, que se adecúa a muchos tipos de suelos y climas, además no requiere de cuidados especiales y cada hectárea de plantación es muy productiva (Ruilova et al., 2022).

El arroz es originario de la China, se lo cultiva en todo el mundo, además es el segundo más cultivado a nivel mundial después del trigo y constituye la base alimenticia de más de 3.5 billones de personas. Su producción mundial de 514.9 t, es superada, solo, por el trigo con 757.4 t (La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2022).

Según datos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos en el año 2017 las provincias con mayor producción fueron guayas con 70.11% y los Ríos con el 24.14% de una superficie sembrada de 370.406 hectáreas (Instituto nacional de estadística y censo, 2017).

La producción del cultivo de arroz ha aumentado un 61.2 % en comparación a la productividad del año 2008 que fue de 3.12 t/ha y en el año 2017 la misma que fue de 5.03 t/ha (Ministerio de agricultura y ganadería, 2018).

Con el avance de la ciencia hubo la necesidad de buscar mecanismos que permitan obtener un mejoramiento del crecimiento vegetal, teniendo como base el empleo de las fitohormonas la misma que permitió la inducción de maduración de frutos, controlar de manera específica procesos como la producción de metabolitos secundarios, el tiempo de crecimiento, la

disminución de la concentración de agentes patógenos, controlar de manera específica procesos como la producción de metabolitos secundarios que normalmente son fases difíciles de regular en un medio de cultivo convencional (Alcantara et al., 2019).

Para lograr un alto rendimiento del cultivo de arroz, sea por el sistema de secano o bajo riego, los programas de fertilización, al suelo, son las estrategias más usadas para mejorar los índices de rendimientos en el cultivo de arroz, sin considerar las opciones que la agricultura orgánica ofrece desde algunos años para ofrecer un producto sano a los consumidores de esta gramínea y disminuir el impacto de los elementos químicos en el suelo.

El uso de productos complementarios como bioestimulante, es una alternativa agroecológica de cultivo, aunque es una opción poco considerada por parte de los pequeños y medianos productores, los que desconocen las ventajas y beneficios que ofrece el uso de este producto, como estrategia complementaria de nutrición que favorece los procesos fisiológicos en la planta, mejorando la absorción de los nutrientes del suelo por la planta.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

- Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulante foliares en el crecimiento de la altura de la planta, la longitud de raíz, conteo de macollo, peso verde y seco de arroz variedad SFL011.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar el efecto de los tratamientos experimentales en altura de planta, longitud de raíz, conteo de macollo, peso verde y seco de arroz variedad SFL011.

- Comparar los efectos de los tratamientos experimentales en altura de planta, longitud de raíz conteo de macollo, peso verde y seco de arroz variedad SFL011.
- Analizar los efectos de los tratamientos experimentales en altura de planta, longitud de raíz, y conteo de macollo, peso verde y seco de arroz variedad SFL011.

1.2 Hipótesis

H0: La aplicación de bioestimulante foliares no tiene efecto en el crecimiento de la altura de la planta, la longitud de raíz, conteo de macollo, peso verde y seco de arroz variedad SFL011.

H1: La aplicación de bioestimulante foliares tiene efecto en el crecimiento de la altura de la planta, la longitud de raíz, conteo de macollo, peso verde y seco de arroz variedad SFL011.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del cultivo de arroz

Se puede evidenciar que la planta de arroz que pertenece a la familia de las *Poaceae*, género *Oryza*, con dos especies: *Oryza sativa* y *Oryza glaberrima*, produce el cereal, del mismo nombre, que es base de la alimentación de gran parte de la población mundial. Análisis arqueológicos y genéticos indican que el arroz se domesticó para su cultivo hace 14.000 a los 10.000 años en China y tardó alrededor de 10 000-8 000 años en llegar a India y otros 2 000 años en expandirse por Japón, Oriente Medio, Egipto, Grecia y Roma. Los árabes introducen el cereal en la Península Ibérica hace 1.300 años, y quinientos años después se consumía en el norte de Europa, llega a América hace 300 años para alimentación de los esclavos africanos (Angulo, 2019).

El arroz es una fuente de energía, ya que su mayor componente son carbohidratos 81.2%. Posee un bajo contenido de grasa, es fácilmente digerible e hipoalergénico, por lo que es el primer cereal recomendado por pediatras cuando se introducen cereales como alimentación complementaria (Guerra, 1991). El arroz es uno de los principales productos que forma parte de la dieta de muchas personas a nivel mundial, y apetecido en la gastronomía de varios países. Además debido a sus propiedades nutricionales forma parte de la seguridad alimentaria de varias regiones como África, América y Asia (Navarrete, 2017).

2.2 Descripción morfológica del cultivo de arroz

Cruz et al., (2015) manifiestan que la planta de arroz posee una raíz de tipo fasciculada de consistencia delgada. El tallo de una planta de arroz, en sus inicios, es una estructura muy corta, en esta corta estructura están bien diferenciados los nudos, en secuencia alterna con los entrenudos que más tarde se alargan. A partir de los nudos basales del tallo principal o central, se

desarrollan hijos primarios, secundarios y terciarios hasta formar densos brotes secundarios o macollos y llega a alcanzar una altura de hasta 120 cm.

Sus hojas son de forma envainada, con un limbo agudo, plano y lineal y las mismas se colocan en secuencia alternadas a lo largo del tallo. La cantidad total en una planta adulta es una característica varietal. En el máximo desarrollo del estado de plántula el arroz muestra seis hojas, de las cuales tres se encuentran completamente formadas, dos en proceso de crecimiento y una muerta. La planta muestra una renovación sucesiva de hojas (Cruz et al., 2015).

Las flores se encuentran agrupadas en una inflorescencia denominada panícula (comúnmente, mal llamada espiga) que emerge del último nudo del tallo, llamado nudo ciliar. La panícula consta de un eje principal, cuya parte superior corresponde al raquis y la inferior al pedúnculo o cuello, el cual se encuentra más o menos cubierto por la hoja bandera. La semilla presenta una cáscara color crema que envuelve la parte comestible o endosperma, el cual es de color blanco y se encuentra rodeado de una cubierta muy delgada o pericarpio, también de color crema o marrón claro. La fuerte adhesión del pericarpio con el endosperma permite ubicar el fruto o grano de arroz en una carióspside. Bien adosado al endosperma, en su parte ventral, se encuentra el embrión, donde se identifican la plúmula (hojas embrionarias), la radícula (raíz embrionaria) y el mesocotilo (precursor del tallo), el cual es muy corto y une las dos partes antes mencionada (Cruz et al., 2015)

2.3 Principales variedades de arroz sembradas en Ecuador

En nuestro país entre las variedades más sembradas se encuentran, INIAP 11,14 y 15 las mismas que fueron establecidas por el INIAP, además también están siendo sembradas SFL 09 y SFL011 las mismas que fue introducidas por (PRONACA), Además se encuentran en el mercado las variedades Yuma, Conquistador y San Juan de la empresa INTEROC S.A, proveniente de Colombia.

En Ecuador existen variedades de arroz como INIAP-17, cuyo rendimiento puede superar los 4.000 kg ha⁻¹ en cascara (seco) en condiciones experimentales óptimas de manejo. Sin embargo, este rendimiento aún es bajo si se le compara con el obtenido en países como Brasil bajo condiciones experimentales similares, donde se obtienen una cantidad de 7.000 kg ha⁻¹ (Zambrano et al., 2019).

Painii et al., (2018) la UTB presento a los arroceros de la zona nuevas variedades entre las que se pueden mencionar Vinces UG- con un rendimiento por/ha de 62 Kg y además la variedad Vinces UG-03.

INIAP, (2014) Los primeros cultivos establecidos de arroz fueron con variedades que se trajeron del hermano país de Colombia Orizica 1. el Instituto de investigación INIAP desde el año 1971 hasta la actualidad a entregado 13 variedades las mismas que son de orígenes diferentes, entre las que se encuentran INIAP 7, INIAP 415, INIAP 10, INIAP 11, INIAP 12 de origen CIAT – Colombia (entregadas en 1976, 1979, 1986, 1989, 1994 respectivamente), NIAP 2, INIAP 6 de origen IRRI-Filipinas (entregadas en 1971), INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18 de origen INIAP-Ecuador (entregadas en 2006, 2007, 2010 respectivamente), INIAP 14 de origen IRRI-Filipinas (entregada en 1999).

Las variedades INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18, son precoces que permiten sembrar bajo condiciones de riego en siembra directa, tres ciclos al año. La obtención de estas variedades ha contribuido para que desde el año 1990 el país sea autosuficiente en arroz y exporte los excedentes principalmente a Colombia y se estima que en el 2008 el 90 % de la superficie arrocera se sembró con variedades INIAP Según (Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, 2014).

2.4 Variedad de arroz SFL 011

Esta variedad se siembra principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y El Oro, se adapta a los climas cálidos y suelos con buen drenaje, y es de vital importancia debido a su alta producción.

Agripac, (2021) las características de la variedad son:

- 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 1 000 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

2.5 Fases fenológicas del cultivo de arroz

Serrano et al, (2018) manifiesta que en el cultivo de arroz comprenden tres fases fenológicas, la vegetativa, la reproductiva y maduración, la fase vegetativa comprende la siembra y el crecimiento de las raíces y las hojas dura de 50 a 60 días en las variedades de período intermedio, la fase reproductiva comprende desde el crecimiento de la panícula hasta la floración

dura entre 30 y 40 días; y, por último, la fase de maduración que va desde la floración hasta la maduración del fruto dura de 30 a 40 días.

La fase vegetativa se caracteriza por un activo macollamiento (etapa fisiológica o de desarrollo de un cultivo; en la que se obtienen de una misma cepa o planta varios tallos), un gradual incremento de la altura de las plantas, y la emergencia de las hojas a intervalos regulares. Los macollos que no desarrollaron una panoja (Conjunto de espigas, simples o compuestas, que nacen de un eje o pedúnculo común) se llaman macollos infértiles (Serrano et al, 2018).

La meiosis puede estimarse que ocurre cuando la lígula de la hoja bandera y la de la hoja inmediatamente inferior están en el mismo nivel o posición (Win et al, 2020).

La planta de arroz es de autopolinización, con un porcentaje de polinización cruzada menor al 1 %; es decir, el polen contenido en la antera de una flor poliniza y fecunda la misma flor (Win et al, 2020).

Este proceso dura aproximadamente 15 minutos y ocurre al mediodía en el verano. La fecundación ocurre varias horas después de la polinización. Las células del cigoto se dividen, sin diferenciación morfológica aparente, para formar el embrión globular después de 3 días de la polinización. Al cuarto día ocurre la formación del meristemo del tallo apical, primordio del coleóptilo y de la radícula. Al quinto día se puede reconocer el primordio de la primera hoja, para terminar con el proceso de formación del embrión con tres primordios de hojas formadas. Posteriormente el embrión entra en el proceso de maduración y dormancia (Itoh et al., 2005).

La antesis ocurre en general un día después de la emergencia de la panoja. Agronómicamente, se define a la emergencia cuando el 50 % de las

panojas han emergido al exterior de la vaina. El periodo de maduración de los granos varía entre 15-40 días dependiendo de la temperatura. Se inicia luego que el ovario ha sido fertilizado y el grano de arroz comienza a crecer. En este periodo el grano incrementa de tamaño y peso, y el almidón y azúcares se translocan desde las vainas, hoja bandera, y vástagos donde fueron acumulados en la fase vegetativa (Olmos, 2017).

2.6 Requerimientos climáticos del cultivo de arroz

Buelvas (2021) expresa que existen diferentes factores del clima que tienen efecto sobre la planta de arroz, favoreciendo o perjudicando su crecimiento y la productividad del cultivo. La luminosidad, la precipitación, la humedad relativa y los vientos son los principales elementos del clima que tienen incidencia sobre el cultivo.

Para el cultivo del arroz, la temperatura es un factor climático de gran influencia. Las temperaturas del día y de la noche regulan diferentes procesos en la planta como crecimiento, desarrollo y productividad. Durante el día, las temperaturas influyen en la tasa de fotosíntesis y dependen de las variedades; siendo temperaturas entre 20 a 30 °C los rangos óptimos Buelvas (2021).

Poveda & Andrade (2018) la cantidad de agua y de humedad en el suelo es de vital importancia para mantener un equilibrio en el manejo de malezas, de nutrientes, enfermedades y pestes.

Poveda y Andrade (2018) mencionan que la radiación solar: es la fuente de energía para el proceso fotosintético y la evapotranspiración y es esencial para obtener buenas ganancias. Las etapas reproductivas y de maduración son sensitivas a baja intensidad de la luz. Por tal razón la época de siembra debe ser seleccionada de modo que el cultivo reciba altos niveles de radiación solar en estas etapas con el fin de maximizar el rendimiento. Durante el ciclo del cultivo de arroz la radiación solar deben ser por lo menos 1000 horas.

2.7 Requerimientos nutricionales del cultivo de arroz

Los requerimientos nutricionales en arroz presentan variantes y diferencias notables en las diferentes zonas productoras.

Tabla 1 Rango de nutrientes foliares

Nutrientes	Adecuado
% 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: FAO, 2021

Elaborado por: El Autor

Marin et al, (2021) expresa que la fertilización es una actividad importante en el cultivo del arroz, siendo esta actividad uno de los factores determinantes en el rendimiento. El uso de fertilizantes compuestos a base de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) y complementados con micronutrientes, incrementa de manera notable los componentes y el rendimiento del cultivo de arroz.

Barahona et al., (2018), informa que el nitrógeno es un regulador del crecimiento que promueve la reproducción celular y, por ende, el macollamiento de la planta. De igual manera existe una correlación positiva entre el número de granos por unidad de área y el porcentaje de N absorbido por la planta momentos antes de la floración, a diferencia de lo que ocurre con el N, los iones fosfato no se reducen químicamente dentro de la planta, donde

la mayor parte del fosfato absorbido se incorpora a moléculas orgánicas (como los ésteres), y estos compuestos se acumulan en las raíces y en las hojas hasta la iniciación de la panícula.

El potasio es de gran importancia en el desarrollo de las macollas de la planta, en la formación de la panícula y en la resistencia al acame. El Ca funciona como segundo mensajero en la conducción de señales entre los factores ambientales y los mecanismos de respuesta de las plantas, en términos de crecimiento y desarrollo; esta función se relaciona con la división celular, por tanto, el arroz toma el Ca de manera continua hasta la etapa de llenado de grano. La principal función del Mg está en la fotosíntesis, porque es el átomo central de la molécula de clorofila y se requiere en mayor cantidad en las etapas donde hay mayor producción de biomasa (Barahona et al., 2018)

El número de fraccionamientos de la fertilización depende de factores como la textura del suelo, el manejo de agua de riego, la fenología del cultivo y la cantidad de fertilizante que se debe adicionar. Es importante, en este caso, que la fertilización se haga posterior al control de malezas y aprovechando los momentos de intermitencia de riego, cuando esté en condición seca. Luego se haría el riego, para evitar pérdidas de nitrógeno, principalmente (Moreira, 2018).

2.8 Bioestimulante

(Du Jardin, 2015) un bioestimulante vegetal es cualquier sustancia o microorganismo aplicado a las plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y/o las características de calidad del cultivo, independientemente de su contenido de nutrientes. Por extensión, los bioestimulantes vegetales también designan productos comerciales que contienen mezclas de dichas sustancias y/o microorganismos.

Entre las propiedades más importantes para el cultivo 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.

2.8.1 Tipos de bioestimulantes.

- **Ácidos Húmicos y Fúlvicos:** Según Du Jardin (2015), las sustancias húmicas son constituyentes naturales de la materia orgánica de los suelos, resultantes de la descomposición de las plantas, animales y microorganismos, pero también de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que utilizan estos compuestos como sustrato. Las sustancias húmicas son una colección de compuestos heterogéneos, originalmente categorizadas de acuerdo a su peso molecular y solubilidad en huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.
- **Aminoácidos y mezclas de péptidos:** Se obtienen a partir de la hidrólisis química o enzimática de proteínas procedentes de productos agroindustriales tanto vegetales (residuos de cultivos) como animales (colágenos y tejidos epiteliales). Estos compuestos pueden ser tanto sustancias puras como mezclas (lo más habitual). Otras moléculas nitrogenadas también consideradas bioestimulantes incluyen betaínas, poliaminas y aminoácidos no proteicos, que son muy diversas en el mundo vegetal y muy poco caracterizados sus efectos beneficiosos en los cultivos García (2017).

- **Extracto de algas y 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.
- **Quitosano y otros polímeros:** El quitosano es una forma desacetilada del biopolímero quitina, producido de forma natural e industrial. Los efectos fisiológicos del quitosano en las plantas resultan de la capacidad de este compuesto policatiónico para unirse a diferentes componentes celulares, incluido el ADN, componentes de la membrana plasmática y la pared celular, y receptores específicos que activan genes de defensa en la célula vegetal. El quitosano puede estimular la acumulación de peróxido de hidrógeno y el flujo de calcio, lo que a su vez son elementos clave en la señalización de las respuestas al estrés y en la regulación del desarrollo. En particular, la aplicación de quitosano puede mejorar la respuesta de las plantas a diferentes tipos de estrés abiótico como sequía, salinidad, o frío, y estimular el crecimiento de las plantas y la calidad de las cosechas (Gandra et al., 2016).

Hongos beneficiosos. Los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Plantas y hongos han co evolucionado desde el origen de las plantas terrestres. Los hongos micorrícicos son un heterogéneo grupo de hongos que establecen simbiosis con el 90 % de las plantas. Hay un creciente interés por el uso de los hongos micorrícicos para promocionar la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección frente al estrés de las plantas (Du Jardin, 2015).

- **Fitohormonas:** Una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que ejerce su función en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control (Alcantara et al.,2019).
La citoquinina interviene en varios procesos de la planta, por ejemplo, en el crecimiento de brotes, de raíces, división celular y rendimiento del grano (Antama 2018).

2.9 Bioestimulantes en el cultivo de arroz

Carchi (2016), en sus resultados de investigación al probar aminoácidos con diferentes dosis en el cultivo de arroz expresa que una dosis de 250 g/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.

Vélez (2015), plantea en su tesis de grado, que no hubo diferencias significativas al comparar el efecto de diferentes estimulantes comerciales (Cytokin) en el cultivo de arroz, sin embargo, menciona que su aplicación en conjunto con fitohormonas representa una asociación aprovechable en el crecimiento y peso de la biomasa verde de la planta y por ende rendimiento del cultivo.

Arana (2021), en su tesis expresa que tuvo una A.P en etapa vegetativa el T2 presentó el mayor valor con 1.24 cm y las de menor valor fue el testigo con 1.15 cm.

Villegas (2016), en su trabajo de titulación a base de la aplicación de biofertilizantes en el cultivo de arroz se presenta los promedios de altura de planta. Se observó que el tratamiento T2 presentó el promedio más alto con

94.60 cm; mientras que el testigo presentó el menor valor con 90.10 cm, la mayor longitud de raíces fue para el T3 con 27 cm.

2.10 Fitohormonas en el cultivo de arroz.

(Alcántara et al, 2019) expresa que son un grupo de hormonas que intervienen en la diferenciación y división celular, además ayuda en crecimiento y desarrollo de la planta.

Los reguladores de crecimiento vegetal son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos, son similares a las fitohormonas y cumplen un papel importante en la regulación de diferentes procesos bioquímicos a nivel celular en los organismos vegetales (Alcántara et al, 2019).

2.10.1 Bioestimulante ACTIVA.

Es un bioestimulante formulado a base de extracto de algas *Ascophyllum nodosum* que contiene una concentración balanceada de fitohormonas naturales, carbohidratos y nutrientes tales como magnesio, azufre, boro, hierro, manganeso, cobre, zinc y molibdeno AFECOR (2021).

2.10.2 NUTREX – P.

Nutrex - p es un fertilizante foliar contiene los elementos mayores N (10 %), P (30 %), K (10 %), diez elementos menores. NUTREX-P estimula la floración, favorece la fructificación y aumenta la resistencia a la caída de flores y frutos AFECOR (2021).

2.10.3 CYTOKIN.

Según Ecu química (2022), cytoquin es un bioestimulante que ayuda al desarrollo de los frutos, amarre de flores, ayuda al crecimiento de raíces, vigor de la planta y crecimiento de la misma

2.11 Establecimiento del cultivo de arroz

2.11.1 Preparación del terreno para establecer una plantación de arroz.

Para preparar el suelo el productor arrocero debe seguir los siguientes pasos: Pasar la rozadora o trituradora para romper el rastrojo de la cosecha anterior, incorporar estos residuos al suelo utilizando el arado, rastra o romplow; esta labor favorece la descomposición de la materia orgánica. Otra alternativa para incorporar la materia orgánica a los suelos es inundar y picar el rastrojo con el canguro con gavias o motocultor. Realizar el fanguado y nivelación definitiva de las pozas 1 a 4 días antes del trasplante o 2 días antes de la siembra directa (Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, 2014).

2.11.2 Pre-germinación de las semillas.

Según el Instituto nacional de investigaciones agropecuarias (2014), El pre-germinado de las semillas de arroz garantiza mayor prendimiento o enraizamiento en el semillero. Previo a la siembra la semilla debe ponerse a pre-germinar, para lo cual:

Se necesita repartir las sacas o quintales de semillas en pequeñas porciones para que exista mayor homogeneidad a la hora de meterlo al agua, después de esto se lo deja 24 horas bajo el agua se lo saca y se lo procede a dejar bajo sombra por 12 o 24 horas más en dicho transcurso de tiempo se necesita mover los sacos para evitar que la semilla se dañe con el calor que genera el saco o costalillo, cuando haya presencia de la raíz se lleva los sacos al terreno que previamente ha sido trabajado y dividido para las camas del semillero.

2.11.3 Sistema de Siembra.

- **Siembra directa:** Puede realizarse en terreno seco o en terreno húmedo (con semilla pre-germinada), presenta la ventaja de tener un menor costo de mano de obra al no realizarse el trasplante, pero a su

vez tiene el inconveniente de ser más susceptible al efecto de competencia por las malezas. La siembra directa en terreno seco con semilla seca puede ser a máquina, la cual va incorpora la primera fertilización lo que ayuda a que las plántulas salgan vigorosas; la cantidad de semilla es de 60 kg. por hectárea.

- **Siembra indirecta:** Es la forma más utilizada en la producción de arroz, pues permite un mayor rendimiento utilizando mano de obra. Así las plantas se entierran en el lodo a 2 ó 3 cm. de profundidad a una distancia que varía entre 15 y 25 cm, sin seguir ningún patrón definitivo (Chancay y Lambayeque, 2016).

2.11.4 Control de malezas.

Según Moreira (2018), el control de malezas se debe hacer cuando estas se encuentran en las primeras etapas de desarrollo, preferiblemente cuando alcancen dos o tres hojas, lo cual suele suceder durante los 10 o 15 días después del trasplante; lo anterior con el fin de que se facilite esta labor y no se afecten los rendimientos del cultivo. El mismo se puede hacer manual o químico.

2.11.5 Trasplante.

El arranque de plántulas del semillero debe realizarse a los 21 días después de su siembra, con una lámina de agua de 10 cm para no dañar las raíces. Para realizar el trasplante el suelo debe estar bien fangueado, nivelado y sin lámina de agua para evitar daños del caracol manzana, esta actividad se la realiza cuando el semillero tiene de 17 a 20 días de edad. Las distancias recomendadas para el trasplante son: 25 cm entre filas por 25 cm entre plantas o 30 cm entre filas por 20 cm entre plantas. Se debe ubicar de 3 a 4 plantas por sitio que corresponde a 200 000 plantas por hectárea. (INIAP, 2014)

2.11.6 Riego.

Según la Secretaria de Agricultura y Ganadería el riego para que sea efectivo en la productividad del cultivo, implica no solamente aplicar un suministro adecuado y controlado de agua de buena calidad, sino que también de un desagüe eficiente cuando haya agua en exceso o drenar el terreno para efectuar algunas labores agrícolas como la preparación de tierras o la cosecha de la plantación (SAG, 2003).

2.12 Métodos de riego

2.12.1 Riego por inundación continua.

El riego por inundación consiste en colocar una lámina de agua en las piscinas o parcelas. La inundación puede ser continua, durante gran parte del ciclo del cultivo de arroz, o de manera intermitente por un determinado espacio de tiempo. La inundación continua disminuye el crecimiento de malezas, controla la temperatura del suelo, favorece el crecimiento de algas que fijan nitrógeno atmosférico, aumenta la disponibilidad de nutrimentos para la planta en las primeras semanas de inundación, incrementa la fotosíntesis en las hojas inferiores de la planta y economiza mano de obra (SAG, 2003).

2.12.2 Riego por inundación intermitente.

La inundación intermitente es practicada en áreas con suministro limitado de agua. Se obtienen producciones satisfactorias de arroz cuando la humedad del suelo se mantiene cerca de saturación. Este método requiere un sistema completo de riego y drenaje, necesita personal experimentado y un control más exhaustivo de malezas. Un factor importante a considerar es el conocimiento de las fases de crecimiento del cultivo con relación a la tolerancia de la planta a la falta de agua. La falta de agua en floración incrementa el número de espiguillas vanas, y en el periodo de maduración, afecta el peso de los granos (el Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, 2014).

2.12.3 Ventajas del riego por inundación.

Según (SAG, 2003) entre las ventajas están las siguientes:

- Protegen a la planta de las variaciones extremas de temperatura.
- Favorece una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo (ya que el pH tiende a volverse neutro en suelos inundados).
- Reduce la emergencia de malezas o controla otras que no sobreviven en condiciones de inundación.

En suelos inundados se favorece la fijación de nitrógeno por las algas verdes u otros microorganismos; también se incrementa la disponibilidad de fósforo debido a la reducción del fosfato férrico a fosfato ferroso, así la asimilación de P es significativamente mayor en comparación a un suelo no inundado.

Es conveniente tener en mente que el drenaje temporal causa nitrificación, seguido de des nitrificación y consecuentemente pérdida de nitrógeno cuando se vuelve a inundar el cultivo. Por lo anterior el drenaje temporal de las melgas sembradas se restringe solo a casos necesarios.

En cultivos bajo inundación, las melgas deben de drenarse con 15 días de anticipación a la cosecha, de esta forma el suelo se endurece y permite que las combinadas no se atasquen en el terreno durante se efectúe la cosecha. Cuando el equipo de cosecha se atasca, además de la pérdida de tiempo, las maquinas causan holladuras que afectan la nivelación del terreno, repercutiendo en el manejo del agua en cultivos posteriores (SAG, 2003).

2.13 Protección fitosanitaria (plagas y enfermedades)

2.13.1 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

Es una plaga puede causar daños considerables en las plantaciones jóvenes de arroz. En las primeras etapas de desarrollo, las larvas atacan principalmente las hojas. Cuando entre en la segunda etapa o etapa, mostrará daños en la yema. Cuando la temperatura ambiente alcance unos 30°C, la

etapa final tendrá un impacto negativo, las larvas se alimentan de costillas y tallos, e incluso perforan las plantas (Iglesias y Castro, 2018).

2.13.2 Barrenador del tallo (*Diatraea sacharali*).

Se alimentan de hojas tiernas y, tras la primera muda, penetran en el tallo y destruyen el punto de crecimiento, dando como resultado el llamado "corazón muerto" o "panícula blanca". Si el ataque ocurre al principio, producirán hojas inválidas llamadas panículas blancas. El daño se puede observar desde el macollamiento hasta la floración, y el daño se puede identificar fácilmente por las perforaciones en el tallo y el tejido húmedo restante (Benet, 2019).

2.13.3 Gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*).

El picudo del arroz *Sitophilus oryzae* L. pertenece al orden Coleoptera, Mantisidae, y es un artrópodo que ha adquirido su parentesco por su capacidad de volar, lo que le permite retener la fuente de reinfestación en los sitios de almacenamiento, además de tener un fuerte poder destructivo (Perez et al., 2018).

2.13.4 Caracol manzana (*Pomacea canaliculata*).

Es una especie de agua dulce, es muy común encontrarlo en el cultivo de arroz, especialmente en los almácigos donde se alimenta de los tallos y hojas de plántulas a las que puede matar. A los productores se les recomienda que una vez que el caracol haya entrado en las plantaciones de arroz, hay que secar el campo inmediatamente después de la cosecha, recoger a mano y eliminar tanto los ejemplares adultos como sus posturas, ya sea en los campos como en los canales, desagües y márgenes de los ríos (Cordero, 2018).

2.14 Enfermedades

2.14.1 Falso carbón (*Ustilagoidea virens*).

Esta enfermedad se la reconoce porque la piel de la espiga es reemplazada por una cápsula globosa aterciopelada de color anaranjado, que luego se torna de color oscuro y que crece hacia afuera de las glumas. Son pocos los granos de las panículas afectados, sin embargo, los granos cercanos son estériles (Cordero, 2018).

2.14.2 Manchado del grano (*Sarocladium oryzae*).

El manchado del grano se inicia en las vainas a las 48 horas de la emergencia de la espiga, después de una semana la enfermedad está extendida a todas las glumas y después de 15 días se pueden observar manchas pardas rojizas y en forma ascendente desde la base de la vaina hasta la parte superior que rodea la panícula (INIAP, 2014).

2.14.3 Quemazón del arroz (*Pyricularia grisea*).

Pyricularia oryzae ataca hojas, tallos, inflorescencias y ocasionalmente al grano. Los momentos, en que la planta de arroz es más susceptible, son el estado de plántula y durante la floración, incluso las raíces pueden infectarse. Sin embargo, el síntoma más común y que sirve como diagnóstico, son lesiones en forma de diamante que ocurre en las hojas, mientras que las lesiones en las vainas son relativamente raras. (Patología, 2020)

2.15 Cosecha

El ciclo biológico del arroz (días desde la siembra hasta la cosecha) varía desde 95 días (variedades muy tempranas) hasta casi 250 días (variedades muy tardías). Las variedades de maduración media pueden cosecharse 120-150 días después de la siembra. Podemos saber que los granos están listos para ser cosechados cuando comienzan a tener un color amarillento y se vuelven duros Marin et al, (2021).

Es muy importante cosechar los cultivos de arroz a tiempo para maximizar la calidad del grano y los rendimientos. Si cosechamos muy temprano, los granos recolectados serán inmaduros y, como resultado, tendrán una mala recuperación de la molienda y se romperán fácilmente. Por otro lado, cuando los cultivos se cosechan tarde, el grano puede caer de la panícula y provocar grandes pérdidas. Como regla general, la cosecha puede comenzar únicamente cuando los granos se maduran en un porcentaje de 80-85% o tienen un color amarillo dorado (Wikifarmer, 2017).

La recolección puede realizarse de forma manual o mecánica. En la recolección manual, los trabajadores recolectan las plantas de arroz de los arrozales usando cuchillos afilados. Luego, los limpian cuidadosamente y separan los dañados. La recolección mecánica se puede realizar utilizando máquinas que combinan todas las operaciones, como el corte, la trilla y la limpieza (Wikifarmer, 2017).

Gráfico 1.Hoz para cortar arroz



Fuente: El Autor

Gráfico 2. Cosechadora de arroz



Fuente: El Autor

2.16 Suelos para el cultivo de arroz

2.16.1 Textura del suelo.

Es la proporción en que se encuentran las partículas minerales o separados del suelo menores de 2 mm, es decir, la cantidad de arena (A), limo (L) y arcilla (Ar) de un suelo expresadas en porcentaje. La textura afecta principalmente el suministro de nutrimentos para las plantas, la retención y disponibilidad del agua, la circulación del aire en el medio de crecimiento, el desarrollo radicular, la resistencia o susceptibilidad a la erosión y las labores de labranza, por lo cual se le considera como un factor básico de la productividad de los suelos.

La S.I.C.S. clarifica las partículas minerales de los suelos en:

- ARENAS, son las partículas más grandes, su diámetro oscila entre 0.05 y 2.0 mm y se caracterizan porque son sueltas y se pueden ver a simple vista.
- LIMOS, son las partículas medianas, su diámetro varía entre 0.05 y 0.002 mm. Se asemejan a un polvo cuando están secas.

- ARCILLOSAS, son las partículas más pequeñas, cuyo diámetro es menor de 0.002 mm y no se pueden ver a simple vista.

Según la proporción en que se encuentren distribuidas estas partículas en los suelos, la textura recibe diferentes denominaciones, tales como: ARENOSOS, si la textura es gruesa; LIMOSOS, si es media y ARCILLOSOS, si es fina. Cuando la proporción de las partículas de arena, limo y arcilla en un suelo están en equilibrio se le denomina suelo FRANCO (Blanco, 2003).

2.16.2 Estructura del suelo.

Mediante la acción de las arcillas, de la materia orgánica del suelo, de algunos compuestos cementantes, como los óxidos de hierro y aluminio y de la cohesión que existe entre las partículas del suelo, éstas tienden a constituir agregados de mayor tamaño dando origen a la estructura del suelo, que consiste en figuras geométricas de diferentes formas y tamaños que varían desde gránulos, bloques (pequeños y grandes), prismas, columnas y láminas

El tipo de estructura (forma, tamaño y disposición de los agregados) juega un papel muy importante en el movimiento del aire y el agua a través del perfil del suelo por cuanto influencia la cantidad y el tamaño de los poros. Así mismo, afecta el desarrollo y la penetración de las raíces y se constituye en un factor determinante en la susceptibilidad o resistencia del suelo a la erosión.

La estructura granular, formada por pequeños gránulos, predomina en suelos con alto contenido de materia orgánica, es la más favorable para el desarrollo radicular de las plantas y su permeabilidad es moderada. En las estructuras columnar y prismática el eje vertical es mayor al horizontal, tienen estrecha relación con texturas arcillosas y la permeabilidad es rápida. En suelos con estructura laminar se restringe considerablemente el desarrollo radicular y el movimiento del agua en el suelo es muy lento. Estas limitantes

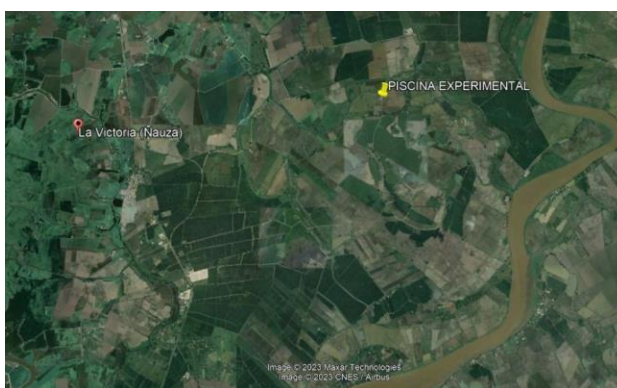
se agravan aún más si la textura del suelo es arcillosa. Por estas razones se le considera indeseable para el desarrollo de actividades agrícolas. En suelos con estructura granular y la textura arenosa la permeabilidad es alta (Blanco, 2003).

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Hacienda “La Delicia” ubicada en el sector Salitre provincia del Guayas, la misma que cuenta con 120 mts. en producción, organizada en 90 piscinas, cuyas coordenadas geográficas son 1° 53'7" de latitud Sur, 79° 41'19" de longitud Occidental, altura de 10 msnm.

Gráfico 3.Ubicación del área de trabajo



Fuente: Google Earth pro

Tabla 2 Características climáticas de la zona

CLIMA

Heliofanía:	1339.9 horas
Temperatura media	25.9 °c
Humedad Relativa	80 %
Punto de Roció	22 °c
Tensión Vapor (hPa)	26.5
Precipitación mensual	920.2 mm
Nubosidad Media	(octas) 8
Velocidad media del Viento	2 Km/h

Fuente: INAMHI (2013)

Elaborado por: El autor

3.2 Suelo

El suelo del área experimental es de textura franco arcillosa, con un pH neutro presenta un déficit de fósforo, magnesio, sodio y tiene un contenido moderado de materia orgánica, además de un aceptable contenido de micro nutrientes, tiene una baja salinidad.

3.3 Diseño de la investigación

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

3.4 Diseño experimental

Dadas las características uniformes de la topografía y de fertilidad del área experimental se seleccionó un diseño completamente aleatorizado (DCA) para un experimento mono factorial, asumiendo un modelo lineal para la variable respuesta a los tratamientos aplicados:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ijn} , \text{ con } i=1, \dots, a \text{ y } j=1, \dots, n$$

Donde:

- Y_{ij} es la j -ésima observación del i -ésimo tratamiento
- μ es la media general de las observaciones
- τ_i es el efecto del i -ésimo tratamiento
- ϵ_{ij} es una variable aleatoria normal independientemente distribuida con esperanza 0 y varianza σ^2 $\forall i, j$.

3.4.1 3.4.1. Diseño: DCA

- Número de tratamientos: 4
- Número de repeticiones: 8
- Número de unidades experimentales: 32
- Marco de plantación del arroz: 0,25 x 0,25 m

Tabla 3 Tratamientos

Tratamiento	Producto	Ingrediente	Dosis (l/ha)	Frecuencia (días)
T1	TESTIGO			
T2	ACTIVA	NUTRIENTES+FITOHORMONAS	2	15 y 30
T3	NUTRE-P	NUTRIENES	2	15 y 30
T4	CYTOKIN	FITOHORMANA	0.5	15 y 30

Elaborado por: El autor

El número de repeticiones por tratamiento se determinó de acuerdo al método programado en INFOSTAT para una potencia experimental de 80% y un nivel de significación estadística $\alpha=0.05$, tomando como referencia datos de variabilidad de altura de planta para SFL 011 publicados por Moran (2018).

Se utilizó un tamaño de unidad experimental de 10 x 10 m según lo descrito por Perdomo (2016).

El área experimental fue seleccionada aleatoriamente entre las 99 piscinas de la propiedad arrocera, con una superficie de 6600 m², la misma que se dividió en 66 unidades experimentales (UE) de 100 m².

Los tratamientos experimentales y sus repeticiones se aleatorizaron en el área experimental de acuerdo al siguiente esquema y asignación de los tratamientos:

Tabla 4 Aleatorización de los tratamientos

Tratamiento	#UE	Tratamiento	#UE	Tratamiento	#UE	Tratamiento	#UE
T1R1	23	T2R1	24	T3R1	26	T4R1	52
T1R2	44	T2R2	21	T3R2	40	T4R2	39
T1R3	45	T2R3	29	T3R3	33	T4R3	64
T1R4	6	T2R4	48	T3R4	65	T4R4	50
T1R5	47	T2R5	1	T3R5	60	T4R5	27
T1R6	18	T2R6	54	T3R6	30	T4R6	17
T1R7	62	T2R7	22	T3R7	20	T4R7	10
T1R8	3	T2R8	58	T3R8	12	T4R8	11

Elaborado por: El autor

Tabla 5 Asignación aleatoria de los tratamientos a las unidades experimentales

1 T2R5	2	3 T1R8	4	5	6 T1R4	7	8	9	10 T4R7	11 T4R8
22 T2R7	21 T2R2	20 T3R7	19	18 T1R6	17 T4R6	16	15	14	13	12 T3R8
23 T1R1	24 T2R1	25	26 T3R1	27 T4R5	28	29 T2R3	30 T3R6	31	32	33 T3R3
44 T1R2	43	42	41	40 T3R2	39 T4R2	38	37	36	35	34
45 T1R3	46	47 T1R5	48 T2R4	49	50 T4R4	51	52 T4R1	53	54 T2R6	55
66	65 T3R4	64 T4R3	63	62 T1R7	61	60 T3R5	59	58 T2R8	57	56

Elaborado por: El autor

3.5 Variables a evaluadas

Tabla 6 Descripción de variables

Variable	Tipo de variable	Unidad de medida
Altura de planta	Cuantitativa dependiente	cm
Longitud de raíz	Independiente	cm
Numero de macollo	Independiente	#
Peso verde de la planta	Independiente	g
Peso seco de la planta	Independiente	g

Elaborado por: El autor

3.5.1 Medición de las muestras.

Se empleó la metodología de Darío et al. (2004), dividiendo la unidad experimental de 10 x 10 m (100 m²) en cien subparcelas de un m², seleccionando aleatoriamente una subparcela para la medición de las variables del estudio en 18 plantas de acuerdo con Rawson (2001), también seleccionadas al azar: altura de planta, longitud de raíz, peso verde y seco, número macollos.

3.5.2 Altura de planta.

En cada unidad experimental, con la cinta métrica se midió desde el cuello de la planta, hasta la punta de la hoja y se expresó en cm, se tomó a los 45 días después de haber trasplantado.

3.5.3 Longitud de la raíz (cm).

Una vez que seleccionaron las plantas se procedió a lavar las raíces y con la ayuda de una cinta métrica se midió su longitud.

3.5.4 Número de macollo (u).

En las plantas seleccionadas se contabilizaron los macollos existentes en la misma.

3.5.5 Peso verde y seco de la planta de arroz (g).

Con la ayuda de una balanza se procedió a tomar el peso verde y seco la planta y la misma se expresó en gramos (g).

3.6 Análisis estadístico

Se determinaron los estadísticos de tendencia central, promedios (M), y dispersión, error estándar (E.E.), de las variables experimentales. Se aplicó el análisis de varianza paramétrico ANOVA, pruebas a posteriori de Duncan y las de verificación de los supuestos de normalidad de distribución de residuos y de homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Kolgomorov 1995

y Levene 1996, respectivamente. En los casos de falta de ajuste a la distribución normal y heterocedasticidad de los residuos se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y prueba de rangos implementada en INFOSTAT, para el nivel de significación $\alpha = 0.05$.

3.7 Materiales

3.7.1 Materiales De Campo.

- Cinta Métrica
- Palas
- Aradora
- Fanguadora
- Estaquillas
- Bombas
- Cinta métrica

3.7.2 Material Vegetal.

- Arroz variedad SFL 011

3.7.3 Productos a Aplicar.

- Activa Nutrición
- Nutrex – P
- Cytokin

3.8 Establecimiento y manejo del ensayo

En el área experimental se estableció el cultivo de arroz de acuerdo a la práctica local de manejo de la variedad de arroz cultivada en cuanto a densidad de plantación, producción de plantas en semilleros, trasplante a los 15 días de haber germinado, riego, fertilización al suelo, protección de plantas y desmalezados:

3.9 Producción de plantas

La semilla de la variedad SFL 011 se adquirió en la casa comercial y se remojaron por 48 horas y posteriormente se sembraron en almaciga hasta que las plantas tuvieran el tamaño adecuado para ser pasada al campo definitivo.

3.10 Preparación del terreno

EL área experimental de 6600 m² (piscina de arroz) se preparó con dos pases de rastra a una profundidad de 20 cm, luego se procedió a inundar con agua el área experimental y se hicieron pases con un motocultor con la finalidad que el suelo quede bien mullido.

3.11 Trasplante

Se efectuó en forma manual colocando tres matas de arroz (que es la unión de más de 8 hebras) por sitios de acuerdo al ojo del sembrador a una distancia de 0,25 cm. por 0,25 cm, equivalente a una densidad de plantación de 105,600 plantas ha. (Es la forma más utilizada en la producción de arroz, pues permite un mayor rendimiento utilizando mano de obra. Así las plantas se entierran en el lodo a 2 o 3 cm.

3.12 Riego

Se aplicó un riego por gravedad en todas las parcelas establecidas y el mismo se efectuó cada dos semanas, con el objetivo de mantener un nivel o lamina permanente de agua.

3.13 Control de malezas

El control de malezas de las parcelas del ensayo fue por medio del deshierbe manual en el cual se lo hizo en dos ciclos con un total de 7 jornales y un control químico preventivo (se aplicó un pre-emergente conocido como bispiribac en una dosis de 250 cc /ha + Butaclor en dosis de 1l/ha y sulfon en dosis de 250 cc /ha).

3.13.1 Control fitosanitario.

Se efectuaron monitoreo para la detección y control de plagas y enfermedades una vez cada semana.

Al inicio de establecido las parcelas se presentó la hidrelia y para lo cual se aplicó el pyricor en dosis de 0,5 l/ha, después de dicha aplicación no se volvió a visualizar ninguna plaga se prefirió usar productos preventivos.

3.14 Fertilizaciones edáficas

Se efectuaron dos aplicaciones una a los 25 días y la otra a los 45 días de sembrado se utilizó un saco de urea más un saco de sulfato de amonio.

3.15 Puesta de plástico de cobertura

Se puso en cada parcela al momento de aplicación del tratamiento experimental con el objetivo de evitar que el bioestimulante aplicado caiga en otra parcela.

4 RESULTADOS

4.1. Resultado Estadístico

Se aplicó el ANOVA paramétrico a los datos experimentales de las cuatro variables del estudio: altura de planta, número de macollos por planta, longitud de raíz y pesos verdes y secos, encontrando diferencias significativas en todas las variables analizadas ($p < 0.05$). Los supuestos de normalidad de distribución de residuos y de homogeneidad de varianzas, requisitos de la prueba paramétrica de análisis de varianza, ANOVA, se verificaron mediante las pruebas de Kolmogorov y Levene respectivamente. Los supuestos teóricos de normalidad y homocedasticidad se cumplieron para las variables número de macollos por planta y longitud de raíz, y no se cumplieron para altura de planta y peso verde, para la variable peso seco se cumplió el supuesto de normalidad de distribución de residuos pero no el de igualdad de varianzas por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en todos los casos, cuyos resultados no modificaron los obtenidos mediante la prueba paramétrica de análisis de varianza. Los valores de los estadísticos de comparación de tratamientos se pueden observar en la Tabla (Cuadro 2) y los valores de los datos experimentales y detalles de las pruebas estadísticas aplicadas pueden revisarse en Anexos.

Las pruebas a posteriori de Duncan identificaron el Tratamiento T2, Activa, como el mejor tratamiento, teniendo el promedio más alto en todos los casos, de igual manera se evidenció al tratamiento experimental T3, Nutrex P, con los promedios por tratamientos más bajos para las variables evaluadas.

Para la variable altura de planta los tratamientos T4, Cytokin, y T1, testigo, no difieren, pero superan al tratamiento T3, Nutrex- P. Para la variable número de macollos no se evidenció diferencia significativa entre los tratamientos T3, Nutrex-P, y T4, Cytoquin, siendo el T1, testigo, el de promedio más bajo. En el caso de la variable longitud de raíz no se encontró diferencias entre los tratamientos T2 y T3, y el tratamiento T4 resultó con un

promedio inferior al tratamiento testigo, T1, aunque no presenta diferencias significativas con este. Para la variable peso verde los tratamientos T4 y T1 no difieren entre si y tampoco difiere el tratamiento T3 con respecto al tratamiento testigo, T1. En el caso de la variable peso seco los tratamientos T4, T3 y testigo, T1, difieren entre sí, resultando este último el de menor promedio.

De acuerdo con los resultados el tratamiento T2, Activa, bioestimulante formulado con macro y micronutrientes, algas marinas y fitohormonas fue el que tuvo los mayores promedios de las variables estudiadas, evidenciando efectos estimuladores del crecimiento vegetativo de las plantas, superando ampliamente al testigo, en el que no se aplicó ningún bioestimulante. Los efectos de los tratamientos T3, formulado con nutrientes, y el T4, que contiene una fitohormona, citoquinina, resultaron inferiores al tratamiento con el bioestimulante Activa, en este sentido el resultado experimental prueba la hipótesis de investigación alternativa de que la aplicación de bioestimulantes foliares al cultivo del arroz tiene efecto en el crecimiento de la altura de planta, longitud de raíces, en el número de macollos, y el peso verde y seco de la biomasa de las plantas.

Tabla 7 *Contiene los estadísticos descriptivos de las variables repuesta a los tratamientos experimentales aplicados*

TRAT	Estadísticos	Altura (cm)	Cont	Raíz	Peso	Ps
T1	n	8	8	8	8	8
	M	89,52	30,41	24,85	224,02	68,52
	E.E.	1,45	0,9	0,45	11,87	0,51
T2	n	8	8	8	8	8
	M	102,06	46,1	31,39	345,16	122,44
	E.E.	0,47	0,63	0,3	5,24	1,95
T3	n	8	8	8	8	8
	M	75,36	34,97	30,5	209,54	77,77
	E.E.	1,06	0,38	0,17	2,26	0,42
T4	n	8	8	8	8	8
	M	90,36	35,26	21,92	251,67	87,04
	E.E.	0,36	0,55	0,31	2,86	0,81

(N: número de repeticiones, Media tratamientos y E.E. error estándar)

Elaborado por: El autor

Tabla 8 Estadísticos descriptivo y de significancia de la prueba de comparación de medias y tratamientos experimentales.

TRATAMIENTOS					
VARIABLES	ESTADÍSTICOS	T1	T2	T3	T4
Altura (cm)	MEDIA	89.5 b	102.0 c	75.4 a	90.4 b
	ERROR ESTÁNDAR	1.4	0.5	1.1	0.4
	n	8	8	8	8
Macollos (unid.)	MEDIA	30.4 a	46.1 c	35.0 b	35.3 b
	ERROR ESTÁNDAR	0.9	0.6	0.4	0.6
	n	8	8	8	8
Long. Raiz (cm)	MEDIA	24.8 a	31.4 b	30.5 b	21.9 a
	ERROR ESTÁNDAR	0.5	0.3	0.2	0.3
	n	8	8	8	8
Peso verde (g)	MEDIA	224.0 a,b	334.6 c	209.6 a	251.7 b
	ERROR ESTÁNDAR	11.9	5.3	2.3	2.9
	n	8	8	8	8
Peso seco (g)	MEDIA	68.5 a	122.4 d	77.8 b	87.0 c
	ERROR ESTÁNDAR	0.5	2.0	0.4	0.8
	n	8	8	8	8

Tratamientos: T1, testigo; T2, bio estimulante completo; T3, Nutrientes; T4, fitohormona. Letras distintas en las medias de tratamientos indican diferencias significativas $p < 0.05$

Elaborado por: El autor

5 DISCUSION

La prueba de rangos múltiples implementada en Infostat en el ANOVA de Kruskal Wallis identificaron el Tratamiento T2, Activa, como el mejor tratamiento, teniendo el promedio más alto en todos los casos. En la variable altura de planta, se demuestra lo mencionado por Deambrosi et al., (2019), en cuanto a que el uso de bioestimulantes como en gramíneas, estimula el crecimiento en longitud de las plantas.

Barahona et al, (2018) el nitrógeno es un regulador del crecimiento que promueve la reproducción celular y, por ende, el macollamiento de la planta.

Vélez (2015) expreso que no hubo diferencias significativas al comparar el efecto de diferentes estimulantes comerciales (Cytokin) en el cultivo de arroz, sin embargo, menciona que su aplicación en conjunto con fitohormonas representa una asociación aprovechable en el crecimiento y peso de la biomasa verde de la planta y por ende rendimiento del cultivo.

Vera (2019) en su trabajo de titulación asegura que el uso fithormonas, ácidos orgánicos, extracto de algas y bioactivadores incrementaron la longitud radical, es decir que los bioestimulantes si generan un cambio significativo en las variables expuestas.

Vera (2019) en su trabajo de titulación asegura que el uso fithormonas genera un incremento en masa seca con relación a una masa seca inicial descritos por la tasa relativa de crecimiento Tasa Relativa de Crecimiento se presentó para todos los grupos de bioestimulantes los 20, 40, 60 y 80 días después del trasplante, en contraste al tratamiento testigo donde se alcanzó menor Tasa Relativa de Crecimiento en todos los tiempos evaluados.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye de esta manera. Se determinó el efecto de los tratamientos experimentales en altura de planta, longitud de raíz, conteo de macollo, peso verde y seco de arroz variedad SFL011.

La comparación de los efectos de los tratamientos experimentales en altura de planta, longitud de raíz, conteo de macollo, peso verde y seco de arroz en la variedad SFL-011 se concluyó que el tratamiento 2 (mezcla de bioestimulantes) fue el mejor y tratamiento 3 (nutrientes) y tratamiento 4 (fitohormona) los peores.

El análisis de los efectos de los tratamientos experimentales en altura de planta, longitud de raíz, y conteo de macollo, peso verde y seco de arroz variedad SFL011 identifica al tratamiento 2 como el mejor, tuvo los mejores resultados con respecto a las variables propuestas.

La evaluación de los efectos de los bioestimulantes probados permite afirmar bajo la evidencia de los resultados experimentales obtenidos se comprueba la hipótesis de que la aplicación de dichos productos foliares SI TIENE efecto en el crecimiento de la altura de la planta, la longitud de raíz, conteo de macollo, peso verde y seco de arroz variedad SFL-011.

6.2 Recomendaciones

Replicar el experimento en otras zonas arroceras y comparar con los resultados obtenidos en esta investigación.

Que los agricultores usen bioestimulantes foliares ya que incrementan la capacidad fisiológica de crecimiento vegetativo del arroz.

Que los arroceros usen productos bioestimulantes eco-sustentables que contribuyen a la producción sustentable del arroz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afecor. (2021). Activa. Obtenido de <https://www.afecor.com/catalogo/activa/>
- Agripac. (2021). Arroz SFL-11. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/arroz-sfl-11-bioactivado/>
- Alcántara J., Acero G., Alcántara C., Sánchez R., (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109>.
- América Latina: Tomo I. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (2010). http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf
- Antama F., (2017). La hormona vegetal citoquinina regula el crecimiento y desarrollo de las plantas Retrieved from <https://fundacion-antama.org/la-hormona-vegetal-citoquinina-regula-el-crecimiento-y-desarrollo-de-las-plantas/>
- Arana, C. (2021). Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARANA%20GONZALEZ%20CRISTHIAN%20JOEL.pdf>
ARROZ EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS. Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales.
- Barahona, L., Villareal, J., Gonzales, W., & Quiro, E. (2018). Absorción de nutrientes en arroz en un suelo inceptisol bajo riego en Coclé, Panamá. *Redalyc*, 407-424.
- Benites, D. A. (2019). *Identificación de insectos plaga en el cultivo de arroz*

- Oryza sativa* L. en la zona de Daule (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil) Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45327/1/Benites%20Ronquillo%20Diego%20Andr%c3%a9s.pdf>
- Buelvas, M. (2021). Importancia de los factores climáticos en el cultivo de arroz. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 28-34.
- Caracterización del sector arrocero en Ecuador. *CGSpace*, 58.
- Carchi, A. (2016). Evaluación de tres aminoácidos con tres diferentes dosis en el cultivo 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/11599>
- Chemosphere*, 193, 118–125. doi:10.1016/j.chemosphere.2017.10.172.
- Chiarello, C., Gomez, A., Pereira, RD., Winkler, AS. Y Santos, LO. 2007. Efeitos do uso de Stimulate® no desempenho da cultura do arroz
- Cordero, P. C. (2018). Engormix. Retrieved from <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/observaciones-bioecologicasbarrenadores-cultivo-t41878.htm>
- Corporación financiera nacional. (Julio de 2021). Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichas-sectoriales-3-trimestre/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=tIng=pt>

Dario, G., Neto, D., Martin, T ; Bonnacarrère, 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/> de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/610/61054744013/61054744013.pdf> [Links

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.

Degiovanni, V., Martinez, C.P. & Motta, F. (Eds.) (2010). Producción ecoeficiente del arroz.

Domingo, C y Domínguez, 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.

Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. du Jardin, P.

E. (2018). Combined use of microbial consortia isolated from different agricultural soils and cyclodextrin as a bioremediation technique for herbicide contaminated soils.

FAO (2017). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Datos obtenidos de www.fao.org/faostat/es/#data en varias fechas en 2017.

FAO. (2022). Los fertilizantes y su uso: Disponible en.
<https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

from <http://www.rccb.uh.cu/index.php/RCCB/article/view/166/275>.

Gandra J.R., Oliveira E.R., Takiya C., Goes R., Paiva P.G., Oliveira K.,
Gandra E.R., Orbach N.D., Haraki H. 2016. Chitosan improves the
chemical composition, microbiological quality, and aerobic stability of
sugarcane silage. *Animal Feed Science and Technology* 214: 44-52.

García, S. D. 2017. Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales
Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Serie Nutrición Vegetal Núm.
94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

Guerra M (1991) Los cereales en la alimentación infantil. *Arch.
Venez.*

Hong, S.K., Kitano, H., Satoh, H., et al. 1996. How embryo size is genetically
regulated in rice? *Development* 122:2051-2058.

<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1098>

[http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/arroz/manchag.p
df](http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/arroz/manchag.pdf)

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-
36202019000500270](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000500270)

[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=
article&id=346:semillas-y-plantas-variedades-
liberadas&catid=9&Itemid=345](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=346:semillas-y-plantas-variedades-liberadas&catid=9&Itemid=345)

https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=5571

[https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3
292/Piraban_Ram%c3%adrez_Daniela_2018.pdf?sequence=1&isAll](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3292/Piraban_Ram%c3%adrez_Daniela_2018.pdf?sequence=1&isAll)

owed=y

Iglesias, C. H. I. P., & Batista, C. R. M. G. (2018). Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 16-27 Retrieved from <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/160/195>

Iglesias, C. H. I. P., & Castro, C. A. R. S. (2018). Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 95-107 Retrieved from <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/169/204>

INIAP. (2016). VARIEDADES LIBERADAS POR EL INIAP. Obtenido de

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Quito: INEC

irrigado (en línea). UFPel, BR. Consultado 27 feb. 2013. Disponible en http://www.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CA/CA_01173.pdf

Itoh, J-I., Nonomura, K-I., Ikeda, K., et al. 2005. Rice plant development: from zygote to spikelet. *Plant Cell Physiol*. 46:23-47.

Lopez, M. (2021). Modelo productivo de arroz *Oryza sativa* L como estrategia investigativa y social para mejorar a mejorar para la laproducción agrícola en Caucasia Antioquia . Obtenido de ciencia.lasalle.edu.co/:https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1217&context=ingenieria_agronomica

Marin, D., Celi, S., Castro, R., Perez, M., Aguilar, P., & Andrade, R. (2021).

- Matsui, T., Kagata, H. 2003. Characteristics of floral organs related to reliable self-pollination in rice (*Oryza sativa* L.). *Ann. Bot.* 91:473-477.
- Mendoza Avilés, H. E., Loor Bruno, Á. C., & Vilema Escudero, S. F. (2019). El arroz y su importancia en los emprendimientos rurales de la agroindustria como mecanismo de desarrollo local de samborondón. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 324-330 Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v11n1/2218-3620-rus-11-01-324.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). Productividad agrícola del Ecuador año 2017. Quito: MAG
- Moran, A. (Marzo de 2020). Evaluación del efecto de una fitohormona (ácido giberélico), un aminoácido y un bioestimulante n el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Santa Lucía dela provincia del Guayas. Obtenido de <file:///C:/Users/FREDD/Documents/tesis%20lyndon%20kkl.pdf>
- Moreno, L., & Romero, H. (2015). henology of the reproductive development of *Elaeis oleifera* (Kunth). *Agronomía Colombiana*.
- Navarrete, J. (2017). *El mercado del arroz. El Economista*. Recuperado de <https://www.economista.com.mx/opinion/El-mercado-del-arroz-l-20170612-0005.html> [Links]
- Oka, H. 1988. Origin of cultivated rice. Jpn. Sci. Soc. Press, Tokyo, Japan.
- Painii Montero, V., González Manjarrez, O., Santillán Muñoz, O., & Garcés Fiallos, F. (2018). Vines UG-03 y Vines UG-10, nuevas variedades de arroz para la costa ecuatoriana. *Rev. Fitotec. Mex.*, 41(1), 93-95.
- Perdomo, L. (2016). Innovación preparación de sustrato o abono orgánico a

base de cascarilla de arroz. Facultad de Educación, Universidad Sur colombiana, Neiva.

Pérez Rodríguez, Y., Valdés Herrera, R., Castellanos González, L., y Jiménez Carbonell, R. (2018). *Sitophilus oryzae* L. (coleoptera: curculionidae) características, daños, reproducción y alternativas para su control. *Revista científica Agroecosistemas*, 6(3), 129-135. Retrieved from <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

Piraban Ramírez, D., y Rincón Martínez, D. (2018). Propuesta de un proceso de biorremediación bacteriana en suelos empleados para el cultivo de arroz en Paz de Ariporo a partir de una revisión bibliográfica Retrieved from

Poveda, G., & Andrade, C. (2018). PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE

Poveda, G., & Andrade, C. (2018). Producción sostenible de arroz. *Contribuciones a las ciencias sociales*, (marzo) Retrieved from <https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-ecuador.html>

Puericult. Pediatr. 54: 88

Quijije, B. A., Carvajal, S. J., & Cedeño, W. B. (2019). Costo, volumen y utilidad del cultivo de arroz, cantón Samborondón (Ecuador) Retrieved from

<http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/6056/a19v40n07p16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rawson, H. (2001). Food & Agriculture Organization of the United Nations.

Rebolledo, M. C., Ramírez-Villegas, J., Graterol-Matute, E., Hernández-Varela, C. A., Rodríguez-Espinoza, J., Petro-Páez, E. E. & Van Den Berg, M. (2018). Modelación del arroz en Latinoamérica: Estado del arte y base de datos para parametrización Retrieved from https://agritrop.cirad.fr/589664/1/JRC110177_modelaci%C3%B3n_d_el_arroz_en_latinoamrica_online_20180416.pdf

Recuperado

Salgado, I., Pérez Ortega, J., Carballo Valdés, M., Martínez Sardiñas, A., & Cruz Arias, M. (2015). Aplicación de rizobacterias en la biorremediación del cromo hexavalente presente en aguas residuales. REVISTA CUBANA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, 4(2). Retrieved

Serrano, J., Fabrega, J., Quiros, E., Sanchez, J., & Jiménez, J. (2018). Análisis prospectivo de la detección hiperespectral de cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.). 6th Engineering, Science and Technology Conference, 69-79.

Srivastava, LM. c2002. Plant Growth and Development: Hormones and Environment. California, USA, Elsevier Science.

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

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>

Veobides, H., Guridi, F., & Vazques, V. (2018). Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. Scielo.

Villaverde, J., Rubio-Bellido, M., Lara-Moreno, A., Merchan, F., & Morillo,

Villegas, D. (16 de Septiembre de 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. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/317/6940/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRONO-18.pdf>

Win, A., Tanaka, T., Matsui, T. 2020. Panicle inclination influences pollination stability of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Prod. Sci.* 23:60-68.

Zambrano, C. E., Andrade Arias, M. S., y Carreño Rodríguez, W. V. (2019). Factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz en la provincia Los Ríos. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(5), 270-277
Retrieved from

Zambrano, C., Andrade, M., & Carreño, W. (2019). Factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz en la provincia Los Ríos. Scielo, 1-3.

ANEXOS

Anexo 1. Estadística descriptiva de las variables

TRAT	RESUMEN	A	C	R1	P
T1	n	8.0	8.0	8.0	8.0
T1	Media	89.5	30.4	24.8	224.0
T1	E.E.	1.4	0.9	0.5	11.9
T2	n	8.0	8.0	8.0	8.0
T2	Media	102.0	46.1	31.4	344.6
T2	E.E.	0.5	0.6	0.3	5.3
T3	n	8.0	8.0	8.0	8.0
T3	Media	75.4	35.0	30.5	209.6
T3	E.E.	1.1	0.4	0.2	2.3
T4	n	8.0	8.0	8.0	8.0
T4	Media	90.4	35.3	21.9	251.7
T4	E.E.	0.4	0.6	0.3	2.9

Fuente: El Autor

Anexo 2. Resultados de la Variable de altura

PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS

Variable	Trat.	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P	Trat	Ranks
A	T1	8	89.53	4.10	87.10	26.36	<0.0001	T3	4.50
A	T2	8	102.99	1.33	101.85			T1	15.50
A	T3	8	75.35	2.98	75.25			T4	17.50
A	T4	8	90.35	1.04	90.50			T2	28.50

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$)

Fuente: El Autor

Anexo 3. Resultados de RAÍZ

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p	Trat	Ranks
R1	T1	8	24.84	1.30	25.05	3	1.00	27.20	<0.0001	T4	4.75 A
R1	T2	8	31.41	0.85	31.70					T1	12.25 A
R1	T3	8	30.50	0.50	30.35					T3	21.75 B
R1	T4	8	21.93	0.88	21.90					T2	27.25 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Anexo 4. Resultados de conteo de macollos

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p	Trat	Ranks	
C	T1	8	30.41	2.54	30.45	3	1.00	24.56	<0.0001	T1	5.38	A
C	T2	8	46.11	1.74	45.80					T3	15.06	B
C	T3	8	34.96	1.07	35.20					T4	17.06	B
C	T4	8	35.26	1.57	35.55					T2	28.50	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Fuente: El Autor

Anexo 5. Resultados de pesos

Variable	Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	C	H	p	Trat	Ranks	
P	T1	8	224.03	33.59	227.50	3	1.00	24.52	<0.0001	T3	6.75	A
P	T2	8	344.55	14.97	341.30					T1	11.63	AB
P	T3	8	209.55	6.40	210.15					T4	19.13	B
P	T4	8	251.68	8.10	251.50					T2	28.50	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Fuente: El Autor

Anexo 6. Establecimiento del Cultivo



Fuente: El Autor

Anexo 7. Control de malezas



Fuente: El Autor

Anexo 8. Colocación de plásticos



Fuente: El Autor

Anexo 9. Aplicación de los productos



Fuente: El Autor

Anexo 10. Toma de datos en altura



Fuente: El Autor

Anexo 11. Recolección de las muestras



Fuente: El Autor

Anexo 12. Raíz



Fuente: El Autor

Anexo 13. Raíz



Fuente: El Autor



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Grijalva Arreaga, Christian Javier**, con C.C: # **0931052948** autor del Trabajo de Titulación: **Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el comportamiento agronómico de la variedad de arroz (Oryza sativa) SFL-011** 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, **13 de febrero del 2023**

f.

Grijalva Arreaga, Christian Javier

C.C: 0931052948



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el comportamiento agronómico de la variedad de arroz (<i>Oryza sativa</i>) SFL-011.		
AUTOR	Christian Javier Grijalva Arreaga		
REVISOR TUTOR	Ing. Alberto Peñalver Romeo, Ph. D.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad De Educación Técnica Para El Desarrollo		
CARRERA:	Carrera De Ingeniería Agropecuaria		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	13 de febrero del 2023	No. PÁGINAS:	58
AREAS TEMÁTICAS:	Agro ecología, Nutrición vegetal		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Fitohormona, bioestimulnte, arroz, fenología, manejo, fase vegetativa.		
<p>RESUMEN/ABSTRACT: El ensayo de campo de la investigación se desarrolló en el recinto La Delicia del cantón Salitre, se utilizaron los productos Activa, Nutrex P, Citokyn. El enfoque investigativo es de carácter cuantitativo con un alcance descriptivo y correlacional. Para el diseño experimental se estableció un número de cuatro tratamientos y ocho repeticiones. Las variables de estudio independientes son: altura de planta, número de macollos por m², longitud de raíz por m², peso seco de planta, y peso verde de la planta. Se aplicó el ANOVA paramétrico a los datos experimentales de las cuatro variables del estudio: altura de planta, numero de macollos por planta, longitud de raíz y pesos verdes y secos, encontrando diferencias significativas en todas las variables analizadas (p<0.05); para la variable peso seco se cumplió el supuesto de normalidad de distribución de residuos pero no el de igualdad de varianzas por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en todos los casos, cuyos resultados no modificaron los obtenidos mediante la prueba paramétrica de análisis de varianza. Los mejores índices en rendimientos se obtuvieron con el T2 (Activa), en dosis de 2 litro por hectárea.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: +593- 99 623 9969	E-mail: javier_grijalvaa@outlook.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Grijalva Arreaga, Christian Javier		
	Teléfono: +593- 99 623 9969		
	E-mail: christian.grijalva@cu.ucsg.edu.ec		
SECCION PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			