



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado a la Unidad de Titulación, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Efectos de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el
rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)”.

AUTOR:

Stalin Alexander Dávila Hidalgo

TUTOR:

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

"Efectos de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el
rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)"

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, MSc.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Edwin Hasang Morán, MSc.

VOCAL

Ing. Agr. David Mayorga Arias, MBA.

VOCAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Trabajo Experimental son de exclusividad del autor.

Stalin Alexander Dávila Hidalgo

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico exclusivamente a mis padres, abuelitos esposa e hija, quienes con el apoyo incondicional, moral y económico, consiguieron de mi ser una persona de principios y de esta manera poder cumplir mis sueños para poder llegar a ser un profesional eficiente y mejorar mis condiciones de vida.

AGRADECIMIENTO

Al terminar este proyecto, quiero dar un profundo agradecimiento a Dios que ha sido mi guía al recorrer este largo camino de mi vida estudiantil.

A mis padres, que sin ellos no hubiera logrado una meta más, quienes a pesar de las dificultades presentadas en la vida me brindaron siempre su apoyo.

A mis abuelitos, en especial a mi abuelita que estuvo siempre apoyándome incondicionalmente, siendo mí guía y pilar fundamental para que logre esta meta tan anhelada.

A mi esposa por su dedicación, compañía y paciencia y a mi hija por ser la motivación más grande por la cual me impulso día a día para tener una mejor calidad de vida.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. El cultivo de arroz.....	3
2.2. Fertilizantes ecológicos.....	4
2.3. Productos utilizados.....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental.....	11
3.2. Material genético.....	11
3.3. Métodos.....	11
3.4. Factores estudiados.....	12
3.5. Tratamientos.....	12
3.6. Diseño experimental.....	12
3.6.1. Esquema del análisis de varianza.....	13
3.7. Análisis funcional.....	13
3.8. Manejo del ensayo.....	13
3.8.1. Preparación del terreno.....	13
3.8.2. Siembra.....	13
3.8.3. Riego.....	13
3.8.4. Fertilización.....	13
3.8.5. Control de malezas.....	14
3.8.6. Control fitosanitario.....	14
3.8.7. Cosecha.....	14
3.9. Datos evaluados.....	14
3.9.1. Días de la floración.....	14
3.9.2. Altura de planta.....	15
3.9.3. Número de macollos.....	15
3.9.4. Número de panículas.....	15
3.9.5. Longitud de las panículas.....	15

3.9.6. Granos por panículas.....	15
3.9.7. Peso de 1000 granos.....	15
3.9.8. Rendimiento de grano.....	15
3.9.9. Análisis económico	16
IV. RESULTADOS.....	17
4.1. Días a floración	17
4.2. Altura de planta	17
4.3. Número de macollos/m ²	18
4.4. Número de panículas/m ²	18
4.5. Longitud de panículas	19
4.6. Granos por panículas	20
4.7. Peso de 1000 granos	21
4.8. Rendimiento.....	21
4.9. Análisis económico	21
V. CONCLUSIONES.....	24
VI. RECOMENDACIONES	25
VII. RESUMEN.....	26
VIII. SUMMARY.....	27
IX. BIBLIOGRAFÍA	28
X. APÉNDICE	32
10.1. Cuadros estadísticos	33
10.2. Fotografías.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	12
Cuadro 2. Días a floración y altura de planta en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.18	
Cuadro 3. Número de macollos y panículas/m ² en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.19	
Cuadro 4. Longitud de panículas y granos por panículas en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	20
Cuadro 5. Peso de 1000 granos y rendimiento en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.22	
Cuadro 6. Análisis económico/ha en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	23
Cuadro 7. Resultado de días a floración, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	33
Cuadro 8. Análisis de varianza de días a floración, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.33	
Cuadro 9. Altura de planta, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	34
Cuadro 10. Análisis de varianza de altura de planta, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.34	
Cuadro 11. Número de macollos/m ² , en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	35
Cuadro 12. Análisis de varianza de número de macollos/m ² , en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.....	35
Cuadro 13. Número de panículas/m ² , en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	36
Cuadro 14. Análisis de varianza de número de panículas/m ² , en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.....	36

Cuadro 15. Longitud de panículas, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	37
Cuadro 16. Análisis de varianza de longitud de panículas, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.....	37
Cuadro 17. Granos por panículas, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	38
Cuadro 18. Análisis de varianza de granos por panículas, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.....	38
Cuadro 19. Peso de 1000 granos, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	39
Cuadro 20. Análisis de varianza de peso de 1000 granos, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.....	39
Cuadro 21. Rendimiento (kg/ha), en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	40
Cuadro 22. Análisis de varianza del rendimiento (kg/ha), en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Terreno para la siembra	41
Fig. 2. Preparación del terreno	41
Fig. 3. Siembra del cultivo de arroz	42
Fig. 4. Cultivo en desarrollo.....	42
Fig. 5. Cultivo de arroz en desarrollo.....	43
Fig. 6. Control de malezas en el cultivo de arroz	43
Fig. 7. Visita del Ing. Marlon López, coordinador de Titulación.....	44
Fig. 8. Señalización del cultivo de arroz	44
Fig. 9. Evaluación de altura de planta al momento de la cosecha	45
Fig. 10. Cosecha del cultivo de arroz, variedad SLF-11	45
Fig. 11. Evaluación del peso de 1000 granos.....	46

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es un cereal indispensable para la alimentación, que se puede adquirir con facilidad en los momentos actuales por su bajo precio. Una de las propiedades relevantes es su alto contenido de almidón en un 70 – 80 % y entre el restante se encuentran las proteínas en cantidades de tiamina o vitamina B1, riboflavina o vitamina B2 y niacina o vitamina B3, así como fósforo y potasio, convirtiéndolo el alimento ideal que proporciona excelente fuente de energía para la población que lo consume.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 343 936 has, de las cuales se cosechan 332 988 con una producción de 1 239 269 tm. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 has, de las cuales se cosechan 110 386 has, alcanzando una producción de 359 569 tm.¹

El arroz, variedad “SFL-11”, en la actualidad es el material que se está promoviendo en nuestro país, porque la semilla es de menor costo y a su vez el cultivo es resistente a plagas y enfermedades, lo que conlleva a obtener elevados rendimientos.

Es necesario el aporte de ácidos húmicos, por los múltiples beneficios que aporta en el desarrollo de los cultivos: los extractos húmicos mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo, aumentando la actividad microbiana lo que ocasiona la reducción salina estimulando el crecimiento y desarrollo radicular, también ayuda a liberar lentamente las fuentes de N-P-K para la nutrición de las plantas, regulando el pH del suelo y aumentando la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

El bajo rendimiento en el cultivo de arroz, debido a la falta de aplicación de

¹Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2017. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

fertilizantes adecuados, en dosis y época correcta es uno de los principales problemas que presenta el cultivo, por ello la presente investigación tendrá como finalidad incrementar los rendimientos de la variedad de arroz “SFL-11”, mediante la aplicación de fertilizantes ecológicos en diferentes dosis.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar los efectos de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz.

1.1.2. Específicos

- Identificar el tratamiento más eficaz y económico con la aplicación de fertilizantes ecológicos.
- Estudiar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz a los tratamientos.
- Analizar económicamente los tratamientos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. El cultivo de arroz

Díaz y Chaparro (2013) mencionan que el arroz (*Oryza sativa*) es cultivado en 113 países, en todos los continentes y está profundamente integrado en el patrimonio cultural de muchas sociedades. Es considerado como uno de los cultivos de mayor importancia para la alimentación mundial, ya que es el alimento básico de más de la mitad de la población del mundo y el 40% depende de éste para el 80% de su dieta. Los sistemas basados en el arroz apoyan enormes reservas de agrobiodiversidad, que sirven para salvaguardar el medio ambiente, aumentar los medios de subsistencia y enriquecer la alimentación de la población

Acevedo et al (2013) señala que el cultivo del arroz, comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Este cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del trigo con respecto a superficie cosechada. El arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquiera de los otros cereales cultivados.

Ramírez et al. (2013) indica que el arroz constituye uno de los cereales básicos de la dieta humana, representando aproximadamente 20% de la ingestión mundial de energía y 15% del aporte de proteína. En los países más pobres del Asia, el consumo de arroz corresponde más de la mitad del aporte energético y proteico de esas poblaciones.

Díaz et al. (2015) indica que el arroz es uno de los cereales de mayor producción a nivel mundial y, junto con el trigo, la carne y el pescado, constituyen la base de la alimentación humana; el 75 % de la población mundial lo incluye en

su dieta alimenticia diaria y puede superar, en algunos casos, el consumo de otros cereales. Avances muy significativos se alcanzaron en la producción de arroz en Latinoamérica y el Caribe en las tres últimas décadas gracias al desarrollo de cultivares mejorados, utilización de prácticas más modernas de cultivo y a la mayor adopción de los nuevos cultivares por parte de los agricultores.

Castro *et al.* (2013) informa que actualmente por la crisis de energía y el alto costo de los fertilizantes, se le ha brindado considerable interés al uso de alternativas nutricionales más económicas, especialmente para aportar nitrógeno;.

Díaz y Chaparro (2013) mencionan que existen más de 2000 variedades de arroz cultivadas en el mundo. Las diferencias se refieren a la morfología de la planta y del grano, la calidad del grano, la resistencia al volcamiento, la precocidad, la ramificación, la resistencia y tolerancia a los factores bióticos (malezas, insectos y enfermedades) y abióticos (frío, sequía, acidez del suelo, carencias en elementos minerales primordiales, etc.) y la productividad física

El arroz es una gramínea autógama, que crece con mayor facilidad en los climas tropicales. Originariamente era una planta cultivada en seco, pero con las mutaciones se convirtió en semi-acuática, aunque puede crecer en medios bastante diversos, crece más rápidamente y con mayor vigor en un medio caliente y húmedo (Díaz y Chaparro, 2013)

2.2. Fertilizantes ecológicos

Subero *et al.* (2016) señala que el manejo inapropiado de los fertilizantes junto con el mayor uso de sistemas intensivos de producción pueden dar lugar a una disminución del nutriente disponible en el suelo y ocasionar deficiencias de cualquiera de ellos en el cultivo.

Álvarez *et al.* (2014) corroboran que los fertilizantes representan entre 12 % y 14% de los costos de producción del cultivo de arroz y en los últimos años, las

dosis de fertilización se ha incrementado para lograr mejores rendimientos, aspecto que influye en los costos de producción debido a que la mayoría de estos productos son importados.

Rojas y Moreno (2016) mencionan que los biofertilizantes son productos con base en microorganismos que están involucrados en los procesos nutritivos de las plantas. Además de los microorganismos, es necesario mejorar las condiciones de formulación de los productos para mantener la viabilidad y estabilidad en almacenamiento y campo.

Mendoza *et al.* (2013) manifiesta que en las últimas décadas, se han presentado cambios importantes en la producción y el consumo de alimentos en todo el mundo. Esta tendencia se vincula principalmente con una fuerte preocupación por la salud, nuevas exigencias en los gustos de los consumidores y una mayor conciencia de la importancia de la protección del medio ambiente. La agricultura orgánica es un sistema de producción con una alta utilización de mano de obra y con un mercado potencial aún sin explotar.

Álvarez *et al.* (2014) sostienen que la aplicación de grandes cantidades de enmiendas orgánicas a base de residuos vegetales, residuos ecológicos de animales, compost, entre otros, se ha incrementado pero su baja eficiencia ha terminado por afectar la rentabilidad del cultivo de arroz, debido a que la aplicación de enmiendas orgánicas, no es acompañada por una fertilización química adecuada.

Mendoza *et al.* (2013) manifiesta que los fertilizantes ecológicos ejercen un efecto multilateral sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, cuando se utilizan correctamente, elevan de manera adecuada la cosecha de los cultivos agrícolas.

Araujo *et al.* (2017), corrobora que el uso indiscriminado de fertilizantes químicos en la agricultura, aunque puede potenciar el rendimiento de los cultivos,

también ha contribuido a un empobrecimiento de las características biológicas del suelo y daños al medio ambiente. Por el contrario, se ha demostrado que la aplicación de fertilizantes ecológicos posee ventajas, ya que se puede lograr la fertilidad química, física y biológica del suelo con un menor impacto sobre el medio ambiente. Por otra parte, los costos de las aplicaciones de los fertilizantes ecológicos por hectárea son menores en comparación con los productos minerales de síntesis

Ávarez *et al.* (2014) informa que el mantenimiento de la capacidad productiva del suelo requiere integrar prácticas de nutrición vegetal y de mejoramiento del suelo que permitan un manejo adecuado de los nutrimentos para evitar su carencia o pérdidas por lixiviación, y de la materia orgánica para potenciar la biodiversidad edáfica y optimar las variables edáficas ligadas a su conservación.

Quirós y Ramírez (2016) indican que la degradación de la fertilidad en suelos sometidos a preparación física intensiva provoca mermas en la rentabilidad de diversos cultivos tropicales. Este problema se debe a la erosión y a la pérdida de la materia orgánica superficial, ocasionada por las prácticas de labranza convencional.

Huerta (2015) informa que debido a la fuente de nutrientes usada, los fertilizantes se dividen en minerales, también denominados de síntesis química, y ecológicos. En ambos casos existen provechos y desventajas asociados con su uso. Por un lado, una gran ventaja de los fertilizantes de síntesis química es que permiten obtener altos rendimientos en los cultivos durante periodos de tiempo cortos; entre sus desventajas está su alto costo ambiental y económico, siendo este último una limitante en los países del tercer mundo, donde los agricultores en ocasiones no pueden tener acceso a ellos.

Trujillo *et al.* (2014), sostiene que reportes experimentales destacan que la fertilización orgánica (FO) del suelo con residuos animales, vegetales y compostas es efectiva para el mejoramiento de la fertilidad. Los beneficios aportados por los

fertilizantes ecológicos en suelos influyen en incrementar el carbono ecológico del suelo, y mejoran la porosidad, la aireación, la tasa de infiltración de agua, la biodisponibilidad, solubilidad, difusión y la proporción de reacción de contaminantes hidrofóbicos. También los promueven el crecimiento de gramíneas.

Romero *et al.* (2014) señala que el uso excesivo de agroquímicos en la agricultura preocupa a los consumidores a nivel mundial, debido al alto grado de contaminantes que los frutos pudieran contener; además, de los problemas ambientales que estos pueden generar en los suelos agrícolas y aguas (superficiales y subterráneas) del planeta. Para reducir el impacto negativo de los agroquímicos en el medio ambiente y en la inocuidad de los diferentes cultivos, se recomiendan sistemas de producción orgánica u orgánicamineral que supriman o reduzcan el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, etc.

Huerta (2015) informa que por su parte, los fertilizantes ecológicos tienen enormes ventajas, no sólo económicas por ser baratos, sino también ambientales, como lo es su contribución en la remediación de suelos al mejorar sus propiedades físicas y químicas, al igual que la proliferación de microorganismos y diversidad biológica, además de mantener su fertilidad a largo plazo; en términos de producción representan una fuente importante de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y otros elementos nutritivos para los cultivos.

Romero *et al.* (2014) señala que los fertilizantes ecológicos son preparados de microorganismos que pueden ser aplicados al suelo y/o planta. Los microorganismos utilizados en los estos productos son capaces de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fosforo inecológico y mejorando la tolerancia al estrés hídrico, salinidad, metales pesados y exceso de pesticidas, por parte de la planta y/o poseer la capacidad de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos, dependiendo del grupo de microorganismos al que pertenezcan. Además de mejorar las características físicas del suelo y controlar algunas enfermedades del suelo que causan la pudrición de raíces, y un aumento en la actividad microbiana.

Jiménez *et al.* (2014) indica que la fertilidad de los suelos se puede incrementar con la aplicación de fertilizantes de tipo inecológico y ecológico. Los fertilizantes inecológicos (por ejemplo, la urea), si bien aumentan el nitrógeno disponible para la planta, no producen cambios importantes en la textura y población bacteriana en el suelo. A diferencia de estos, los de tipo ecológico sí producen efectos positivos sobre la textura del suelo, enriquece el medio con fauna y flora, especialmente de bacterias logrando un beneficio para la nutrición de cultivos.

Escamilla *et al.* (2013) indica que estudios realizados demuestran que la fertilización mineral en plantas aumenta la altura de éstas, el diámetro del tallo, el número de frutos y rendimiento, no así la fertilización orgánica y foliar; además la fertilización orgánica, mineral y foliar no influenció la producción de frutos deformes, número de frutos en la sección superior y la altura en la que inicia la fructificación de la planta.

González *et al.* (2013) indica que las propiedades del suelo mejoradas por la adición de fertilizantes ecológicos incluyen la disminución de la densidad aparente, el incremento de la retención de humedad, aumento de la materia orgánica, además mejoramiento de la fertilidad del suelo a través de mayores cantidades de macro y micronutrientes. Otros beneficios de los fertilizantes ecológicos es el aumento de la provisión de la demanda de carbono, nitrógeno y energía para el crecimiento, reproducción, en la diversidad microbiana y hongos. La incorporación de los fertilizantes en el suelo induce en la planta mayor desarrollo radicular, crecimiento, aumento de la biomasa vegetal y de frutos.

2.3. Productos utilizados.

Biotecdor (2018) indica que Robusterra es un producto que contiene moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica procedente de leonardita; la cual se somete a un proceso de activación química para extraer los ácidos húmicos y fúlvicos (sus componentes activos),

separándolos de otros componentes no solubles, como arcillas y huminas. Esta activación permite extraer toda la capacidad nutriente de la leonardita en poco tiempo, acelerando un proceso que, de forma natural se daría en el suelo al cabo de varios meses, además que lo vuelve altamente soluble. El ácido húmico influye en la fertilidad del suelo, por su efecto en el aumento de su capacidad de retener agua; contribuyen significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo resultando un crecimiento óptimo de la planta y en el incremento en la absorción de nutrientes.

Entre los beneficios de Robusterra están que aumenta el rendimiento de cosecha; mayor absorción de nutrientes; aumenta el crecimiento de organismos del suelo; estimula procesos bioquímicos y el crecimiento; estimula el desarrollo de raíces; ayuda en los estados de estrés de la planta; optimización de los fertilizantes; mejora de los suelos (Biotecdor, 2018).

Shenyang Humate Technology (2018), menciona que Huminrich Potasio es un polvo brillante, casi un 99,9% del producto soluble que se disuelve fácilmente en agua para crear soluciones húmico líquido. Los ácidos húmicos y fúlvicos polvo soluble en seco actúan como agentes quelantes naturales vinculantes a los nutrientes del suelo. Las raíces absorben estos ácidos húmicos compuestos de nutrientes de forma eficaz de aumentar la eficiencia de las plantas de absorción de nutrientes y disminuir las pérdidas de nutrientes causados por la lixiviación. En combinación con la fertilización, permite obtener el máximo provecho de su programa de fertilización y puede incluso reducir la cantidad de nutrientes aplicados. Contribuirá a mejorar la calidad del suelo, textura, la capacidad de retención de agua (retención) y la sostenibilidad, mientras que derribar la arcilla enrejados y reducir la acumulación de sodio en los suelos, utilizando un producto seco soluble, se puede hacer pequeños lotes de líquido cuando y donde sea necesario, almacenamiento y manipulación es mucho más simple y rentable.

Crystal Chemical (2018), corrobora que Germinox, es un activador de crecimiento de las semillas que se añade a las semillas al momento de la siembra. Cubre la semilla con una mezcla de ácido húmico y los siguientes micronutrientes esenciales: cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc. En cultivos de surco el tratamiento reduce de 2 a 4 días el tiempo de

germinación para trigo, soya, algodón, maíz, tomates y arroz, además de proporcionar una fuente alimenticia para las plantas.

Ventajas de uso de Germinox:

1. Hace al fertilizante y los nutrientes del suelo inmediatamente disponibles por su gran habilidad para traslocarlos.
2. El ácido húmico tiene una gran capacidad de intercambio de iones que moviliza el ión fosfato. Este ión se encuentra generalmente en los suelos, pero en forma no asimilable por las plantas.
3. El ácido húmico acondiciona el suelo y lo ayuda a retener mejor la humedad, lo que resulta en menor erosión con la consiguiente mejor utilización de los fertilizantes aplicados. Sus plantas tendrán más humedad disponible en tiempos cálidos y secos.
4. Fácil de aplicar.
5. Las plantas crecen más rápido y la competencia de las malezas es menor.
6. Al usar Germinox el ácido húmico “trabaja” inmediatamente y los cultivos crecen más rápido, parejo y con mayor vigor Crystal Chemical (2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo experimental se estableció en los terrenos de propiedad del Sr. Robinson Roberto Dávila Saltos, ubicado en el trayecto Babahoyo-San Juan, a 500 m de la vía Caracol, frente a la Bananera “San José”, entre las coordenadas geográficas de 110597.97 UTM de latitud Sur y 277438.26 UTM de longitud Oeste, con una altura de 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 25,60 °C; una precipitación anual 2298,8 mm, humedad 82% y 998.2 horas de heliofanía de promedio anual².

El suelo es de topografía plana, textura franco – arcillosa y drenaje regular.

3.2. Material genético

Como material de siembra se utilizaron semillas de arroz, variedad SFL-11, cuyas características son los siguientes³:

Altura de la planta	: 126 cm.
Macollamiento	: Intermedio.
Ciclo de cultivo	: 127 – 131 días promedio.
Potencial de rendimiento de cultivo	: 6 a 8 t/ha.
Desgrane	: Intermedio.
Peso de 1000 granos en cáscara	: 29g.
Índice de pilado	: 67%
Tamaño del grano	: 7.52 mm. descascarado
Centro blanco	: Ninguno

3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos inductivo - deductivo; deductivo – inductivo y experimental.

² Datos obtenidos de la Hda. La Julia. 2017

³ INDIA. 2017. Disponible en <http://www.proagro.com.ec/index.php/genetica-menu/semilla-de-arroz/sfl-11-detail.html>

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: variedad de arroz "SFL-11".

Variedad independiente: productos y dosis de fertilizantes ecológicos

3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes dosis de fertilizantes ecológicos nutricionales; descritos en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			
Nº	Producto	Dosis/ha	Época de aplicación (dds)
T1	Robusterra	0,5 kg	15 – 30- 45
T2	Robusterra	1,0 kg	15 – 30- 45
T3	Huminrich	0,5 kg	15 – 30- 45
T4	Huminrich	1,0 kg	15 – 30- 45
T5	Germinox 20	1,5 L	15 – 30- 45
T6	Germinox 20	3,0 L	15 – 30- 45
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	-----

dds= días después de la siembra

3.6. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

Cada parcela experimental estuvo constituida por dimensiones de 5,0 m de ancho por 6,0 m de longitud. La separación entre repeticiones o bloques fue de 1,0 m; no existiendo separación entre las parcelas experimentales. El área total del ensayo fue de 945 m².

3.6.1. Esquema del análisis de varianza

Se desarrolló el andeva mediante el siguiente esquema:

	FV	GL
Repeticiones	:	3
Tratamientos	:	6
Error experimental	:	18
Total	:	27

3.7. Análisis funcional

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza, utilizándose la prueba de significancia de Tukey al 95% de probabilidad para las comparaciones de las medias de los tratamientos.

3.8. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo, tales como:

3.8.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se efectuó mediante dos pases de romplow y uno de rastra liviana, con el pronóstico de que el suelo quede suelto para depositar la semilla.

3.8.2. Siembra

La siembra se efectuó al voleo a una densidad de 100 kg/ha.

3.8.3. Riego

El cultivo de arroz se manejó bajo el sistema de secano, por tanto estuvo a expensas de las lluvias.

3.8.4. Fertilización

Se aplicaron los fertilizantes ecológicos de manera foliar, con las dosis propuestas en los tratamientos (Cuadro 1), a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

La fertilización base fue química con 180 – 60 – 150 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo, y Potasio, utilizando como fuente de fertilización Urea (46 % de N), DAP (18 % de N y 46 % de P₂O₅) y Muriato de potasio (60 % de K₂O); el nitrógeno se aplicó a las 20, 40 y 60 días después de la siembra, mientras que el fósforo y potasio al momento de la siembra.

3.8.5. Control de malezas

En preemergencia se aplicó Gamit (*Clomazone*), en dosis de 800 cc/ha, en postemergencia se aplicó Propanil en dosis de 4,0 L/ha a los 10 días. Después de la siembra y posteriormente Checker (*Pyrazosulfuron-Ethyl*), en dosis de 300 g/ha a los 30 días después de la siembra, calculado en 200 litros de agua.

3.8.6. Control fitosanitario

Para el control preventivo de insectos como *Hydrellia* sp. se utilizó Engeo (*Thiametoxam + Lambdacyhalotrina*) en dosis de 200 cm³/ha a los 20 días después de la siembra. Posteriormente para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Clorpirifos en dosis de 750 cm³/ha a los 40 días después de la siembra.

Además para el control preventivo de enfermedades se utilizó Nativo (*Trifloxistrobin + Tebuconazole*) en dosis de 0,6 L/ha a los 51 días después de la siembra.

3.8.7. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presente la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos.

3.9. Datos evaluados

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos dentro del área de la parcela experimental:

3.9.1. Días de la floración

Es el tiempo comprendido desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron panículas completamente fuera de la hoja envainadora.

3.9.2. Altura de planta

Se tomó a la cosecha, es la distancia desde el nivel del suelo al ápice de la espiga más sobresaliente, en cinco plantas tomadas al azar, se expresó en cm.

3.9.3. Número de macollos

Al la cosecha, dentro del área útil de cada parcela experimental, se lanzó un cuadro con área de m^2 , donde se contabilizó el número de macollos.

3.9.4. Número de panículas

En el mismo metro cuadrado en que se evaluaron los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada parcela experimental.

3.9.5. Longitud de las panículas

Se tomó al azar 5 panículas en cada parcela experimental y se midió la longitud desde la base al ápice de la panícula, excluyendo las aristas, luego se obtuvo su promedio en cm.

3.9.6. Granos por panículas

Se tomaron 5 panículas al azar por parcela experimental y se contabilizaron los granos, sus resultados se expresaron en gramos.

3.9.7. Peso de 1000 granos

Se tomaron 1000 granos, libres de daños de insectos y enfermedades por cada parcela experimental, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión cuyos pesos se expresaron en gramos.

3.9.8. Rendimiento de grano

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental. El peso se ajustó al 14 % de humedad y se transformó a kilogramos por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula siguiente⁴:

⁴ Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. 2017

$$Pu = \frac{Pa (100 - ha)}{(100 - hd)}$$

Dónde:

Pu= peso uniformizada

Pa= peso actual

Ha= humedad actual

Hd=humedad deseada

3.9.9. Análisis económico

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de producción de cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Días a floración

En el Cuadro 2 se registran los promedios de días a floración; el análisis de varianza reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 4,80 %.

El tratamiento testigo, donde no se aplicaron fertilizantes ecológicos tardó en florecer con 79,1 días, estadísticamente igual a los demás tratamientos, excepto en el tratamiento que se utilizó Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha (70,3 días) y Robusterra en dosis de 1,0 kg/ha (70,5 días) que florecieron en menor tiempo.

4.2. Altura de planta

La variable altura de planta muestra sus promedios en el mismo Cuadro 2. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,18 %.

El fertilizante ecológico Huminrich en dosis de 0,5 kg obtuvo mayor altura de planta, con 104,1 cm, estadísticamente igual a los tratamientos que se aplicó Robusterra en dosis de 0,5 kg/ha; Huminrich en dosis de 1,0 kg/ha; Germinox 20 en dosis de 1,5 y 3,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor valor para el tratamiento testigo, que no utilizó productos ecológicos, con 91,4 cm.

Cuadro 2. Días a floración y altura de planta en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Días a floración	Altura de planta (cm)
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Robusterra	0,5 kg	76,2 ab	101,2 ab
T2	Robusterra	1,0 kg	70,5 b	95,5 bc
T3	Huminrich	0,5 kg	70,3 b	104,1 a
T4	Huminrich	1,0 kg	75,0 ab	99,9 ab
T5	Germinox 20	1,5 L	76,0 ab	101,0 ab
T6	Germinox 20	3,0 L	74,5 ab	99,5 ab
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	79,1 a	91,4 c
Promedio general			57,7	77,0
Significancia estadística			*	**
Coeficiente de variación (%)			4,80	3,18

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.3. Número de macollos/m²

En lo que respecta a la variable número de macollos/m², el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,55 % (Cuadro 3).

Cuando se usó Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha se presentó mayor número de macollos/m² con 395; estadísticamente igual al resto de tratamientos que se aplicaron varios fertilizantes ecológicos y superiores estadísticamente al tratamiento testigo, con 359 macollos/m².

4.4. Número de panículas/m²

El análisis de varianza reflejó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 4,11 %, según registro del Cuadro 3.

La variedad de arroz SFL-11 mostró mayor número de panículas/m² cuando se utilizó Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha con 391 panículas, estadísticamente igual a los tratamientos que se emplearon fertilizantes ecológicos como Robusterra en dosis de 0,5 y 1,0 kg/ha; Huminrich en dosis de 1,0 kg/ha; Germinox 20 con dosis de 1,5 y 3,0 L/ha y superiores estadísticamente al tratamiento testigo, con 330 panículas/m².

Cuadro 3. Número de macollos y panículas/m² en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Número de	Número de
Nº	Producto	Dosis/ha	macollos/m ²	panículas/m ²
T1	Robusterra	0,5 kg	391 a	366 a
T2	Robusterra	1,0 kg	393 a	387 a
T3	Huminrich	0,5 kg	395 a	391 a
T4	Huminrich	1,0 kg	392 a	369 a
T5	Germinox 20	1,5 L	388 a	374 a
T6	Germinox 20	3,0 L	387 a	358 ab
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	359 b	330 b
Promedio general			301	286
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			1,55	4,11

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.5. Longitud de panículas

En el Cuadro 4 se observan los resultados de la variable longitud de panículas, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 2,51 %.

El uso de Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha reportó 27,3 cm de longitud de panícula, estadísticamente igual al resto de tratamientos que se aplicaron los fertilizantes ecológicos y superiores estadísticamente al tratamiento testigo, con

21,7 cm.

4.6. Granos por panículas

En la variable granos por panículas el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,09 %.

En el tratamiento que se empleó Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha se obtuvo mayor número de granos por panículas (84,8), estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Robusterra en dosis de 0,5 y 1,0 kg/ha; Huminrich en dosis de 1,0 kg/ha; Germinox 20 dosis de 1,5 L/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El tratamiento testigo, presentó el menor valor (74,2 granos).

Cuadro 4. Longitud de panículas y granos por panículas en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Longitud de panículas (cm)	Granos por panículas
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Robusterra	0,5 kg	26,4 a	83,7 a
T2	Robusterra	1,0 kg	26,5 a	83,0 ab
T3	Huminrich	0,5 kg	27,3 a	84,8 a
T4	Huminrich	1,0 kg	26,2 a	83,1 ab
T5	Germinox 20	1,5 L	26,0 a	81,5 ab
T6	Germinox 20	3,0 L	26,3 a	77,8 bc
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	21,7 b	74,2 c
Promedio general			20,0	63,1
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			2,51	3,09

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.7. Peso de 1000 granos

El peso de 1000 granos presenta sus resultados en el Cuadro 5. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 8,23 %.

El fertilizante ecológico Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha superó los promedios con 22,6 g, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Robusterra en dosis de 0,5 y 1,0 kg/ha; Huminrich en dosis de 1,0 kg/ha; Germinox 20 dosis de 3,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el testigo sin aplicación de producto el que generó menor promedio con 17,1 g.

4.8. Rendimiento

En el mismo Cuadro 5 se observan los valores de rendimiento en kg/ha. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 7,84 %.

El producto Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha fue el tratamiento que registró mayor promedios con 5311,0 kg/ha, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó Robusterra en dosis de 0,5 y 1,0 kg/ha; Huminrich en dosis de 1,0 kg/ha; Germinox 20 dosis de 3,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor promedio lo alcanzó el testigo sin aplicación de fertilizantes ecológicos con 3827,5 kg/ha.

4.9. Análisis económico

En el Cuadro 6 se observan el análisis económico. El costo fijo generado para producir una hectárea de arroz es de \$ 1234,6, dando como mayor beneficio neto cuando se utilizó Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha con \$ 304,41

Cuadro 5. Peso de 1000 granos y rendimiento en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Peso de	Rendimiento
Nº	Producto	Dosis/ha	1000 granos (g)	(kg/ha)
T1	Robusterra	0,5 kg	19,1 abc	4482,6 abc
T2	Robusterra	1,0 kg	19,7 abc	4629,5 abc
T3	Huminrich	0,5 kg	22,6 a	5311,0 a
T4	Huminrich	1,0 kg	21,7 ab	5105,4 ab
T5	Germinox 20	1,5 L	18,8 bc	4406,3 bc
T6	Germinox 20	3,0 L	20,5 abc	4811,6 ab
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	17,1 c	3827,5 c
Promedio general			15,5	3619,3
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			8,23	7,84

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 6. Análisis económico/ha en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Rend. kg/ha	sacas/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)	
N°	Producto	Dosis/ha				Fijos	Variables	Total			
						Productos	Jornales para tratamientos	Cosecha + Transporte			
T1	Robusterra	0,5 kg	4482,6	49,3	1577,9	1234,6	49,50	72,00	172,58	1528,67	49,22
T2	Robusterra	1,0 kg	4629,5	50,9	1629,6	1234,6	99,00	72,00	178,24	1583,82	45,76
T3	Huminrich	0,5 kg	5311,0	58,4	1869,5	1234,6	54,00	72,00	204,47	1565,06	304,41
T4	Huminrich	1,0 kg	5105,4	56,2	1797,1	1234,6	108,00	72,00	196,56	1611,14	185,95
T5	Germinox 20	1,5 L	4406,3	48,5	1551,0	1234,6	94,50	72,00	169,64	1570,73	-19,73
T6	Germinox 20	3,0 L	4811,6	52,9	1693,7	1234,6	189,00	72,00	185,25	1680,83	12,86
T7	Si aplicación de (Testigo) producto	-----	3827,5	42,1	1347,3	1234,6	0,00	0,00	147,36	1381,94	-34,66

Robusterra = \$ 16,50 (500 g)

Huminrich = \$ 18,0 (500 g)

Germinox 20 = \$ 21,0 (L)

Jornal = \$ 12,00

Costo Saca de 200 lb= \$ 32

Cosecha + transporte = \$ 3,50

V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el trabajo experimental, se puede concluir lo siguiente:

- La aplicación de fertilizantes ecológicos obtuvieron efectos positivos sobre el rendimiento del cultivo de arroz, variedad SFL-11.
- El tratamiento que floreció en menor tiempo fue Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha.
- Las características agronómicas como altura de planta, macollos y panículas/m², longitud de panículas, granos por panícula y peso de 1000 granos sobresalieron cuando se aplicó Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha.
- El rendimiento alcanzó mayores promedios utilizando el fertilizante ecológico Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha con 5311,0 kg/ha.
- El beneficio neto más alto se obtuvo con la aplicación de Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha, con \$ 304,41

VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto se recomienda:

- Aplicar como fertilizante ecológico Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha por registrar efectos positivos sobre el rendimiento del cultivo de arroz, variedad SFL-11.
- Efectuar investigaciones con Huminrich en otras variedades de arroz para comparar resultados.
- Realizar el mismo ensayo bajo condiciones de riego.

VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se estableció en los terrenos de propiedad del Sr. Robinson Roberto Dávila Saltos, ubicado en el trayecto Babahoyo-San Juan, a 500 m de la vía Caracol, frente a la Bananera “San José”, entre las coordenadas geográficas de 110597.97 UTM de latitud Sur y 277438.26 UTM de longitud Oeste, con una altura de 8 m.s.n.m. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 25,60 °C; una precipitación anual 2298,8 mm, humedad 82% y 998.2 horas de heliofanía de promedio anual. Como material de siembra se utilizaron semillas de arroz, variedad SFL11. Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes dosis de fertilizantes ecológicos nutricionales tales como Robusterra en dosis de 0,5 y 1,0 kg/ha; Huminrich dosis de 0,5 y 1,0 kg/ha; Germinox 20 en dosis de 1,5 y 3,0 L/ha más un tratamiento testigo sin aplicación del producto. Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones, la prueba de significancia utilizada fue de Tukey al 95 % de probabilidad. Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo como preparación del terreno, siembra, riego, fertilización, control de malezas, control fitosanitario y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos de días de floración, altura de planta, número de macollos y panículas, longitud de las panículas, granos por panículas, peso de 1000 granos, rendimiento de grano y análisis económico. Por los resultados obtenidos se determinó que la aplicación de fertilizantes ecológicos obtuvieron efectos positivos sobre el rendimiento del cultivo de arroz, variedad SFL11; el tratamiento testigo tardó en florecer, por lo que se refleja la importancia de aplicar fertilizantes ecológicos; las características agronómicas como altura de planta, macollos y panículas/m², longitud de panículas y granos por espiga sobresalió cuando se aplicó Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha y el peso de 1000 granos, rendimiento y análisis económico alcanzó mayores promedios utilizando el fertilizante ecológico Huminrich en dosis de 0,5 kg/ha, con beneficio neto de \$ 304,41

Palabras claves: fertilizantes ecológicos, rendimiento, arroz, Robusterra, Huminrich, Germinox 20.

VIII. SUMMARY

The present experimental work was established on the land owned by Mr. Robinson Roberto Dávila Saltos, located on the Babahoyo-San Juan route, 500 m from the Caracol road, in front of the "San José" Bananera, between the geographic coordinates of 110597.97 UTM south latitude and 277438.26 UTM west longitude, with a height of 8 masl. The zone presents a humid tropical climate, with an average temperature of 25.60 ° C; an annual precipitation of 2298.8 mm, humidity 82% and 998.2 hours of annual average heliophany. Seeds of rice, variety SFL11 were used as seed material. The treatments were constituted by the different doses of ecological nutritional fertilizers such as Robusterra in doses of 0.5 and 1.0 kg / ha; Huminrich doses of 0.5 and 1.0 kg / ha; Germinox 20 in doses of 1.5 and 3.0 L / ha plus a control treatment without application of the product. The experimental design of Complete Blocks at Random was used with seven treatments and four repetitions, the test of significance used was Tukey at 95% probability. All the necessary agricultural work in rice cultivation was carried out for its normal development as land preparation, sowing, irrigation, fertilization, weed control, phytosanitary control and harvest. To estimate the effects of the treatments, the following data were taken: flowering days, plant height, number of tillers and panicles, length of the panicles, grains per panicles, weight of 1000 grains, grain yield and economic analysis. Based on the results obtained, it was determined that the application of ecological fertilizers had positive effects on the yield of rice cultivation, variety SFL11; the control treatment took time to flower, so the importance of applying ecological fertilizers is reflected; the agronomic characteristics such as plant height, tillers and panicles / m², length of panicles and grains per spike stood out when Huminrich was applied at a dose of 0.5 kg / ha and the weight of 1000 grains, yield and economic analysis reached higher averages using Huminrich ecological fertilizer in doses of 0.5 kg / ha, with a net profit of \$ 304.41

Key words: ecological fertilizers, rice, yield, Robusterra, Huminrich, Germinox 20.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, M., Castrillo, W., Belmonte, U. (2013). Trabajo especial origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*. versión impresa ISSN 0002-192X. *Agronomía Trop.* v.56 n.2 Maracay. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002-192X2006000200001&script=sci_arttext

Álvarez, J., Daza, M., Mendoza, C. (2014) Aplicación de un fertilizante enriquecido con silicio y materia orgánica en arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado en Ibagué y El Guamo (Tolima, Colombia) *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, vol. 61, núm. 2, pp. 4605-4617 Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia

Araujo, E., Valdivia, A., Pérez, Y., Rodríguez, S., Abreu, E. (2017). Uso de fertilizantes ecológicos y químicos en el cultivo del arroz. Convenio Cuba-Venezuela, Misión Sucre. Estado de Cojedes, Venezuela.

Ávarez, J., Gómez, D., León, S., Gutiérrez, A. (2014). Manejo integrado de fertilizantes y abonos ecológicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, vol. 44, núm. 5, julio-agosto, pp. 575-586 Colegio de Postgraduados Texcoco, México

Biotehdor. (2018). Producto Robusterra. Disponible en http://www.biotehdor.com/productos/fichas_tecnicas/FT_R_HA1.pdf

Castro, R.; Novo, R.; Castro, R. I. (2013). Uso del género azolla como biofertilizante en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) *Cultivos Tropicales*, vol. 23, núm. 4, pp. 5-10 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba

Crystal chemical (2018). Producto Germinox. Disponible en http://www.crystal-chemical.com/pagina_n20.htm

Díaz, C., Chaparro, A. (2013) Métodos y usos agrícolas de la ingeniería genética

aplicada al cultivo del arroz Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XIV, núm. 2, diciembre, 2013, pp. 179-195 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia

Díaz, S., Morejón, R., Onicka, O., Castro, R. (2015) evaluación de nuevas líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidas por hibridaciones dentro del programa de mejoramiento genético del cultivo en cuba. Cultivos Tropicales, vol. 36, núm. 3, julio-septiembre, 2015, pp. 115-123 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba

Escamilla, J., Saucedo, C., Martínez, M., Martínez, Á., Sánchez, P., Soto, R. (2013). Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de cultivos. Terra Latinoamericana, vol. 21, núm. 2, abril-junio, pp. 157-166 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México

González, A., Rivera, M., Ortiz, C., Almaraz, J., Trujillo, A., Cruz, G., Navarro, G. (2013). Uso de fertilizantes ecológicos para la mejora de propiedades químicas y microbiológicas del suelo y del crecimiento del cítrico Citrange troyer Universidad y Ciencia, vol. 29, núm. 2, pp. 123-139 Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Villahermosa, México

Huerta, E., Cruz, J., Aguirre, L., Caballero, R., Pérez, L. (2015) Toxicidad de fertilizantes ecológicos estimada con bioensayo de germinación de lechuga. Terra Latinoamericana, vol. 33, núm. 2, pp. 179-185 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México

Jiménez, O., Granados, L.; Oliva, J.; Quiroz, J.; Barrón, M. (2014). Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos Archivos de Zootecnia, vol. 59, núm. 228, pp. 561-570 Universidad de Córdoba Córdoba, España

Mendoza, H., Carrillo, J. Perales, C., Ruiz, J. (2013) Evaluación de fuentes de fertilización orgánica para tomate de invernadero en Oaxaca, México.

- Quirós, R., Ramírez, C. (2016) Evaluación financiera de la fertilización nitrogenada del cultivo de arroz en siembra directa sobre rastrojos *Agronomía Costarricense*, vol. 30, núm. 1, enero-junio, pp. 75-85 Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica
- Ramírez, D., Dias, L., Zaczuk, P., Piler, C., Ramírez, J. (2013). Calidad del arroz de tierras altas en función del tiempo de cocción y del cultivar de arroz. *Scientia Agraria*, vol. 11, núm. 2, pp. 163-173 Universidad Federal do Paraná Paraná, Brasil
- Rojas, J., Moreno, N. (2016). Producción y formulación de prototipos de un biofertilizante a partir de bacterias nativas asociadas al cultivo de arroz (*Oryza sativa*). *Rev. colomb. biotecnol.*, Volumen 10, Número 2, p. 50-62. ISSN electrónico 1909-8758. ISSN impreso 0123-3475.
- Romero, C., Ocampo, J., Sandoval, E., Tobar, J. (2014). Fertilización orgánica - mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai*, vol. 8, núm. 3, pp. 41-49 Universidad Autónoma Indígena de México El Fuerte, México
- Shenyang Humate Technology Co., Ltd. (2018). Producto Huminrich. Disponible en https://es.made-in-china.com/co_huminrich/product_Huminrich-Plant-Feeds-Multifunction-Fertilizer-Corn-Based-Amino-Acid-Fertilizer_esnnuhuy.html
- Subero, N., Ramírez, R., Sequera, O., Parra, J. (2016) Fraccionamiento de fósforo en suelos cultivados con arroz por largos períodos de tiempo. *Relación fósforo ecológicoinecológico Bioagro*, vol. 28, núm. 2, pp. 81-86 Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela
- Trujillo, A., Rivera, M., Lagunes, L., Palma, D., Sánchez, S., Ramírez, G. (2014) Uso de fertilizantes ecológicos en la enmendación de un fluvisol restaurado

tras la contaminación con petróleo Interciencia, vol. 39, núm. 4, pp. 266-273
Asociación Interciencia Caracas, Venezuela

X.APÉNDICE

10.1. Cuadros estadísticos

Cuadro 7. Resultado de días a floración, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Robusterra	0,5 kg	79	74	78	74	76
T2	Robusterra	1,0 kg	73	72	68	69	70
T3	Huminrich	0,5 kg	64	74	69	74	70
T4	Huminrich	1,0 kg	74	76	72	78	75
T5	Germinox 20	1,5 L	74	73	78	79	76
T6	Germinox 20	3,0 L	74	72	75	77	75
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	78	79	79	80	79

Cuadro 8. Análisis de varianza de días a floración, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	365,46	9	40,61	3,20	0,0172
Tratamientos	333,36	6	55,56	4,37	0,0068
Rep	32,11	3	10,70	0,84	0,4883
Error	228,64	18	12,70		
<u>Total</u>	<u>594,11</u>	<u>27</u>			

Cuadro 9. Altura de planta, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Robusterra	0,5 kg	104,0	98,6	102,8	99,4	101,2
T2	Robusterra	1,0 kg	98,4	96,5	93,2	93,8	95,5
T3	Huminrich	0,5 kg	103,2	103,8	104,4	105,0	104,1
T4	Huminrich	1,0 kg	100,1	99,6	96,7	103,2	99,9
T5	Germinox 20	1,5 L	98,7	98,2	103,2	104,0	101,0
T6	Germinox 20	3,0 L	98,6	97,4	99,7	102,3	99,5
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	83,7	95,6	89,9	96,2	91,4

Cuadro 10. Análisis de varianza de altura de planta, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	453,18	9	50,35	5,10	0,0016
Tratamientos	427,72	6	71,29	7,21	0,0005
Rep	25,46	3	8,49	0,86	0,4803
Error	177,87	18	9,88		
<u>Total</u>	<u>631,04</u>	<u>27</u>			

Cuadro 11. Número de macollos/m², en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Robusterra	0,5 kg	387	384	394	400	391
T2	Robusterra	1,0 kg	400	388	383	399	393
T3	Huminrich	0,5 kg	392	396	392	398	395
T4	Huminrich	1,0 kg	400	392	392	383	392
T5	Germinox 20	1,5 L	386	389	390	387	388
T6	Germinox 20	3,0 L	387	390	385	387	387
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	351	364	363	359	359

Cuadro 12. Análisis de varianza de número de macollos/m², en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	3596,71	9	399,63	11,11	<0,0001
Tratamientos	3581,43	6	596,90	16,59	<0,0001
Rep	15,29	3	5,10	0,14	0,9337
Error	647,71	18	35,98		
<u>Total</u>	<u>4244,43</u>	<u>27</u>			

Cuadro 13. Número de panículas/m², en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Robusterra	0,5 kg	384	342	360	379	366
T2	Robusterra	1,0 kg	398	381	372	396	387
T3	Huminrich	0,5 kg	379	395	390	398	391
T4	Huminrich	1,0 kg	382	374	346	374	369
T5	Germinox 20	1,5 L	378	384	371	362	374
T6	Germinox 20	3,0 L	372	342	378	341	358
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	362	324	321	312	330

Cuadro 14. Análisis de varianza de número de panículas/m², en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	11099,75	9	1233,31	5,40	0,0012
Tratamientos	9810,50	6	1635,08	7,16	0,0005
Rep	1289,25	3	429,75	1,88	0,1688
Error	4109,50	18	228,31		
<u>Total</u>	<u>15209,25</u>	<u>27</u>			

Cuadro 15. Longitud de panículas, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Robusterra	0,5 kg	26,6	25,6	26,4	26,8	26,4
T2	Robusterra	1,0 kg	26,9	26,2	26,3	26,6	26,5
T3	Huminrich	0,5 kg	27,8	27,0	27,2	27,0	27,3
T4	Huminrich	1,0 kg	26,9	26,9	25,9	24,9	26,2
T5	Germinox 20	1,5 L	25,4	26,4	26,2	26,1	26,0
T6	Germinox 20	3,0 L	25,6	26,6	26,8	26,2	26,3
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	20,6	21,9	22,7	21,6	21,7

Cuadro 16. Análisis de varianza de longitud de panículas, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	80,88	9	8,99	21,42	<0,0001
Tratamientos	80,45	6	13,41	31,96	<0,0001
Rep	0,43	3	0,14	0,34	0,7973
Error	7,55	18	0,42		
<u>Total</u>	<u>88,43</u>	<u>27</u>			

Cuadro 17. Granos por panículas, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Robusterra	0,5 kg	87,4	80,5	82,5	84,3	83,7
T2	Robusterra	1,0 kg	83,2	82,3	83,2	83,2	83,0
T3	Huminrich	0,5 kg	84,9	82,5	86,5	85,2	84,8
T4	Huminrich	1,0 kg	84,1	82,4	80,1	85,6	83,1
T5	Germinox 20	1,5 L	82,3	80,5	82,3	80,8	81,5
T6	Germinox 20	3,0 L	79,0	79,0	76,0	77,0	77,8
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	76,0	73,0	79,9	68,0	74,2

Cuadro 18. Análisis de varianza de granos por panículas, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	367,37	9	40,82	6,48	0,0004
Tratamientos	344,30	6	57,38	9,10	0,0001
Rep	23,07	3	7,69	1,22	0,3312
Error	113,47	18	6,30		
<u>Total</u>	<u>480,84</u>	<u>27</u>			

Cuadro 19. Peso de 1000 granos, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Robusterra	0,5 kg	20,1	19,1	17,5	19,6	19,1
T2	Robusterra	1,0 kg	19,2	20,9	18,9	19,8	19,7
T3	Huminrich	0,5 kg	20,2	21,7	23,6	24,9	22,6
T4	Huminrich	1,0 kg	20,1	21,2	20,7	24,9	21,7
T5	Germinox 20	1,5 L	19,1	16,2	19,7	20,0	18,8
T6	Germinox 20	3,0 L	19,2	22,7	19,5	20,5	20,5
T7 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	17,1	18,2	18,0	15,1	17,1

Cuadro 20. Análisis de varianza de peso de 1000 granos, en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	90,63	9	10,07	3,75	0,0082
Tratamientos	83,33	6	13,89	5,17	0,0030
Rep	7,30	3	2,43	0,91	0,4578
Error	48,39	18	2,69		
<u>Total</u>	<u>139,02</u>	<u>27</u>			

Cuadro 21. Rendimiento (kg/ha), en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Robusterra	0,5 kg	4723,5	4488,5	4112,5	4606,0	4482,6
T2	Robusterra	1,0 kg	4512,0	4911,5	4441,5	4653,0	4629,5
T3	Huminrich	0,5 kg	4747,0	5099,5	5546,0	5851,5	5311,0
T4	Huminrich	1,0 kg	4723,5	4982,0	4864,5	5851,5	5105,4
T5	Germinox	1,5 L					
	20		4488,5	3807,0	4629,5	4700,0	4406,3
T6	Germinox	3,0 L					
	20		4512,0	5334,5	4582,5	4817,5	4811,6
T7	Si	-----					
(Testigo)	aplicación						
	de producto		3897,4	3876,3	3987,9	3548,5	3827,5

Cuadro 22. Análisis de varianza del rendimiento (kg/ha), en el efecto de la aplicación de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	6199792,21	9	688865,80	5,18	0,0015
Tratamientos	5738569,03	6	956428,17	7,19	0,0005
Rep	461223,17	3	153741,06	1,16	0,3536
Error	2392777,25	18	132932,07		
<u>Total</u>	<u>8592569,45</u>	<u>27</u>			

10.2. Fotografías



Fig. 1. Terreno para la siembra



Fig. 2. Preparación del terreno



Fig. 3. Siembra del cultivo de arroz



Fig. 4. Cultivo en desarrollo



Fig. 5. Cultivo de arroz con un período de 50 días después de la siembra .



Fig. 6. Control de malezas en el cultivo de arroz



Fig. 7. Visita del Ing. Marlon López, coordinador de Titulación



Fig. 8. Señalización del cultivo de arroz



Fig. 9. Evaluación de altura de planta al momento de la cosecha



Fig. 10. Cosecha del cultivo de arroz, variedad SFL-11



Fig. 11. Evaluación del peso de 1000 granos