



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



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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

TEMA:

“Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico “Biol  
mineralizado” en el rendimiento del cultivo de col morada (*Brassica  
oleracea*) en la zona de Babahoyo”

AUTORA:

Gloria Isabel Muñoz Vera

TUTORA:

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, 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:

**INGENIERA AGROPECUARIA**


**TEMA:**

"Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico "Biol  
mineralizado" en el rendimiento del cultivo de col morada (*Brassica  
oleracea*) en la zona de Babahoyo"

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

  
Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.  
**PRESIDENTE**

  
Ing. Agr. Marlon López Izuneta, MSc.  
**VOCAL**

  
Ing. Agr. Emma Lombeida García, MBA.  
**VOCAL**

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

*Gloria Muñoz V*  
Gloria Isabel Muñoz Vera

---

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a DIOS, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor logrado concluir mi carrera.

A mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome sus apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanas (o) y mis sobrinos (a) por sus palabras y compañías.

A mi hija por ser la razón de mi vida, por brindarme su amor, su confianza para realizarme profesionalmente, a mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para realizar mi meta.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

Le doy gracias a mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

A mi hija por todo su amor brindado y por siempre buscar la manera de hacerme sonreír.

# CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Objetivos.....	2
1.1.1.	General.....	2
1.1.2.	Específicos.....	2
II.	MARCO TEÓRICO.....	3
2.1.	Generalidades del cultivo de col morada.....	3
2.2.	Efecto de biofertilizantes orgánicos en los cultivos.....	4
2.3.	Estudios realizados.....	10
2.4.	Eficacia del “Súper Biol mineralizado”.....	11
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1.	Ubicación y descripción del sitio experimental.....	14
3.2.	Material genético.....	14
3.3.	Factores estudiados.....	14
	Variable independiente: Dosis del biofertilizante “Biol mineralizado”.....	14
3.4.	Métodos.....	15
3.5.	Tratamientos.....	15
3.6.	Diseño experimental.....	15
3.6.1.	Características del lote experimental.....	16
3.6.2.	Análisis de varianza.....	16
3.7.	Manejo del ensayo.....	16
3.7.1.	Preparación del semillero.....	16
3.7.2.	Preparación del suelo.....	16
3.7.3.	Trasplante.....	17
3.7.4.	Riego.....	17
3.7.5.	Control fitosanitario.....	17
3.7.6.	Fertilización.....	17
3.7.7.	Control de malezas.....	17
3.7.8.	Cosecha.....	18
3.8.	Datos evaluados.....	18
3.8.1.	Porcentaje de prendimiento.....	18
3.8.2.	Altura de planta.....	18
3.8.3.	Diámetro del repollo.....	18
3.8.4.	Peso del repollo.....	18

3.8.5. Rendimiento .....	19
3.8.6. Análisis económico .....	19
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Porcentaje de prendimiento .....	20
4.2. Altura de planta .....	21
4.3. Diámetro del repollo .....	22
4.4. Peso del repollo .....	22
4.5. Rendimiento .....	23
V. CONCLUSIONES.....	27
VI. RECOMEDACIONES.....	28
VII. RESUMEN.....	29
VIII. SUMMARY .....	31
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	33
X. APÉNDICE .....	36
Cuadros de resultados y análisis de varianza .....	37
Fotografías .....	43

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico Súper Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017 .....	15
Cuadro 2. Porcentaje de prendimiento, en la eficacia del biofertilizante orgánico Súper Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017.....	20
Cuadro 3. Altura de planta a los 60 días después del trasplante y a la cosecha, en la eficacia del biofertilizante orgánico Súper Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017 .....	22
Cuadro 4. Diámetro y peso de la pella, en la eficacia del biofertilizante orgánico Súper Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017.....	23
Cuadro 5. Rendimiento (kg/ha), en la eficacia del biofertilizante orgánico Súper Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017	24
Cuadro 6. Costos fijos/ha, en la eficacia del biofertilizante orgánico Súper Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017 .....	25
Cuadro 7. Análisis económico/ha, en la eficacia del biofertilizante orgánico Súper Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017.....	26



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Semillero del cultivo de col morada .....	43
Fig. 2. Trasplante del cultivo .....	43
Fig. 3. Visita de la tutora Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma.....	44
Fig. 4. Control de malezas en el cultivo .....	44
Fig. 5. Evaluación del diámetro de la col .....	45
Fig. 6. Evaluación de la variable de peso de la col.....	45

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la producción de hortalizas en nuestro país es imprescindible por la demanda en cantidad y calidad que exigen las personas que lo consumen, lo que promueve buscar una serie de factores que ayuden a mejorar los rendimientos.

El cultivo de col morada (*Brassica oleracea*), es una de las plantas más cultivadas, ya que se encuentra generando rentabilidad a los pequeños agricultores que se dedican a la siembra de hortalizas, como fuente de ingresos económicos a las familias que lo producen.

En el país, existe una superficie sembrada de 1 164 ha, con superficie cosechada de 1 049 ha y una producción de 8 616 Tm<sup>1</sup>.

El deterioro ambiental es uno de los factores que afectan la salud humana debido a la utilización de productos químicos, por ellos en la actualidad se da más énfasis al empleo de productos orgánicos con la finalidad de minimizar la contaminación del ambiente.

Los abonos orgánicos son un método alternativo para fertilizar los cultivos, esto contribuye a evitar el desgaste del suelo debido al uso indiscriminado de fertilizantes químicos, evita el desequilibrio ecológico. Además ayudan al desarrollo de las plantas, incrementando el número de frutos en las cosechas.

El Biol mineralizado, como biofertilizante orgánico es el resultado del proceso de digestión anaerobia de restos orgánicos de animales y vegetales, rico en fitohormona que es un componente que mejora la germinación de las semillas, fortalece las raíces y floración de los cultivos lo que promueve el aumento de las cosechas con menor inversión<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> INEC. 2014. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

<sup>2</sup> Datos disponibles en <http://cdjbv.ucuenca.edu.ec/ebooks/mag120.pdf>

Este producto está catalogado como un estimulador foliar y vitalizador de suelos para los cultivos.

La baja producción en el cultivo de col morada, debido a la falta de aplicación de biofertilizantes orgánicos, es uno de los principales problemas que afecta al cultivo.

El presente trabajo experimental tuvo como finalidad buscar la dosis adecuada de Biol mineralizado como alternativa de fertilización orgánica para incrementar los rendimientos en el cultivo de col morada.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Determinar la eficacia del biofertilizante orgánico biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada en la zona de Babahoyo.

### **1.1.2. Específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de col en la zona de Babahoyo.
- Identificar la dosis óptima de biofertilizante orgánico para incrementar la producción.
- Analizar económicamente los tratamientos en función de costos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Generalidades del cultivo de col morada

Ecured (2018) difunde que la Col Lombarda es una variedad seleccionada de la col común cultivada en toda Europa. Se cultiva, prepara y consume de la misma manera que las otras coles. Sabor ligeramente dulce. Normalmente se cuece y resulta muy buen ingrediente para diversos platos. Las variedades redondas e intensamente coloreadas se emplean generalmente para encurtidos.

Ecoagricultor (2017) informa que la col lombarda es una planta anual con tallo erguido consistente pero leñoso, con hojas de color rojo violáceo intenso y que posee un cogollo duro y compacto. Por otra parte, el repollo verde tiene las hojas de afuera verdes oscuras y las interiores van de verde pálido a verde claro. A la hora de sembrar, dejaremos una distancia entre plantas de 40 cm., y distancia entre líneas o surcos de unos 70 cm.

Moreu (2017) indica que la col lombarda es muy semejante al repollo, pero menos cerrado y de un color que tira a morado, magenta o púrpura. Y presenta un sabor ligeramente dulce muy apreciado. Se le conoce con diferentes nombres, tales como: lombarda, col lombarda, repollo morado, col roja o col morada.

Para Ecured (2018) el llamativo color violáceo se debe a la antocianina, un pigmento muy saludable que además de ser antioxidante, ayuda a la proliferación de linfocitos un tipo de leucocitos con un importante papel en el sistema inmunitario. Además es antiinflamatorio. La intensidad del color puede depender de la acidez (pH) del suelo, son más rojas en suelos ácidos y más azules en suelos alcalinos.

Ecohortum (2017) señala que tanto la col (repollo) como la col lombarda o roja son dos tipos de coles que pertenecen a la familia de las crucíferas. En el primer caso, la col se destaca por sus hojas de afuera de un color verde oscuro

y las interiores bastante más pálidas. Mientras que la col lombarda, se trata de una planta anual que presenta un tallo fuerte y leñoso y hojas de color violáceo, con un cogollo compacto.

Ecoagricultor (2017) manifiesta que la col lombarda como el repollo pueden cultivarse en casi todos los climas, eso sí, necesitan mucha luz. Las necesidades de nutrientes son altas, siendo plantas muy exigentes, por lo que se requiere un buen abonado. El abono debe ser rico en nitrógeno desde el inicio hasta la formación de las cabezas, especialmente cuando más rápido crecen las hojas.

Moreu (2017) divulga que su origen está ligado al área Mediterránea desde tiempo inmemorial. Tan es así que hay datos que indican que ya era cultivada por los egipcios 2.500 años antes de Cristo. Así mismo, también fue muy apreciada por los griegos y romanos con usos tanto en la cocina como en la medicina, ya que con ella elaboraban emplastos y cataplasmas de eficaz remedio para diversos males.

El mismo autor manifiesta que la civilización romana la encargada de extender sus atributos culinarios y medicinales por todo el Mediterráneo. Debido a su alto contenido en vitaminas y minerales, durante la Alta Edad Media fue considerada como el médico de los pobres, incluso usándola como cataplasma para conseguir efectos curativos.

## **2.2. Efecto de biofertilizantes orgánicos en los cultivos**

Reyes *et al.* (2017) expresan que la aplicación de abonos orgánicos cada día se vuelve una alternativa más viable para la producción hortícola, por su carácter amigable tanto para la salud humana como para el medio ambiente. De las hectáreas cultivadas en Ecuador, el 86 % se ubica en la sierra, el 13 % en la costa y el 1 % en el oriente. Con relación a la superficie total de hortalizas en el país, ocho provincias de la sierra cubren el 71 % de lo cultivado y en este caso Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Pichincha, Bolívar y Cotopaxi son los productores principales, con el 62,5 %

De acuerdo a Fernández y Rodríguez (2015), los biofertilizantes o abonos biológicos están basados en microorganismos que promueven y benefician la nutrición y el crecimiento de las plantas. Se trata de microorganismos del suelo, generalmente hongos y bacterias, que se asocian de manera natural a las raíces de las plantas de una forma más o menos íntima.

Armenta *et al.* (2013) explican que los biofertilizantes son preparados de microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos.

Estos microorganismos pueden facilitar de manera directa o indirecta, la disponibilidad de determinados nutrientes tales como: el nitrógeno, el fósforo y el agua, además de producir sustancias denominadas fitohormonas promotoras del crecimiento vegetal. Algunos de estos microorganismos se pueden combinar resultando en efectos sinérgicos cuando se aplican de manera conjunta (Fernández y Rodríguez, 2015).

Los microorganismos utilizados en los biofertilizantes son clasificados dentro de dos grupos: El primer grupo incluye microorganismos que tienen la capacidad de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico y mejorando la tolerancia al stress por sequía, salinidad, metales tóxicos y exceso de pesticidas, por parte de la planta. El segundo grupo incluye microorganismos los cuales son capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos. Puede haber microorganismos que puedan estar en los dos grupos, que además de promover el crecimiento de la planta, inhiba los efectos de microorganismos patógenos (Armenta *et al.*, 2013).

Trinidad *et al.* (2014) expresan que la fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los

cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo.

Los autores antes mencionados indican que el abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica.

Reyes *et al.* (2017) aclaran que el uso de abonos de origen orgánico, además de su aporte nutricional a los suelos, proporciona biomasa microbiana, nutrientes solubles y compuestos favorables para las especies vegetales, estimula el crecimiento vegetal y la calidad de las producciones agrícolas, preserva las propiedades del suelo e incluso mejora la resistencia de las plantas a las plagas

Grageda *et al.* (2014) sostienen que la interpretación del término biofertilizante es muy amplia, representando desde microorganismos, abonos verdes y estiércoles, hasta extractos de plantas. De manera sintetizada, podemos decir que son productos que contienen microorganismos, que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayudan a su nutrición y protección. Estos microorganismos se encuentran de forma natural en el suelo y abarcan diversos grupos; sin embargo, su población es afectada por el manejo de suelo y uso excesivo de agroquímicos.

Armenta *et al.* (2013) comentan que el aumento de la concientización sobre el cuidado del medio ambiente y la evidencia del deterioro ambiental que causan los agroquímicos ha hecho que los productores agrícolas, vean como buena alternativa la aplicación de los biofertilizantes ya que en la actualidad se usa bacterias promotoras de crecimiento y hongos micorrízicos, entre los

productores de plántulas en invernaderos y viveros, así como el incremento de microempresas productoras de abonos orgánicos que incluyen los biofertilizantes y la producción de estos insumos por los propios productores, que los introducen a un manejo más sustentable del suelo, estas prácticas van en aumento tanto en agricultura orgánica como convencional, aún siendo donde se tiene la tecnología agrícola más avanzada.

Se está adoptando una estrategia de suministro de nutrientes a los cultivos (hortalizas y cultivos de grano), integrando una inteligente combinación de fertilizantes orgánicos, humus de lombriz y biofertilizantes; todo ello dentro del marco de la sustentabilidad, para reducir los daños causados al ambiente y a la salud del hombre y los animales por los métodos irracionales que se han empleado en las últimas décadas (Armenta *et al.*, 2013).

García *et al.* (2016) afirman que para obtener rendimientos aceptables, los cultivos requieren cantidades importantes de fertilizantes químicos; sin embargo, su alto costo impacta negativamente en la rentabilidad del mismo; además incrementa el problema de la salinidad, debido a las características químicas de sus suelos. Una alternativa al uso de los fertilizantes químicos son los microorganismos promotores del crecimiento denominados: “bioestimulantes”, “biofertilizantes” o “inoculantes”.

Para Fernández y Rodríguez (2015), el uso de biofertilizantes origina procesos rápidos, consumen poca energía y no contaminan el medio ambiente. Su uso representa una importante alternativa para limitar el uso de abonos químicos, menos rentables económicamente, a la vez que reduce su negativo impacto ambiental y mejora la productividad de los cultivos. A su vez, los biofertilizantes pueden ser de gran utilidad en la recuperación de los terrenos marginales para su aprovechamiento agrícola y forestal.

Terry *et al.* (2015) reportan que la utilización de los biofertilizantes en los sistemas agrícolas productivos es una alternativa viable para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible. De esta manera, se han incrementado los esfuerzos para la introducción de organismos y componentes



biorreguladores del suelo y las plantas. La inoculación con bacterias rizosféricas, hongos endomicorrizógenos, la adición de materia orgánica y otras prácticas de cultivo, son alternativas que pueden ser empleadas con éxito en la agricultura actual, teniendo una repercusión favorable en la producción y en el ambiente.

Santillana (2016) considera que el efecto de las actividades agrícolas en la degradación de los recursos naturales (erosión del suelo, uso de agroquímicos, etc.) es evidente en varias regiones de nuestro país, y debe ser evitado o por lo menos controlado. El uso de inoculantes biológicos (biofertilizantes), la incorporación de enmiendas orgánicas, las prácticas agrícolas que tienden a la conservación del suelo, la rotación de cultivos y el uso de leguminosas de cobertura, entre otras prácticas, pueden a largo plazo, contribuir a la recuperación de las poblaciones microbianas del suelo y con ello mejorar la calidad de este recurso.

Terry *et al.* (2015) determinan que uno de los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica es el uso de biofertilizantes, lo cual en los sistemas productivos es una alternativa viable y sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite una producción a bajo costo, no contamina el ambiente y mantiene la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad.

Padilla *et al.* (2016) expresan que en hortalizas ha permitido el incremento en la productividad de los cultivos; la finalidad de éstos es dar protección contra eventos adversos, ambientales o biológicos, como temperaturas extremas, pérdida de agua por evaporación del suelo, presencia de maleza, incidencia de plagas y enfermedades.

Santillana (2016) determinan que los efectos positivos que ejercen estas bacterias en las plantas radican en que producen y segregan reguladores del crecimiento de plantas como auxinas, giberelinas y citoquininas, mejorando procesos como germinación de semillas, nutrición mineral, desarrollo de raíces, empleo del agua, entre otros.

Zermeño *et al.* (2015) relatan que la aplicación de fertilizantes orgánicos derivados de microorganismos aumenta el vigor y contenido de clorofila de las hojas, y este efecto se debe reflejar en una mayor tasa de asimilación de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Padilla *et al.* (2016) exponen que para disminuir el uso de fertilizantes químicos, controlar enfermedades sin la aplicación de fungicidas químicos altamente tóxicos e incrementar la producción, se emplean biofertilizantes porque originan una rápida descomposición de la materia orgánica y asimilación de nutrimentos, consumen poca energía y no contaminan el medio ambiente. Además de elevar la fertilidad del suelo, permiten una producción a bajo costo, favorecen el antagonismo y control biológico de organismos fitopatógenos.

Borges *et al.* (2014) aseguran que el desarrollo agrícola, que en nuestro país se ha convertido en una tarea estratégica para la satisfacción de las necesidades alimenticias de la población y para el incremento productivo, en sectores tan importantes, ha significado un reto para los científicos quienes se encuentran enfrascados en la búsqueda de alternativas económicas y ambientalmente sostenibles. El uso de biofertilizantes ha sido desde hace algunos años una de las armas más acertadas con este fin.

Terry *et al.* (2015) estiman que entre los beneficios del uso de microorganismos en la agricultura están su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, la descomposición de residuos orgánicos, la desintoxicación con plaguicidas, la supresión de enfermedades en las plantas, el aporte de nutrientes al suelo y la producción de compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas.

La efectividad en el uso de microorganismos se logra cuando se dan las condiciones óptimas para metabolizar los sustratos, como disponibilidad de agua, oxígeno (dependiendo de si son aerobios obligados o anaerobios facultativos), pH y temperatura, así como la disponibilidad de fuentes energéticas (Terry *et al.*, 2015).

Fernández, y Rodríguez (2015) argumentan que la mayoría de los suelos están deficientes de fósforo y la disponibilidad de este elemento para las plantas es escasa, por lo que se requiere la aplicación de fertilizantes para mantener los altos niveles de productividad.

Los mismos autores indican que la necesidad de búsquedas alternativas que ayuden a minimizar el efecto adverso de los mismos al medio ambiente y la disponibilidad cada vez mayor del fósforo para las plantas es de gran interés hoy en día para la agricultura; por ello, el uso de microorganismos que solubilizan fósforo a través de diferentes mecanismos y su inoculación en altas concentraciones con relación a las que normalmente se encuentran en el suelo constituye una ventaja para su uso como biofertilizantes mejorando las condiciones de crecimiento en las plantas.

Tadeo *et al.* (2017) apuntan que los biofertilizantes elaborados son productos benéficos que se asocian a las raíces de las plantas y favorecen su nutrición, no contaminan ni causan daño al suelo, ni a la planta, incrementan el rendimiento de los cultivos a un bajo costo y permiten complementar el uso de fertilizantes químicos principalmente los nitrogenados y fosfatados.

Matheus (2014) refiere que los avances biotecnológicos actuales y la necesidad de reciclar desechos y subproductos orgánicos para solventar problemas ambientales, han generado el desarrollo de una serie de alternativas tecnológicas para la producción de abonos orgánicos de alta calidad (biofertilizantes, bionutrientes, bioactivadores) a partir del proceso de descomposición de desechos sólidos. La biodegradación aeróbica de residuos orgánicos, constituye una forma simple y eficiente para transformar los desechos agroindustriales en acondicionadores de suelos; este proceso permite el uso de estos recursos al reducir el volumen de transporte, eliminar patógenos, plagas, malezas e incrementar la disponibilidad de nutrimentos.

### **2.3. Estudios realizados**

Padilla *et al.* (2016) describen mediante estudios recientes indican que los biofertilizantes evaluados varias investigaciones están formulados con

diversos microorganismos que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, solubilizar fósforo, descomponer residuos orgánicos, suprimir enfermedades en las plantas, además de aportar nutrimentos al suelo y producir compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas. Con estos beneficios se esperaba un incremento en la colonización micorrízica, rendimiento y calidad del fruto.

Fernández y Rodríguez (2015) difunden que estudios realizados demuestran que la posibilidad de obtener biofertilizantes basados en estos microorganismos lograría un efecto positivo en las plantas y un impacto ecológico beneficioso al medio ambiente.

De acuerdo a Armenta *et al.* (2013) estudios efectuados demuestran que la utilización de cepas nativas de microorganismos en la elaboración de biofertilizantes, presentan mayor posibilidades de efectividad en el campo, por estar adaptados a las condiciones del suelo de cada región. La recomendación del uso de biofertilizantes, debe hacerse inicialmente como un complemento a la fertilización sintética, con visión de sustituirla a mediano o largo plazo de acuerdo a las condiciones de suelo, manejo y respuesta del cultivo.

Grageda *et al.* (2014) informan que Investigaciones efectuados indican que los resultados mostraron que cuando se aplicaron biofertilizantes los rendimientos incrementaron en un 62 % respecto al testigo absoluto y en un 30 % con relación a la aplicación de fertilizantes sintéticos.

Reyes *et al.* (2017) indican que estudios efectuados demuestran que los abonos orgánicos se utilizan como alternativa para la producción de col morada, evitando el uso de fertilizantes químicos o sintéticos. La aplicación de abonos orgánicos incrementa el contenido de macro y micro nutrientes en el suelo.

#### **2.4. Eficacia del “Biol mineralizado”**

Cano *et al.* (2016) señalan que en México, Perú, Ecuador, Costa Rica, Honduras y Nicaragua se han instalado Sistemas Biobolsa (biodigestores

anaeróbicos). La función de estos sistemas es generar biogás con estiércol animal y fermentación anaeróbica. El biogás generado está enriquecido con metano que se puede usar para generar energía eléctrica en escala pequeña y mediana, la cual puede emplearse en sistemas de calefacción. Con estos sistemas pueden reciclarse desechos orgánicos, por acción de microorganismos. Esta es una alternativa biotecnológica para reducir el impacto ambiental que provocan los desechos agrícolas. Así, el problema de contaminación por desechos agrícolas y pecuarios puede convertirse en una oportunidad para generar energía renovable.

Fundesyram (2015) manifiesta que los bioles o biofertilizantes son abonos líquidos fermentados que se obtienen mediante la fermentación anaeróbica (sin aire), en un medio líquido, de estiércol fresco de animales y enriquecido con microorganismos, leche, melaza y minerales durante 35 a 90 días.

Warnars y Oppenoorth (2014) sostienen que el biol se utiliza para mejorar la fertilidad del suelo, su estructura y el rendimiento de los cultivos. Se puede dar una conexión interesante entre el biogás, dirigido a reemplazar los combustibles de biomasa o fósiles utilizados para cocinar, y la agricultura sostenible. El biol ofrece tantas ventajas que nos podemos referir a él como “biol de oro”. No obstante, no muchos hogares están familiarizados con las ventajas del biol. El objetivo de este documento es el resumir los beneficios y las posibles aplicaciones del biol y por tanto, incrementar el conocimiento y mejorar las prácticas relacionadas con el uso de este producto.

Cano *et al.* (2016) afirma que la fermentación de estiércol tiene un efecto positivo en la estabilidad del proceso anaeróbico, debido a su capacidad amortiguadora y contenido alto de elementos trazas. Además, el proceso de biodigestión también disminuye la cantidad de patógenos en las excretas usadas como materia prima para los biodigestores. Uno de los subproductos de la fermentación anaeróbica es el biol, que es rico en microorganismos, fitohormonas y nutrientes.

La aplicación de estos bioles al suelo puede eliminar contaminación, restituir la flora bacteriana y actuar como fertilizante foliar. Otra característica de los bioles es su potencial para mejorar el intercambio catiónico en el suelo, lo cual aumenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Los bioles obtenidos de la fermentación anaeróbica con los Sistemas Biobolsa pueden usarse como biofertilizantes para cultivos diversos; si se conoce su calidad puede seleccionarse su uso particular (Cano *et al.*, 2016).

Fundesyram (2015) reporta que a partir de la diversidad de materiales disponibles en la chacra, se pueden fabricar una gran variedad de biofertilizantes, desde el más sencillo hasta el más complejo. El proceso de biofermentación aporta vitaminas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antibióticos y una gran riqueza microbiana que contribuyen a equilibrar dinámicamente el suelo y la planta, Al ser absorbidas por las hojas y las raíces, los biofertilizantes fortalecen y estimulan la protección de los cultivos contra el ataque de plagas, insectos y enfermedades.

Warnars y Oppenoorth (2014) consideran que el biol es una fuente ya digerida de residuos animales a la cual al añadirle orina (animal y/o humana), se añade más nitrógeno, acelerando el proceso de compostaje, mejorando la relación carbón/nitrógeno (C/N). Pero esto también depende del tipo de digestor. Con la correcta cantidad de materiales, la composición del biol puede consistir de un 93 % de agua y un 7 % de materia seca, de la cual el 4,5 % es materia orgánica y el 2,5 % es materia inorgánica. El biol también contiene nitrógeno, fósforo y potasio y también zinc, hierro, manganeso y cobre, el último de los cuales se ha convertido en un factor limitante para muchos suelos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

El presente trabajo experimental se efectuó en los terrenos de la Granja experimental “San Pablo”, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7,5 de la vía Babahoyo – Montalvo, entre las coordenadas geográficas W 79°32' de longitud Oeste y S 01°49' de Latitud Sur, con una altura de 8 msnm.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,9 °C, una precipitación anual de 2656 mm y humedad relativa de 76 %<sup>3</sup>.

#### 3.2. Material genético

Se utilizó para el desarrollo del trabajo experimental la semilla de col morada variedad Capitata, cuyas características agronómicas son<sup>4</sup>:

Luz	:	Sol
Profundidad de siembra	:	2 - 3 mm
Distancia entre planta y planta	:	50 cm
Días de germinación	:	4 - 6 días
Días para cosechar	:	90 - 120 días
Categoría	:	Semilla certificada
% de germinación	:	> 92 %

#### 3.3. Factores estudiados

Variable independiente: Dosis del biofertilizante “Biol mineralizado”

Variable dependiente: comportamiento agronómico del cultivo.

---

<sup>3</sup> Datos obtenidos de la Estación meteorológica de la FACIAG-UTB. 2017

<sup>4</sup> Hortaflor. 2017. Semillas de col morada. Disponible en <https://www.hortaflor.net/semillas-de-col-morada.html>

### 3.4. Métodos

Se emplearon los métodos: inductivo-deductivo, análisis, síntesis y experimental.

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron conformados por las diferentes dosis de “Biol mineralizado”, tal como se detalla en el siguiente Cuadro:

Cuadro 1. Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017.

Tratamientos				
N°	Producto	Dosis L/ha	Dosis total L/ha	Época de aplicación
T1	Biol mineralizado	21,0 L	126	
T2	Biol mineralizado	25,2 L	151,2	
T3	Biol mineralizado	29,4 L	176,4	Semanal a partir del trasplante.
T4	Biol mineralizado	33,6 L	201,6	
T5	Biol mineralizado	42,0 L	252	
T6	Biol mineralizado	58,8 L	352,8	
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg		

Se realizó 6 aplicaciones durante el ciclo del cultivo.

### 3.6. Diseño experimental

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

Todas las variables fueron sometidas al análisis de variancia para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos, utilizando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.



### 3.6.1. Características del lote experimental

Ancho de la parcela	:	2,8 m
Longitud de la parcela	:	2,0 m
Área de la parcela	:	2,8 m x 2,0 m = 5,6 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	:	156,8 m <sup>2</sup>

### 3.6.2. Análisis de varianza

Fuente de variación (F. V.)		Grados de libertad (G. L.)
Tratamientos	:	6
Repeticiones	:	2
Error experimental	:	12
Total	:	20

### 3.7. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo para su normal desarrollo.

#### 3.7.1. Preparación del semillero

La preparación del semillero se efectuó sobre una cama de un metro de ancho por cuatro de largo, utilizando semilla de col morada. Cabe indicar que la siembra se la realizó en pequeños surcos a chorro continuo a una profundidad de 5 mm.

#### 3.7.2. Preparación del suelo

Esta labor se realizó mediante una arada y dos de rastras tres días antes del trasplante. Luego se procedió a realizar un pase con motocultor con el objetivo de que el suelo quede completamente mullido a una profundidad de 5 cm.

### **3.7.3. Trasplante**

El trasplante se lo efectuó cuando las plantas tuvieron 5 hojas y 14 centímetros de altura; la distancia entre planta y planta fue de 0,50 m y entre surcos de 0,70 m.

### **3.7.4. Riego**

El riego del cultivo fue por gravedad, conforme los requerimientos hídricos del cultivo efectuándose semanalmente.

### **3.7.5. Control fitosanitario**

Se realizaron inspecciones en forma periódica, detectándose la presencia de Gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), lo que se controló con Cypermetrina, en dosis de 250 cc/ha a los 15, 30 y 45 días después del trasplante en todo el cultivo.

No se presentaron enfermedades, por lo tanto no se realizaron aplicación de fungicidas.

### **3.7.6. Fertilización**

Adicional al “Biol mineralizado” se utilizó como fertilizante base el abono orgánico Fertinatural, en dosis de 1 kg/ha a los 21 días después del trasplante.

El biol mineralizado se aplicó cada 8 días, efectuando 6 aplicaciones durante el ciclo del cultivo.

El potasio (Muriato de Potasio) 60% K<sub>2</sub>O se aplicó en dosis de 80 kg al momento del trasplante y el nitrógeno (Urea) 46% N se aplicó a los 15 días después del trasplante en dosis de 80 kg/ha a 10 cm de la planta.

### **3.7.7. Control de malezas**

El control de malezas se efectuó en forma manual, utilizando azadones, los mismos que se realizaron de acuerdo a la población de malezas a los 20, 40 y 60 días después del trasplante.

### **3.7.8. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los repollos alcanzaron su grado óptimo para la comercialización de cada uno de los tratamientos.

### **3.8. Datos evaluados**

Para estimar los efectos de los tratamientos se tomaron los siguientes datos.

#### **3.8.1. Porcentaje de prendimiento**

Este parámetro se evaluó a los 15 días de haber realizado el trasplante, tomando en cuenta el estado fisiológico en que se encontraban las plantas de cada unidad experimental y transformando los resultados en porcentajes.

#### **3.8.2. Altura de planta**

En diez plantas tomadas al azar se midió la altura de planta desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más grande del repollo, a los 60 días y cosecha. El resultado se expresó en cm.

#### **3.8.3. Diámetro del repollo**

El diámetro del repollo se midió en las mismas diez plantas evaluadas al azar en cada unidad experimental, considerándose como la parte más ancha o media del repollo. Se midió con un calibrador y se expresó en cm.

#### **3.8.4. Peso del repollo**

Se cosechó y se pesaron los repollos en las mismas diez plantas al azar de cada unidad experimental, se promedió su peso y sus resultado fue expresado en gramos.

### **3.8.5. Rendimiento**

Cuando los repollos estuvieron en óptimas condiciones para consumo, se cosecharon manualmente en las parcelas útiles, se registró el rendimiento y se transformó en kg/ha.

### **3.8.6. Análisis económico**

Se realizó en función del rendimiento del repollo de cada tratamiento y el costo de producción para determinar el beneficio neto por parcela.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Porcentaje de prendimiento

Los promedios de porcentaje de prendimiento se observan en el Cuadro 2. Efectuado el análisis de varianza se reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,80 %.

Según Duncan, el tratamiento que se aplicó biol mineralizado, en dosis de 58,8 L/ha superó la germinación con 98,3 %, estadísticamente igual a la utilización del Testigo químico N – K en dosis de 80 + 80 kg/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos. El menor porcentaje de germinación fue para el tratamiento de biol mineralizado en dosis de 21,0 L/ha con 89,7 %.

Cuadro 2. Porcentaje de prendimiento, en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

Tratamientos			Porcentaje de prendimiento
N°	Producto	Dosis/ha	
T1	Biol mineralizado	21,0 L	89,7 d
T2	Biol mineralizado	25,2 L	90,3 cd
T3	Biol mineralizado	29,4 L	91,0 bcd
T4	Biol mineralizado	33,6 L	94,0 b
T5	Biol mineralizado	42,0 L	93,3 bc
T6	Biol mineralizado	58,8 L	98,3 a
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	97,3 a
Promedio general			93,4
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,80

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan  $\leq 0,05$

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

## **4.2. Altura de planta**

En el Cuadro 3, se muestran los promedios de altura de planta de col morada a los 60 días después del trasplante y a la cosecha. En ambas variables, el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y los coeficientes de variación fueron 3,56 y 2,04 %, respectivamente.

A los 60 días después del trasplante, el uso de biol mineralizado en dosis de 58,8 L/ha reflejó mayor altura de planta (18,8 cm), estadísticamente igual al tratamiento que se aplicó biol mineralizado en dosis de 42,0 L/ha y ambos superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor valor (15,8 cm) se obtuvo con el Testigo químico N – K en dosis de 80 + 80 kg/ha.

Al momento de la cosecha se mostró que el tratamiento con el uso de biol mineralizado en dosis de 58,8 L/ha obtuvo la mayor altura de planta de 20,9 cm, siendo superior estadísticamente al resto de tratamientos, donde el menor promedio se presentó con el Testigo químico N – K en dosis de 80 + 80 kg/ha con 18,8 cm.

Cuadro 3. Altura de planta a los 60 días después del trasplante y a la cosecha, en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

Tratamientos			Altura de planta (cm)	
N°	Producto	Dosis/ha	60 ddt	Cosecha
T1	Biol mineralizado	21,0 L	16,8 cd	19,4 bc
T2	Biol mineralizado	25,2 L	17,1 bc	19,6 b
T3	Biol mineralizado	29,4 L	16,7 cd	20,1 b
T4	Biol mineralizado	33,6 L	17,1 bc	20,0 b
T5	Biol mineralizado	42,0 L	18,2 ab	20,2 b
T6	Biol mineralizado	58,8 L	18,8 a	20,9 a
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	15,8 d	18,8 c
Promedio general			17,2	19,9
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			3,56	2,04

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan  $\leq 0,05$   
 ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.3. Diámetro del repollo

Respecto a la variable diámetro de la pella, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,90 % (Cuadro 4).

Las aplicaciones de biol mineralizado en dosis de 33,6; 42,0 y 58,8 L/ha alcanzaron 11,8 cm de diámetro, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó biol mineralizado en dosis de 25,2 y 29,4 L/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el menor diámetro para el Testigo químico N – K en dosis de 80 + 80 kg/ha con 8,8 cm.

#### 4.4. Peso del repollo

La variable peso del repollo demuestra sus resultados en el Cuadro 4. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 2,70 %.

El tratamiento con biol mineralizado en dosis de 58,8 L/ha presentó mayor promedio de peso de la repollo (701,7 g), estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó biol mineralizado en dosis de 33,6 y 42,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor peso del repollo se reportó en el Testigo químico N – K en dosis de 80 + 80 kg/ha (546,0 g).

Cuadro 4. Diámetro y peso del repollo, en la eficacia del biofertilizante orgánico Súper Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

Tratamientos			Diámetro del repollo (cm)	Peso del repollo (g)
N°	Producto	Dosis/ha		
T1	Biol mineralizado	21,0 L	11,0 b	578,0 c
T2	Biol mineralizado	25,2 L	11,2 ab	605,3 c
T3	Biol mineralizado	29,4 L	11,5 ab	658,7 b
T4	Biol mineralizado	33,6 L	11,8 a	670,0 ab
T5	Biol mineralizado	42,0 L	11,8 a	685,3 ab
T6	Biol mineralizado	58,8 L	11,8 a	701,7 a
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	8,8 c	546,0 d
Promedio general			11,1	635,0
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			3,90	2,70

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan  $\leq 0,05$   
 ns= no significativo  
 \*= significativo  
 \*\*= altamente significativo

#### 4.5. Rendimiento

En el Cuadro 5 se registran los promedios de rendimiento en kg/ha. El análisis de varianza demostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 2,98 %.

El empleo de biol mineralizado en dosis de 58,8 L/ha superó los promedios con 20047,6 kg/ha, estadísticamente igual a los tratamientos que se aplicó biol mineralizado en dosis de 33,6 y 42,0 L/ha y superiores



estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor promedio fue para el Testigo químico N – K en dosis de 80 + 80 kg/ha con 15600,0 kg/ha.

Cuadro 5. Rendimiento (kg/ha), en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

Tratamientos			Rendimiento
N°	Producto	Dosis/ha	Kg/ha
T1	Biol mineralizado	21,0 L	16514,3 c
T2	Biol mineralizado	25,2 L	17295,2 c
T3	Biol mineralizado	29,4 L	18819,0 b
T4	Biol mineralizado	33,6 L	19142,9 ab
T5	Biol mineralizado	42,0 L	19581,0 ab
T6	Biol mineralizado	58,8 L	20047,6 a
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	15600,0 d
Promedio general			18142,9
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			2,98

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Duncan  $\leq 0,05$

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

Cuadro 6. Costos fijos/ha, en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Semilla	Funda	2	19,40	38,80
Semillero				0,00
Mano de obra	Jornales	3	12,00	36,00
Preparación del terreno				0,00
Arada	u	1	25,00	25,00
Rastra	u	2	25,00	50,00
Motocultor	u	1	25,00	25,00
Trasplante	Jornales	6	12,00	72,00
Riego	u	36	3,50	126,00
Control fitosanitario				0,00
Cypermctrina (250 cc)	Frasco	3	5,50	16,50
Mano de obra	Jornales	9	12,00	108,00
Fertilización				0,00
Fetinatural	L	1	8,90	8,90
Urea	Saco	3,47	18,8	65,24
Muriato de Potasio	Saco	2,66	21,40	56,92
Mano de obra	Jornales	9	12,00	108,00
Control de malezas				0,00
Mano de obra	Jornales	9	12,00	108,00
Cosecha	Jornales	6	12,00	72,00
Subtotal				916,36
Imprevistos (5 %)				45,82
Total				962,18

Cuadro 7. Análisis económico/ha, en la eficacia del biofertilizante orgánico Súper Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

Tratamientos			Rend. kg/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)
N°	Producto	Dosis/ha			Fijos	Variables	Total	
T1	Biol mineralizado	21,0 L	10238,9	3071,7	962,2	405,0	1367,2	1704,5
T2	Biol mineralizado	25,2 L	10723,0	3216,9	962,2	486,0	1448,2	1768,7
T3	Biol mineralizado	29,4 L	11667,8	3500,3	962,2	567,0	1529,2	1971,2
T4	Biol mineralizado	33,6 L	11868,6	3560,6	962,2	648,0	1610,2	1950,4
T5	Biol mineralizado	42,0 L	12140,2	3642,1	962,2	810,0	1772,2	1869,9
T6	Biol mineralizado	58,8 L	12429,5	3728,9	962,2	1134,0	2096,2	1632,7
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	9672,0	2901,6	962,2	0,0	962,2	1939,4

Costo de la col = \$ 0,30 (kg )

Biol mineralizado = \$ 1,35 (L)

## V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental se concluye:

- El porcentaje de prendimiento obtuvo mayor promedio con 98,3% utilizando biol mineralizado con dosis de 58,8 L/ha.
- La mayor altura de planta a los 60 días después del trasplante y al momento de la cosecha se obtuvo con la aplicación de Biol mineralizado en dosis de 58,8 L/ha.
- El uso de biol mineralizado, en dosis de 58,8 L/ha superaron los promedios en cuanto al diámetro, peso del repollo y rendimiento del cultivo.
- En el análisis económico se observó que el mayor beneficio neto se reportó con el empleo de biol mineralizado, en dosis de 29,4 L/ha, debido al costo elevado del biofertilizante, donde el punto de equilibrio fue para la dosis expuesta, con una ganancia de \$ 1971,2.

## VI. RECOMEDACIONES

Por lo detallado anteriormente, se recomienda:

- Aplicar como biofertilizante orgánico Biol mineralizado, en dosis de 29,4 L/ha, en el cultivo de col morada.
- Realizar investigaciones con otros biofertilizantes en diferentes cultivos de hortalizas.
- Efectuar estudios similares bajo otras condiciones agroecológicas.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se efectuó en los terrenos de la Granja experimental “San Pablo”, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7,5 de la vía Babahoyo – Montalvo, con coordenadas geográficas 110597,97 UTM de Latitud sur y 277438,26 UTM de Longitud oeste. El terreno se encuentra a una altura de 7 msnm, clima tropical húmedo, temperatura promedio anual de 25,7 °C, precipitación media anual de 1845 mm y humedad relativa de 76 %.

Se utilizó para el desarrollo del trabajo experimental la semilla de col morada variedad Capitata. Los objetivos planteados fueron evaluar la eficacia del biofertilizante orgánico en el cultivo de col morada en la zona de Babahoyo; identificar la dosis óptima para mejorar los rendimientos del cultivo y analizar económicamente los tratamientos.

Los tratamientos estuvieron conformados por las diferentes dosis de “Biol mineralizado” de 21,0 25,2 29,4 33,6 42,0 58,8 L/ha cada ocho días, siendo seis aplicaciones en el cultivo y un testigo químico N – K en dosis de 80 kg + 80 kg, donde el potasio fue aplicado al momento del trasplante y el nitrógeno a los 20 días después del trasplante.

Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Todas las variables fueron sometidas al análisis de variancia para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos, utilizando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de probabilidad.

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo para su normal desarrollo, como preparación del semillero, preparación del suelo, trasplante, riego, control fitosanitario, fertilización, control de malezas y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos se tomaron los datos de porcentaje de prendimiento, altura de planta, diámetro del repollo, peso del

repollo, rendimiento y análisis económico.

Por los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental se determinó que el porcentaje de germinación obtuvo un promedio de 93,4 %, considerándose óptimo dentro de los rangos de germinación del cultivo de col morada, variedad Capitata; la mayor altura de planta a los 60 días después del trasplante y al momento de la cosecha se obtuvo con la aplicación de biol mineralizado en dosis de 58,8 L/ha; el uso de biol mineralizado, en dosis de 58,8 L/ha superaron los promedios en cuanto al diámetro, peso de la repollo y rendimiento del cultivo y en el análisis económico se observó que el mayor beneficio neto se reportó con el empleo de biol mineralizado, en dosis de 29,4L/ha, debido al costo elevado del biofertilizante, donde el punto de equilibrio fue para la dosis expuesta, con una ganancia de \$ 1971,2.

Palabras claves: biofertilizante orgánico, Biol mineralizado, col morada.

## VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the grounds of the experimental farm "San Pablo", of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at km. 7.5 of the Babahoyo - Montalvo road, with geographical coordinates 110597.97 UTM of South Latitude and 277438.26 UTM of West Longitude. The land is at a height of 7 masl, humid tropical climate, average annual temperature of 25.7 0C, average annual precipitation of 1845 mm and relative humidity of 76%.

Capitata variety of purple cabbage seed was used for the development of the experimental work. The proposed objectives were to evaluate the effectiveness of the organic biofertilizer in the cultivation of purple cabbage in the Babahoyo area; identify the optimal dose to improve crop yields and economically analyze treatments.

The treatments were conformed by the different doses of "Super Biol mineralized" of 21,0, 25, 2, 29,4, 33,6 42,0 and 58,8 L / ha every eight days, being six applications in the culture and a chemical witness N - K in dose of 80 kg + 80 kg, where potassium was applied at the time of transplant and nitrogen at 20 days after transplant.

The experimental design of Complete Blocks at Random was used with seven treatments and three repetitions. All the variables were subjected to variance analysis to determine the statistical difference between the treatments, using the Duncan Multiple Range test at 5% probability.

All the necessary agricultural work was carried out in the crop for its normal development, such as seedbed preparation, soil preparation, transplanting, irrigation, phytosanitary control, fertilization, weed control and harvesting. In order to estimate the effects of the treatments, the data on percentage of seedling, plant height, pellet diameter, cabbage weight, yield and economic analysis were taken.



For the results obtained in this experimental work it was determined that the percentage of germination obtained an average of 93.4%, considering itself optimal within the ranges of germination of the cultivation of purple cabbage, variety Capitata; the highest plant height 60 days after the transplant and at the time of harvest was obtained with the application of Super Biol mineralized in a dose of 58,8 L / ha; The use of Biol mineralized, in doses of 58,8 L / ha exceeded the averages in terms of diameter, weight of the pellet and yield of the crop and in the economic analysis it was observed that the highest net benefit was reported with the use of biol. mineralized, in a dose of 29,4 L / ha, due to the high cost of the biofertilizer, where the equilibrium point was for the exposed dose, with a gain of \$ 1971.2.

Keywords: organic biofertilizer, mineralized Biol, purple cabbage

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Armenta, A.; García, C.; Camacho, J.; Apodaca, M.; Gerardo, L.; Nava, E. 2013. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Ra Ximhai, vol. 6, núm. 1. Universidad Autónoma Indígena de México El Fuerte, México. pp. 51-56
- Borges, D.; San Juan, A.; Díaz, A.; Gómez, E.; Hernández, R. 2014. Evaluación de la zeolita como soporte sólido para la formulación del biofertilizante Azospirillum ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 46, núm. 2. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana, Cuba. pp. 12-18
- Cano, M.; Bennet, A.; Silva, E.; Robles, S.; Sainos, U.; Castorena, H. 2016. Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas. Agrociencia, vol. 50, núm. 4. Colegio de Postgraduados Texcoco, México. pp. 471-479
- Ecoagricultor. 2017. El cultivo de la col lombarda y el repollo. Disponible en <https://www.ecoagricultor.com/el-cultivo-col-lombarda-y-repollo/>
- Ecohortum. 2017. Cómo cultivar col (Rapollo) y col lombarda. Disponible en <https://ecohortum.com/como-cultivar-col-repollo-y-col-lombarda/>
- Ecured. 2018. Col lombarda. Disponible en [https://www.ecured.cu/Col\\_Lombarda](https://www.ecured.cu/Col_Lombarda)
- Fernández, M.; Rodríguez, H. 2015. El papel de la solubilización de fósforo en los biofertilizantes microbianos ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. XXXIX, núm. 3. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana, Cuba. pp. 27-34

- Fundesyam. 2015. Preparación de Biol, un biofertilizante o abono líquido fermentado. Disponible en <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=1775>
- García, J.; Moreno, V.; Rodríguez, I.; Mendoza, A.; Mayek, N. 2016. Biofertilización con azospirillum brasilense en sorgo, en el norte de México Agricultura Técnica en México, vol. 32, núm. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Texcoco, México. pp. 135-141
- Grageda, O.; Díaz, A.; Peña, J.; Vera, J. 2014. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 3, núm. 6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México. pp. 1261-1274
- Matheus L, Jesús E. 2014. Evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera (biofertilizante) en el cultivo de maíz (zea mays l.) Bioagro, vol. 16, núm. 3. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela. pp. 219-224
- Moreu, M. 2017. Col lombarda. Disponible en <https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/c./col-lombarda>
- Padilla, E.; Esqueda, M.; Sánchez, A.; Troncoso, R.; Sánchez, A. 2016. Efecto de biofertilizantes en cultivo de melón con acolchado plástico Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 29, núm. 4. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. pp. 321-329
- Reyes, J.; Luna, R.; Murillo, B.; Nieto, A.; Hernández, L.; Rueda, E.; Preciado, P. 2017. Uso de vermicompost y compost de jacinto de agua (Eichhornia crassipes) en el crecimiento de col morada (Brassica oleracea) Interciencia, vol. 42, núm. 9, septiembre. Asociación Interciencia Caracas, Venezuela. pp. 610-615

- Santillana, N. 2016. Producción de biofertilizantes utilizando *Pseudomonas* sp  
Ecología Aplicada, vol. 5, núm. 1-2. Universidad Nacional Agraria La  
Molina Lima, Perú. pp. 87-91
- Tadeo, M.; García, J.; Alcántar, H.; Lobato, R.; Gómez, N.; Sierra, M.; Irizar, M.;  
Valdivia, R.; Zaragoza, J.; Martínez, B.; López, C.; Espinosa, A.; Turrent,  
A. 2017. Biofertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles  
para los Valles Altos de México Terra Latinoamericana, vol. 35, núm. 1,  
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp.  
65-72
- Terry, E.; Terán, Z.; Martínez, R.; Pino, M. 2014. Biofertilizantes, una alternativa  
promisoria para la producción hortícola en organopónicos. Cultivos  
Tropicales, vol. 23, núm. 3. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La  
Habana, Cuba. pp. 43-46
- Terry, E.; Leyva, Á.; Hernández, A. 2015. Microorganismos benéficos como  
biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon  
esculentum*, Mill) Revista Colombiana de Biotecnología, vol. VII, núm. 2.  
Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. pp. 47-54
- Trinidad, A.; Aguilar, D. 2014. Fertilización foliar, un respaldo importante en el  
rendimiento de los cultivos Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3.  
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp.  
247-255
- Warnars, L.; Oppenoorth, H. 2014. El biol: el fertilizante supremo. Estudio sobre  
el biol, sus usos y resultados. Disponible en  
[https://www.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio\\_sobre\\_el\\_biol\\_sus\\_usos\\_y\\_resultados.pdf](https://www.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio_sobre_el_biol_sus_usos_y_resultados.pdf)
- Zermeño, A.; Mendez, G.; Rodríguez, R.; Cadena, M.; Cárdenas, J.; Catalán, E.  
2015. Biofertilización de vid en relación con fotosíntesis, rendimiento y  
calidad de frutos. Agrociencia, vol. 49, núm. 8. Colegio de  
Postgraduados Texcoco, México. pp. 875-887

## **X. APÉNDICE**

## Cuadros de resultados y análisis de varianza

Cuadro 8. Porcentaje de prendimiento, en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

N°	Tratamientos		Repeticiones			X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	
T1	Biol mineralizado	21,0 L	90,0	91,0	88,0	89,7
T2	Biol mineralizado	25,2 L	90,0	92,0	89,0	90,3
T3	Biol mineralizado	29,4 L	94,0	92,0	87,0	91,0
T4	Biol mineralizado	33,6 L	94,0	97,0	91,0	94,0
T5	Biol mineralizado	42,0 L	92,0	95,0	93,0	93,3
T6	Biol mineralizado	58,8 L	100,0	97,0	98,0	98,3
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	97,0	99,0	96,0	97,3

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
porc prend 21 0,88 0,79 1,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 241,24 8 30,15 10,67 0,0002  
 tratam 207,81 6 34,63 12,26 0,0002  
 rep 33,43 2 16,71 5,92 0,0163  
 Error 33,90 12 2,83  
Total 275,14 20

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 2,8254 gl: 12

tratam Medias n E.E.

T6 98,33 3 0,97 A  
 T7 97,33 3 0,97 A  
 T4 94,00 3 0,97 B  
 T5 93,33 3 0,97 B C  
 T3 91,00 3 0,97 B C D  
 T2 90,33 3 0,97 C D  
T1 89,67 3 0,97 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Cuadro 9. Altura de planta a los 60 ddt, en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

N°	Tratamientos		Repeticiones			X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	
T1	Biol mineralizado	21,0 L	17,2	17,1	16,1	16,8
T2	Biol mineralizado	25,2 L	16,6	18,2	16,4	17,1
T3	Biol mineralizado	29,4 L	15,8	17,6	16,8	16,7
T4	Biol mineralizado	33,6 L	16,6	17,9	16,8	17,1
T5	Biol mineralizado	42,0 L	18,2	18,6	17,7	18,2
T6	Biol mineralizado	58,8 L	19,4	18,2	18,8	18,8
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	15,3	16,8	15,3	15,8

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
al pl 60 d 21 0,82 0,71 3,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 21,00 8 2,62 7,00 0,0016  
 tratam 17,58 6 2,93 7,81 0,0014  
 rep 3,42 2 1,71 4,56 0,0337  
 Error 4,50 12 0,38  
Total 25,50 20

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3752 gl: 12

tratam Medias n E.E.

T6 18,80 3 0,35 A  
 T5 18,17 3 0,35 A B  
 T4 17,10 3 0,35 B C  
 T2 17,07 3 0,35 B C  
 T1 16,80 3 0,35 C D  
 T3 16,73 3 0,35 C D  
T7 15,80 3 0,35 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Cuadro 10. Altura de planta a la cosecha, en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

N°	Tratamientos		Repeticiones			X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	
T1	Biol mineralizado	21,0 L	19,7	19,7	18,9	19,4
T2	Biol mineralizado	25,2 L	18,9	20,3	19,6	19,6
T3	Biol mineralizado	29,4 L	19,9	20,8	19,7	20,1
T4	Biol mineralizado	33,6 L	19,8	20,4	19,7	20,0
T5	Biol mineralizado	42,0 L	20,4	19,8	20,3	20,2
T6	Biol mineralizado	58,8 L	21,2	20,9	20,7	20,9
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	18,6	19,1	18,7	18,8

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
al pl cosecha 21 0,82 0,70 2,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 9,00 8 1,13 6,87 0,0017  
 tratam 8,12 6 1,35 8,25 0,0011  
 rep 0,89 2 0,44 2,71 0,1072  
 Error 1,97 12 0,16  
Total 10,97 20

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1639 gl: 12

tratam Medias n E.E.

T6 20,93 3 0,23 A  
 T5 20,17 3 0,23 B  
 T3 20,13 3 0,23 B  
 T4 19,97 3 0,23 B  
 T2 19,60 3 0,23 B  
 T1 19,43 3 0,23 B C  
T7 18,80 3 0,23 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



Cuadro 11. Diámetro de la pella, en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

Tratamientos			Repeticiones			X
N°	Producto	Dosis/ha	I	II	III	
T1	Biol mineralizado	21,0 L	11,3	10,3	11,2	11,0
T2	Biol mineralizado	25,2 L	10,8	11,2	11,6	11,2
T3	Biol mineralizado	29,4 L	11,7	11,5	11,4	11,5
T4	Biol mineralizado	33,6 L	11,3	12,3	11,7	11,8
T5	Biol mineralizado	42,0 L	11,6	12,1	11,7	11,8
T6	Biol mineralizado	58,8 L	11,5	11,9	12,0	11,8
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	9,3	8,6	8,4	8,8

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Diame repollo 21 0,90 0,84 3,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 21,14 8 2,64 14,03 0,0001  
 tratam 21,12 6 3,52 18,69 <0,0001  
 rep 0,02 2 0,01 0,05 0,9559  
 Error 2,26 12 0,19  
Total 23,40 20

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1883 gl: 12

tratam Medias n E.E.

T5 11,81 3 0,25 A  
 T6 11,81 3 0,25 A  
 T4 11,78 3 0,25 A B  
 T3 11,53 3 0,25 A B  
 T2 11,19 3 0,25 A B  
 T1 10,95 3 0,25 B  
T7 8,79 3 0,25 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Cuadro 12. Peso del repollo (g), en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

Tratamientos			Repeticiones			X
N°	Producto	Dosis/ha	I	II	III	
T1	Biol mineralizado	21,0 L	535,0	601,0	598,0	578,0
T2	Biol mineralizado	25,2 L	578,0	618,0	620,0	605,3
T3	Biol mineralizado	29,4 L	622,0	667,0	687,0	658,7
T4	Biol mineralizado	33,6 L	647,0	674,0	689,0	670,0
T5	Biol mineralizado	42,0 L	692,0	674,0	690,0	685,3
T6	Biol mineralizado	58,8 L	701,0	692,0	712,0	701,7
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	532,0	534,0	572,0	546,0

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
peso repollo 21 0,95 0,92 2,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	67353,33	8	8419,17	28,70	<0,0001
tratam	62439,33	6	10406,56	35,47	<0,0001
rep	4914,00	2	2457,00	8,37	0,0053
Error	3520,67	12	293,39		
Total	70874,00	20			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 293,3889 gl: 12

tratam Medias n E.E.

T6	701,67	3 9,89	A
T5	685,33	3 9,89	A B
T4	670,00	3 9,89	A B
T3	658,67	3 9,89	B
T2	605,33	3 9,89	C
T1	578,00	3 9,89	C
T7	546,00	3 9,89	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Cuadro 13. Peso del repollo (g), en la eficacia del biofertilizante orgánico Biol mineralizado en el rendimiento del cultivo de col morada. FACIAG, 2017

Tratamientos			Repeticiones			X
N°	Producto	Dosis/ha	I	II	III	
T1	Biol mineralizado	21,0 L	9477,1	10646,3	10593,1	9477,1
T2	Biol mineralizado	25,2 L	10238,9	10947,4	10982,9	10238,9
T3	Biol mineralizado	29,4 L	11018,3	11815,4	12169,7	11018,3
T4	Biol mineralizado	33,6 L	11461,1	11939,4	12205,1	11461,1
T5	Biol mineralizado	42,0 L	12258,3	11939,4	12222,9	12258,3
T6	Biol mineralizado	58,8 L	12417,7	12258,3	12612,6	12417,7
T7	Testigo químico N - K	80 kg + 80 Kg	9424,0	9459,4	10132,6	9424,0

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
rend 21 0,95 0,92 2,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	54982312,91	8	6872789,11	28,70	<0,0001
tratam	50970884,35	6	8495147,39	35,47	<0,0001
rep	4011428,57	2	2005714,28	8,37	0,0053
Error	2874013,60	12	239501,13		
Total	57856326,52	20			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 239501,1337 gl: 12

tratam Medias n E.E.

T6	20047,62	3	282,55	A
T5	19580,95	3	282,55	A B
T4	19142,86	3	282,55	A B
T3	18819,05	3	282,55	B
T2	17295,24	3	282,55	C
T1	16514,29	3	282,55	C
T7	15600,00	3	282,55	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Fotografías



Fig. 1. Semillero del cultivo de col morada



Fig. 2. Trasplante del cultivo



Fig. 3. Visita de la tutora Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma



Fig. 4. Control de malezas en el cultivo



Fig. 5. Evaluación del diámetro de la col



Fig. 6. Evaluación de la variable de peso de la col