



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**INFLUENCIA DE DOS RESIDUOS DE COSECHA MÁS
MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL DESARROLLO
Y PRODUCCIÓN DE BANANO (*Musa acuminata*), El
GUABO - EI ORO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de

INGENIERO AGRONOMO

AUTOR

ORELLANA CALLE CHRISTOPHER RAÚL

TUTOR

ING. MARTILLO GARCIA JUAN JAVIER, M.SC

MILAGRO – ECUADOR

2019



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **MARTILLO GARCIA JUAN JAVIER**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **INFLUENCIA DE DOS RESIDUOS DE COSECHA MÁS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE BANANO (*Musa acuminata*)**, **EL GUABO - EL ORO**, realizado por el estudiante **ORELLANA CALLE CHRISTOPHER RAUL**; con cédula de identidad N° **0704990126** de la carrera **INGENIERIA AGRONOMICA** Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo..

Atentamente,

ING. MARTILLO GARCIA JUAN JAVIER, M.Sc

Milagro, 11 de junio del 2019



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“INFLUENCIA DE DOS RESIDUOS DE COSECHA MÁS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE BANANO (*Musa acuminata*), El GUABO - El ORO”**, realizado por el estudiante **ORELLANA CALLE CHRISTOPHER RAUL**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Jácome Murillo Emma, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Martínez Alcívar Fernando, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Martillo García Juan, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Solís Sánchez Pedro, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 11 de junio del 2019

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres: Hugo y Patricia por ser los promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a mis docentes de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad Agraria del Ecuador de Milagro, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial al Ing. Agr. Juan Javier Martillo García M.Sc., tutor de mi tesis de grado quien estuvo guiándome académicamente con su experiencia y profesionalismo. También mi sincero agradecimiento al Ing. Agr. Fernando Martínez Alcívar M.Sc., quien con su dirección y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Agradecimiento

El presente trabajo de grado lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años. Pero todo este esfuerzo está dedicado a mi madre Ana Patricia quien supo creer y confiar en mí, al darme una segunda oportunidad para continuar mi carrera y nunca renunciar a mis sueños.

Finalmente, a todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo ORELLANA CALLE CHRISTOPHER RAUL, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “INFLUENCIA DE DOS RESIDUOS DE COSECHA MÁS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE BANANO (*Musa acuminata*), El GUABO - El ORO” para optar el título de INGENIERO AGRONOMO, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 07 de mayo del 2019

ORELLANA CALLE CHRISTOPHER RAUL
C.I. 0704990126

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras.....	12
Resumen	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos.....	17
1.7 Hipótesis	18
2. Marco teórico.....	19
2.1 Estado del arte.....	19
2.2 Bases teóricas	20

2.2.1 Origen del Banano	20
2.2.2 Taxonomía	20
2.2.3 El Banano en el Ecuador	21
2.2.4 Usos del banano	22
2.2.5 Digestores de materia orgánica.....	23
2.2.5.1 <i>Azospirillum brasilense</i>	23
2.2.5.2 <i>Azotobacter chroococcum</i>	24
2.2.5.3 <i>Lactobacillus acidophillus</i>	25
2.2.5.4 <i>Saccharomyces cerevisae</i>	26
2.2.5.5 <i>Enzimas Microbianas</i>	26
2.2.6 Ceniza de cascarilla de arroz	27
2.2.7 Raquis de banano	28
2.3 Marco legal.....	29
3. Materiales y métodos	31
3.1 Enfoque de la investigación	31
3.1.1 Tipo de investigación	31
3.1.2 Diseño de investigación	31
3.2 Metodología	31
3.2.1 Variables	31
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	31
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	31
3.2.1.2.1. <i>Plantas M3</i>	31
3.2.1.2.2. <i>Número de manos por racimo</i>	31
3.2.1.2.3. <i>Peso de racimo</i>	32
3.2.1.2.4. <i>Rendimiento kg/ha</i>	32

3.2.1.2.5. <i>Análisis Costo/Beneficio</i>	32
3.2.2 <i>Tratamientos</i>	32
3.2.3 <i>Diseño experimental</i>	33
3.2.4 <i>Recolección de datos</i>	33
3.2.4.1. <i>Recursos</i>	33
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i>	33
3.2.5 <i>Análisis estadístico</i>	33
4. <i>Resultados</i>	35
4.1 <i>Planta M3</i>	35
4.2 <i>Numero de manos</i>	36
4.3 <i>Peso del racimo</i>	37
4.4 <i>Rendimiento kg /ha</i>	38
4.5 <i>Análisis beneficio costo</i>	39
5. <i>Discusión</i>	40
6. <i>Conclusiones</i>	42
7. <i>Recomendaciones</i>	43
8. <i>Bibliografía</i>	44
9. <i>Anexos</i>	50

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos en estudio.....	32
Tabla 2. Esquema del análisis de varianza	34
Tabla 3. Promedio Planta M3 (cm).....	35
Tabla 4. Promedio número de manos	36
Tabla 5. Promedio Peso del racimo (Kg)	37
Tabla 6. Promedio Rendimiento kg/ha	38
Tabla 7. Análisis beneficio costo	39
Tabla 8. Datos de planta M3 en cm día 1	54
Tabla 9. Análisis de varianza de planta M3 día 1	54
Tabla 10. Datos de planta M3 en cm día 31	54
Tabla 11. Análisis de varianza de planta M3 día 31	55
Tabla 12. Datos de planta M3 en cm día 61	55
Tabla 13. Análisis de varianza de planta M3 día 61	55
Tabla 14. Datos de planta M3 en cm día 91	56
Tabla 15. Análisis de varianza de planta M3 día 91	56
Tabla 16. Datos de planta M3 en cm día 121.....	56
Tabla 17. Análisis de varianza de planta M3 día 121	57
Tabla 18. Datos de planta M3 en cm día 151.....	57
Tabla 19. Análisis de varianza de planta M3 día 151.....	57
Tabla 20. Datos de número de manos	58
Tabla 21. Análisis de varianza del número de manos.....	58
Tabla 22. Datos del peso del racimo.....	58
Tabla 23. Análisis de varianza del peso del racimo	59
Tabla 24. Datos de rendimiento Kg/ha.....	59

Tabla 25. Análisis de varianza del rendimiento	59
Tabla 26. Análisis beneficio costo	60

Índice de figuras

Figura 1. Croquis del ensayo	50
Figura 2. Inoculante a utilizar	51
Figura 3. Análisis de suelo	52
Figura 4. Coordenadas UTM.....	53
Figura 5. Condiciones edafoclimáticas.....	53
Figura 6. Selección de plantas.....	60
Figura 7. Producto a aplicar	61
Figura 8. Peso del raquis	61
Figura 9. Aplicación de la ceniza de cascarilla de arroz.....	62
Figura 10. Aplicación del Inoculante biológico	62
Figura 11. Aplicación del Inoculante biológico al raquis de banano	63
Figura 12. Aplicación de raquis en ceniza de cascarilla de arroz.....	63
Figura 13. Aplicación del Inoculante biológico al raquis de banano y	64

Resumen

El presente ensayo experimental fue realizado en la Hacienda “Peña Dorada” ubicada en el Cantón El Guabo, Provincia de El Oro, durante los meses de septiembre del 2018 a febrero del 2019, en un cultivo establecido de banano. Esta investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de dos residuos de cosecha más microorganismos eficientes en el desarrollo y producción de banano. El experimento estuvo constituido por 4 tratamientos, cada uno evaluado a través de 4 repeticiones, para lo cual se consideraron 16 unidades experimentales; utilizando para su desarrollo un cuadro latino. Los tratamientos fueron: T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico, T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico, T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico y T4: Testigo absoluto. Las variables fueron: Plantas M3, Numero de manos por racimo, Peso del racimo, rendimiento kg/ha y análisis costo/beneficio. Para la valoración estadística se utilizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados mostraron que el tratamiento 3 (Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico), presentó resultados estadísticamente altos a diferencia de los demás tratamientos, considerándolo la mejor alternativa en el ensayo, el cual muestra en rendimiento kg/ha (11473,36); y que por cada dólar invertido la ganancia sea de \$0,33, mientras la rentabilidad de los demás tratamientos varía entre \$0,18 y \$0,19.

Palabras claves: banano, cascarilla de arroz, Inoculante biotecnológico, raquis, rendimiento.

Abstract

This experimental trial was conducted at the Hacienda "Peña Dorada" located in El Guabo Canton, province of El Oro, during the months of September 2018 to February 2019, in an established banana crop. This research had as a general objective to determine the influence of two harvest residues more microorganisms efficient in the development and production of bananas. The experiment consisted of 4 treatments, each one evaluated through 4 replicates, for which 16 experimental units were considered; Using for its development a Latin painting. Treatments were: T1: Rice husk ash + biotechnology Inoculator, T2: Banana rachis + biotechnological inoculation, T3: Banana rachis + rice husk ash + biotechnology inoculator and T4: Absolute witness. The variables were: plants M3, number of hands per cluster, weight of the cluster, yield kg/ha and analysis cost/benefit. For the statistical valuation, the analysis of variance and Tukey's test were used at 5% probability. The results showed that treatment 3 (banana rachis + rice husk ash + biotechnological inoculation) showed statistically high results unlike other treatments, considering the best alternative in the assay, which Shows in performance kg/ha (11473.36); And that for every dollar invested the profit is \$0.33, while the profitability of the other treatments varies between \$0.18 and \$0.19.

Keywords: banana, rice husk, biotechnological inoculator, rachis, yield

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

(Álvarez & Pantoja, 2013) afirman que después de cosechar el plátano o el banano, el raquis (vástago) se convierte en un residuo de cosecha utilizable para la producción de lixiviado (líquido producido por la descomposición del raquis) aprovechando un residuo del cultivo para una agricultura limpia y eficiente, para el manejo de algunas enfermedades y como suplemento de la fertilización foliar y edáfica.

(Rada, Ariza, Barrios, Tovar, & López, 2012) deduce que el raquis floral posee mayor concentración de nutrientes que el resto del racimo, especialmente en potasio. El racimo pesa en promedio 41.22 y 7.459 Kg. en materia seca incluido el raquis con 2,87 y 0,158 Kg. representando el 6.962 y 2,11% del peso del racimo, después de ser desintegrado y transformado por los microorganismos en un fertilizante orgánico indispensable, manteniendo una buena producción de banano con menos fertilizantes químicos, mejor textura, estructura del suelo, aumento de producción, calidad del fruto y bajos costos de producción.

(Restrepo J. , 2013) indica que la ceniza de la cascarilla de arroz mejora las características físicas del suelo, facilita la aireación, absorción de humedad y el filtraje de nutrientes. Incrementa la actividad macro y microbiológica de la tierra, también estimula el desarrollo del sistema radical de las plantas. Es una fuente rica en sílice, lo que les da a las plantas una mayor resistencia contra insectos y microorganismos. A largo plazo, se convierte en una constante fuente de humus.

(Universidad de Cienfuegos, 2016) argumenta que producir banano bajo condiciones de agricultura orgánica, además de beneficiar el comercio de la fruta, influye sobre el medio ambiente, en el cuidado de los suelos, al incorporar abonos

orgánicos que mejoren su calidad y estructura permitiendo mantener una producción continua y sana.

Según (Velázquez & Ramos, 2015) en la agricultura moderna se usa altos niveles de fertilizantes minerales y otros agroquímicos, para incrementar la producción y cubrir la creciente demanda de alimentos, aunque el uso de estos insumos presenta ventajas inmediatas en el rendimiento de los cultivos, pero su uso puede afectar la calidad y productividad de los suelos agrícolas, debido a esta situación, el uso de microorganismos benéficos ha cobrado importancia como alternativa.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En la producción bananera actualmente se aplican altos niveles de fertilizantes y agroquímicos con el fin de maximizar la cosecha, aunque la aplicación de estos insumos agrícolas ofrecen ventajas en la producción esto afecta negativamente al suelo y al ecosistema en general, por esta razón se considera necesaria la implementación de residuos de cosecha (raquis de banano y ceniza de arroz) más microorganismos eficientes para el desarrollo y producción de banano (*Musa acuminata*).

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será la eficacia de la influencia de dos residuos de cosecha más microorganismos eficientes en el desarrollo y producción de banano?

1.3 Justificación de la investigación

Debido al desconocimiento sobre la influencia de residuos de cosecha más microorganismos eficientes en el cultivo de banano, se plantea la siguiente investigación con el fin de evaluar su resultado en el desarrollo y producción.

La presente investigación contribuirá al mejoramiento de la calidad del cultivo y sus cosechas. Además, los resultados serán un aporte técnico y científico para profesionales y productores de la zona de influencia del proyecto con el fin de elevar la producción de banano para satisfacer la demanda del consumo en fresco y de la industria procesadora.

1.4 Delimitación de la investigación

Este trabajo de investigación evaluó la influencia de dos residuos de cosecha más microorganismos eficientes en el desarrollo y producción de banano (*Musa paradisiaca*), se lo realizó en la Hacienda “Peña Dorada” ubicada en el Cantón El Guabo, provincia de El Oro, entre los meses de septiembre del 2018 a febrero del año 2019.

1.5 Objetivo general

Determinar la influencia de dos residuos de cosecha más microorganismos eficientes en el desarrollo y producción de banano.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo de las plantas de banano, como respuesta a la aplicación de la ceniza de la cascarilla de arroz y raquis de banano, junto con la aplicación de un inoculante biotecnológico.
- Determinar el efecto de los tratamientos mencionados en la producción de las plantas de banano.
- Establecer la utilidad económica de los tratamientos a través de la tasa interna de retorno.

1.7 Hipótesis

Uno de los residuos de cosecha más microorganismos eficientes en el desarrollo y producción de banano fueron benéficos aumentando su rendimiento por Ha.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos se debe a que son fuente de vida microbiológica para el suelo, necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos facilitan la degradación de los nutrientes del suelo, permitiendo que las plantas los asimilen mejor ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos (Restrepo J. , 2014).

Los abonos orgánicos al calientan el suelo, favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de absorción de nutrición de la planta. Es recomendado para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materias orgánicas, desgastados por efectos de la erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos (Escandón, 2010).

(Agüero, Alfonso, Carreño, & Rodríguez, 2014) De acuerdo a su investigación de abono orgánico elaborado de residuos de la producción de plátanos, indican que, para el porcentaje de carbono, sus valores oscilan entre 14 y 18 % dependiendo de los días de elaboración, de los 30 a los 90 se incrementa y a los 150 se estabiliza nuevamente, siendo muy similar al valor inicial. En este caso, los valores obtenidos se encuentran dentro de diferentes trabajos, donde Bocashis elaborados con excretas de cerdo y raquis de banano, obtienen un carbono de 15%. Evidentemente, el raquis de plátano es una fuente de C de fácil descomposición. Igualmente, diferentes trabajos en este sentido, exponen que la disponibilidad de los macronutrientes se mantiene estable en correspondencia con la mineralización del carbono.

La cascarilla de arroz calcinada presenta un alto contenido de sílice. Este trabajo estudió los complejos de sílice y las condiciones óptimas para la síntesis

de SiO₂. La cascarilla de arroz y la sílice se analizaron utilizando microscopía electrónica de barrido (MEB), difracción de rayos de X (DRX), infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR) y análisis térmico diferencial (ATD). La cascarilla fue tratada con HCl para eliminar impurezas como Fe, Na, K, entre otros. Los resultados obtenidos muestran que, en la parte externa de la cascarilla, constituida de celulosa, se nuclea la sílice, y el SiO₂ obtenido de la misma es amorfo (Arcos & Pinto, 2007).

(Barragan & Alvarez, 2002) en su investigación indican que la cascarilla de arroz fue usada como fuente de silicio y la dosis de 394,7 Kg DE SiO₂/HA permitió alcanzar lo más altos rendimientos con 7.49 Tn/HA de grano con humedad del 22%, superior en 0.09 Tn a los tratamientos sin uso de silicio. Dosis mayores de SiO₂ causaron disminución en la producción. Los niveles foliares de SiO₂ en todos los tratamientos fueron altos y se encontró una baja correlación entre dichos niveles y el rendimiento.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen del Banano

(Rosales, 2012) sostiene que el banano (*Musa Paradisiaca*), es originario del Sureste de China e Indochina. De allí pasó a la India y se cree que fueron los ejércitos de Alejandro Magno quienes los trajeron al Mediterráneo, donde se estableció su cultivo sobre el siglo VII. Los conquistadores españoles lo llevaron a Santo Domingo y Jamaica, para posteriormente extender su cultivo por el resto del Caribe, Centroamérica Sudamérica.

2.2.2 Taxonomía

(Rodriguez, 2001) Indica que el banano pertenece a un grupo, de más de 30 especies conocidas bajo el nombre científico genérico de *Musa*. Las especies

parentales del banano son *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*; los bananos comestibles aparecieron a través de mutaciones o hibridaciones naturales dando origen a grupos híbridos de los cuales se derivan los bananos y los plátanos.

Por su parte, (Pineda C. , 1995) plantea que los cultivares de banano son derivados de las especies silvestres *Musa acuminata Colla* y *Musa balbisiana Colla*. La primera clasificación científica del banano fue hecha por Linnaeus en 1783. Le dio el nombre de *Musa sapientum* a todos los bananos de postre los que son dulces cuando maduran y se comen crudos. El nombre de *Musa paradisiaca Colla* fue dado a los plátanos los cuales se cocinan y consumen cuando todavía están verdes.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género Musa	Especie paradisiaca

(Kress, 1990).

2.2.3 El Banano en el Ecuador

A nivel nacional los principales cultivos de banano se encuentran en el Litoral Ecuatoriano debido a que esta región contiene el clima idóneo para el cultivo, la estructura productiva del banano según el INEC y MAGAP especifican que en el país las Unidades de Producción Agrícolas (UPAs) están divididas en tres clases que son las de los pequeños productores los cuales tienen UPAs de 0 a menos de 20 hectáreas, medianos productores los cuales tienen UPAs de 20 a menos de

100 hectáreas y los grandes productores que tienen UPAs de 100 a más de 200 hectáreas (Aguilar, 2015).

Ecuador es el mayor exportador de banano del mundo y su presencia en el comercio mundial va en aumento. Las exportaciones crecieron de un millón de toneladas en 1985 a 3,6 millones de toneladas en 2000. Esto equivale a un índice medio anual de casi el 9%. Este crecimiento se debió sobre todo por el aumento de la superficie plantada y, en menor medida, por el incremento de los rendimientos por hectárea. Cerca del 18% de la comercialización en el mundo en los años setenta y ochenta procedían de Ecuador y este porcentaje aumentó en los años noventa hasta el 30%. (Arias, Dankers, Liu, & Pilkauskas, 2002).

La producción y agro exportación bananera en el Ecuador, ha ido aumentando poco a poco a pesar de que ha tenido varias etapas tanto de auge y de déficit. El mercado del banano del Ecuador se lo considera un mercado único ya que ha podido surgir mediante el impulso de un gran número de pequeños y medianos productores. Es una de las economías englobadas netamente por la actividad agrícola. (Pineda V. M., 2011).

En el Ecuador se cultivan tres tipos de banano siendo el más importante el denominado banano “Cavendish”, seguido por el “Guineo Orito” y el guineo morado llamado “Banana Rose” (Aguilar, 2015).

2.2.4 Usos del banano

El banano es un alimento de gran valor nutritivo. En su composición Vale la pena destacar la presencia de vitaminas, hierro, fósforo y calcio en este producto.

En banano posee un valor alto de almidón, pero a medida que madura, este almidón se va convirtiendo en azúcares sencillos como sacarosa, glucosa y

fructosa. Además, los dos tipos de fibra vegetal, soluble e insoluble, se hallan presentes en el banano (Arias, Dankers, Liu, & Pilkauskas, 2002).

La pulpa de plátano contiene diversas propiedades, como lo han demostrado estudios realizados. De manera general, la pulpa de plátano es una excelente fuente de potasio (López & Montaña, 2014).

El mercado de banano en el mundo es el de consumo en fresco y una cantidad menor se destina a procesos industriales de productos alimenticios.

En general el banano puede ser utilizado industrialmente como materia prima para la obtención de productos como bananos deshidratados o secados, en almíbar, cremas, postres, pulpas, purés, compotas, mermeladas, conservas, harinas, hojuelas, fritos, jarabe, confitados y congelados, liofilizados, etanol, jaleas, bocadillo, néctares, jarabe de glucosa y fructuosa, saborizantes y aromatizantes, dulce elaborado en su cáscara, alimento para el ganado y otros animales. Los desechos fibrosos del cultivo también sirven como materia prima para la elaboración de pulpas celulósicas, almidones y productos químicos. En otros países se está manejando el uso de los residuos de cosecha para la elaboración de gas biológico, láminas de cartón, material para embalaje y pita (Mayen, 2014).

2.2.5 Digestores de materia orgánica

2.2.5.1 *Azospirillum brasilense*

Azospirillum brasilense es una de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal mejor estudiadas. Tiene la capacidad de afectar el crecimiento de numerosos cultivos agrícolas en todo el mundo a través de la excreción de diversas hormonas y la capacidad de la bacteria de la fijación de nitrógeno. Muchos países usan inoculantes bacterianos que

contienen *A.brasilense* solo o en concierto con otras bacterias promotoras del crecimiento de las plantas. Dentro de su familia, *Azospirillum* se puede distinguir de otros miembros por la falta de fototropía, la incapacidad de formar hipertrofias de raíces y tallos y el contenido de G + C. *A.brasilense* se puede distinguir de otras especies de *Azospirillum* en función de la capacidad de utilización de ribosa y manosa (Microbe, 2013).

Azospirillum brasilense, una bacteria fijadora de nitrógeno que se encuentra en la rizosfera de varias especies de pasto (Tien, Gaskins, & Hubbell, 2011). La bacteria del suelo, aislado de las raíces del trigo en la región central de Argentina, se ha utilizado como un bio-fertilizante en la agricultura durante las últimas cuatro décadas. Una de las principales características de la *Azospirillum* bacteria que ayuda a la sanidad vegetal es su capacidad para ser capaz de producir los reguladores de crecimiento de plantas (AgroMeat, 2014).

Los niveles de respuesta a la inoculación con bacterias del género *Azospirillum* están definidos por las características genéticas de la bacteria y la planta huésped, y las interacciones entre éstas, entre otras razones (Salamone, 2012). Es por ello que resulta necesario obtener aislamientos bajo diferentes condiciones ambientales, de manera tal de garantizar el acceso a la diversidad genética del género *Azospirillum* y, en consecuencia, incrementar el éxito de la práctica de inoculación y la PGP en vías de una agricultura sostenible. Históricamente, el aislamiento de cepas del género *Azospirillum*, principalmente *A. brasilense* y *A. lipoferum* (Zorita, Duarte, & Grove, 2002).

2.2.5.2 *Azotobacter chroococcum*

Azotobacter chroococcum es una de los microorganismos que mayor promoción de crecimiento vegetal (Romero-Perdomo, Moreno-Galván, Camelo-

Rusique, & Bonilla, 2015). Es una bacteria Gram negativa tienen una pared celular compleja que consiste de una membrana externa y una capa interna de peptidoglicano que contiene ácido murámico y mureína. Se reproduce por fisión binaria, vive en suelos y en aguas frescas (Biocultivos, 2013).

Hoy se utilizan extensamente en Cuba los biopreparados a base de *Azotobacter chroococcum* sobre una amplia gama de cultivos que son beneficiados por esta bacteria. Estos niveles no permiten la manifestación de los beneficios que pueden aportar estas bacterias. Por este motivo, es necesario aumentar la población artificialmente mediante la aplicación de biopreparados, que permiten alcanzar hasta 100 millones de células por gramo de suelo (González, Martínez, López, & Viera, 2012).

Azotobacter chroococcum tiene el potencial para influir en el crecimiento de plantas si las condiciones ambientales dentro de la rizosfera son favorables (Gomez, 2016). *Azotobacter chroococcum* se encuentra en gran proporción en la rizosfera de suelos tropicales que se caracterizan por poseer altos contenidos de materia orgánica, fosfatos y valores de Ph cercanos a la neutralidad. Las bacterias del género *Azotobacter* son fijadores de nitrógeno de vida libre, productores de sustancias promotoras del crecimiento vegetal y degradadoras de plaguicidas (Avella, 2007).

2.2.5.3 *Lactobacillus acidophilus*

Se caracteriza por ser de forma bastonada, gram (+) y homofermentativa, son aerotolerantes y carecen de citocromos y porfirinas, captan oxígeno por medio de las oxidasas de las flavoproteínas, oxidación usada para producir peróxido de hidrógeno, fermentan la lactosa a lactato en forma casi exclusiva y se ha reportado que pueden utilizar ampliamente la salicina y celobiosa, en menor

proporción fructosa y glucosa, pero muy poca manosa y sorbitol (Alarcón & Ferrera-Cerrato, 2000).

2.2.5.4 *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces se encarga de fermentar los azúcares como: glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa y maltotriosa presentes en el mosto y en ausencia de oxígeno produce como productos principales etanol y CO₂ (Balken, 2003).

S. cerevisiae es un hongo levaduriforme que presenta células alargadas, globosas ó elipsoidales, pudiendo encontrarse en agrupaciones de dos, en cadenas cortas, racimos o bien sin agruparse. “La apariencia de las colonias es muy diversa: de color crema a ligeramente café, de lisas a rugosas, en ocasiones sectorizadas y brillantes u opacas” (López, García, Quintero, & Canales, 2002).

2.2.5.5 *Enzimas Microbianas*

Las enzimas microbianas, han sido empleadas en industrias que van desde alimentos hasta la biología molecular. Debido a que muchos microorganismos son una fuente excelente de producción de enzimas, esta fuente ha sido una matriz para el desarrollo de nuevos productos industriales. (Thieman & Palladino, 2010).

Las enzimas microbianas son un grupo de proteínas que aceleran las reacciones químicas. (Gurung, Ray, & Bose, 2013). Las enzimas microbianas han sido probadas en múltiples áreas como la medicina, textiles, biosoluciones, Uno de los primeros procesos fue en la biología molecular en donde se utilizó polimerasas de ADN y enzimas de restricción procedentes de bacterias. Aisladas de *E. coli*, las polimerasas de ADN se usan en técnicas de ADN recombinante. (Dios, Ibarra, & Velasquillo, 2013).

La descomposición de moléculas que realizan las enzimas microbianas determina su función. Por ejemplo, la enzima celulasa, descompone la celulosa,

un polisacárido que se encuentra en las plantas. Además, se la utiliza para suavizar y desteñir pantalones, esto gracias a derivados provenientes de *Trichoderma reesei* y *Aspergillus niger*. (Gutiérrez, Moreno, & Montoya, 2015).

También, el uso de la enzima proteasa subtilisina, proveniente de *Bacillus subtilis*, en la actualidad es parte importante de varios detergentes, cuya función es degradar y quitar manchas de origen proteico en prendas de vestir. (Martínez & Garcia, 2014).

Además, un cierto número de enzimas bacterianas se utilizan también para emplear alimentos, tales como las enzimas que descomponen carbohidratos llamadas amilasas, que degradan almidón; proteasas, que degradan otras proteínas; y lipasas, que descomponen grasas. (Cavicchioli, y otros, 2011).

2.2.6 Ceniza de cascarilla de arroz

Uno de los campos que tiene más utilización en los molinos arroceros es el aprovechamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz para el calentamiento del aire destinado al proceso de secamiento del mismo arroz. La ceniza proviene del quemado de la cascarilla del silicio absorbido por la planta solo una parte queda en el grano y la gran mayoría forma la parte estructural de la cascarilla, la ceniza está compuesta principalmente por Oxido de Silicio (Andrade, 2006).

El Silicio aumenta el crecimiento y modifica la arquitectura de las plantas, tiene potencial para aumentar la productividad y disminuye el ataque de enfermedades fungosas, este micronutriente protege a los cultivos contra el ataque de enfermedades e insectos plagas debido a que la acumulación de silicio en los tejidos vegetales (Herrera, 2012).

Si juega un papel importante en la formación de la inflorescencia del arroz y parece que influencia la calidad del grano. Los granos con alto contenido de

"centro blanco" generalmente presentan bajo contenido de Si, el cual es directamente proporcional al contenido de Si en el tamo (paja) del arroz. Granos de cebada provenientes de suelos con suficiente Si germinaron mejor que granos provenientes de suelos deficientes en el elemento (Ibarra, 2011).

Los beneficios de la mayor concentración de silicio en el suelo y suministrar al suelo minerales ricos en silicio a través de los procesos de fertilización, permiten una solución económica y rentable para la producción agrícola, destacando un aumento en productividad como en el cultivo de arroz (Sancho, 2010).

2.2.7 Raquis de banano

Ramificación central que sirve de soporte a los frutos en la planta, del que solo se produce uno por planta. Tiene una composición química superior a la de la pulpa y la cáscara en todos sus componentes menos en almidón, lo que permite pensar que es un producto comestible portador de fibra, vitamina y minerales. (Arrata, 2014)

El raquis o pedúnculo floral, tiene una forma helicoidal y es el responsable del sostén de los racimos y, al momento de ser empaquetados, termina siendo un remanente de gran volumen. Este material por su valor nutricional puede ser reutilizado y reintegrado al suelo mediante la elaboración de composta (Smesrud, Duvendack, Obereiner, & Jordahl, 2012).

Además, se ha estudiado como un potencial controlador de plagas y patógenos, lo que se atribuye principalmente a la gran cantidad de microorganismos presentes en los lixiviados, más que en la propia composta. (Reyes & Barlaz, 2012)

Además, el raquis ha sido empleado como ingrediente para la fabricación de harinas, papel, violes, fermentos, forraje para ganado y como un mecanismo de germinación de semilla (FAO, 2012).

2.3 Marco legal

La presente investigación se apega al Plan Nacional del Buen Vivir en el objetivo 11 **Asegurar la soberanía y de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica**, ajustado a las políticas y lineamientos estratégicos número 11.5 en donde se promueve impulsar la industria química, farmacéutica y alimentaria, a través del uso soberano, estratégico y sustentable de la biodiversidad.

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Principios generales

Artículo 1. Finalidad. - Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental. El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley.

Artículo 3. Deberes del Estado. - Para el ejercicio de la soberanía alimentaria, además de las responsabilidades establecidas en el Art. 281 de la Constitución el Estado, deberá:

a. Fomentar la producción sostenible y sustentable de alimentos, reorientando el modelo de desarrollo agroalimentario, que en el enfoque multisectorial de esta ley hace referencia a los recursos alimentarios provenientes de la agricultura, actividad pecuaria, pesca, acuacultura y de la recolección de productos de medios ecológicos naturales;

- b. Establecer incentivos a la utilización productiva de la tierra, desincentivos para la falta de aprovechamiento o acaparamiento de tierras productivas y otros mecanismos de redistribución de la tierra;
- c. Impulsar, en el marco de la economía social y solidaria, la asociación de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores para su participación en mejores condiciones en el proceso de producción, almacenamiento, transformación, conservación y comercialización de alimentos;
- d. Incentivar el consumo de alimentos sanos, nutritivos de origen agroecológico y orgánico, evitando en lo posible la expansión del monocultivo y la utilización de cultivos agroalimentarios en la producción de biocombustibles, priorizando siempre el consumo alimenticio nacional;
- e. Adoptar políticas fiscales, tributarias, arancelarias y otras que protejan al sector agroalimentario nacional para evitar la dependencia en la provisión alimentaria;
- f. Promover la participación social y la deliberación pública en forma paritaria entre hombres y mujeres en la elaboración de leyes y en la formulación e implementación de políticas relativas a la soberanía alimentaria (Ministerio del Buen Vivir, 2016).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación se consideró de tipo experimental y explicativa por el ensayo y el diseño estadístico.

3.1.2 Diseño de investigación

Se pensó de modalidad aplicada debido al fundamento teórico, deductivo y experimental que se diseñó en el estudio.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. *Variable independiente*

- Ceniza de arroz quemada
- Raquis de banano
- Inoculante biológico

3.2.1.2. *Variable dependiente*

3.2.1.2.1. *Plantas M3*

Esta variable fue evaluada tomando la medida en plantas pronta de 3 metros en el día 1, 31, 61, 91, 121 y 151 días después de la primera aplicación por lo tanto esta variable fue expresada en cm

3.2.1.2.2. *Número de manos por racimo*

Esta operación fue llevada a cabo a través del conteo de las manos que contenían cada uno de los racimos comerciales, obteniendo así el número total de manos por racimo.

3.2.1.2.3. *Peso de racimo*

Esta variable fue tomada al momento de la cosecha, para lo cual fue pesado cada racimo al llegar a la empacadora y sus valores fueron expresados en kilogramos.

3.2.1.2.4. *Rendimiento kg/ha*

Se pesó la producción de cada tratamiento; y los resultados fueron expresados en kilogramos por hectárea.

3.2.1.2.5. *Análisis Costo/Beneficio*

El análisis económico se fundamentó en la relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos en estudio.

3.2.2 *Tratamientos*

El factor de estudio corresponde a los residuos de cosecha, en los cuales se realizaron aplicaciones de los microorganismos. Estos tratamientos se indican en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos en estudio

Nº	TRATAMIENTOS	DOSIS
1	T1. Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2600 kg/ha + inoculante (1 lt)
2	T2. Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	2600 kg/ha + inoculante (1 lt)
3	T3. Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2600 kg/ha + inoculante (1 lt) + 2600 kg/ha + inoculante (1 lt)
4	T4. Testigo absoluto	0

Orellana, 2019

3.2.3 Diseño experimental

El diseño usado en esta investigación fue tipo experimental con un diseño cuadro latino, el mismo que estuvo conformado por 4 repeticiones y 4 tratamientos. La variación estadística de los datos se obtuvo mediante el análisis de varianza, y sus promedios fueron comparados utilizando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Para este trabajo investigativo se extrajo información de: Libros, Tesis, Folletos, Revistas, Periódicos, Sitios web, entre otros.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

Por el origen de los datos que basan este estudio la modalidad que se utilizó es un diseño experimental de tipo: descriptivo, cuantitativo y explicativo. Las técnicas que se emplearon en esta investigación experimental fue tipo deductivo, analítico y sintético.

3.2.5 Análisis estadístico

Los datos fueron evaluados estadísticamente mediante el análisis de varianza, esquema que se detalla en la tabla 2. Los promedios fueron comprobados mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad.
Total	15
Tratamientos (4-1)	3
Repeticiones (4-1)	3
Error experimental	9

Orellana, 2019.

4. Resultados

4.1 Planta M3

El análisis de varianza realizado para la variable planta M3 (véase en el anexo 9), pudiendo observar que existe efecto significativo de tratamiento en los diferentes momentos de evaluación. Observando el comportamiento de la planta M3 al día 1 y 31, se puede apreciar que la mayor altura la alcanzo el T3 (2,40 y 2,55 cm), diferenciándose estadísticamente con el resto de los tratamientos. En segundo lugar, tenemos al T2 (2,25 y 2,43 cm). El T1 desarrollo la menor altura 2,05 y 2,25 cm. La diferencia estadística de los tratamientos se mantiene a los 61, 91, 121 y 151 días (tabla 3). Si analizamos la altura final (151 días) se puede apreciar que el T3 (Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico) desarrollo la mayor altura (3,35 cm), y el T1 (Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico) obtuvo la menor altura (2,60 cm).

Tabla 3. Promedio Planta M3 (cm)

Tratamientos	PlantaM3 (cm)Dia1	PlantaM3 (cm)Dia31	PlantaM3 (cm)Dia61	PlantaM3 (cm)Dia91	PlantaM3 (cm)Dia121	PlantaM3 (cm)Dia151
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,05 ab	2,25 b	2,35 b	2,43 b	2,45 b	2,60 b
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	2,25 ab	2,43 ab	2,50 b	2,60 b	2,63 b	2,80 b
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,40 a	2,55 a	2,78 a	2,88 a	2,95 a	3,35 a
T4: Testigo absoluto	2,15 ab	2,28 b	2,40 b	2,40 b	2,45 b	2,70 b
CV	7,82	10,51	9,53	9,2	9,2	13,63

Orellana, 2019

4.2 Numero de manos

En la tabla 4 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable número de manos (véase en la tabla 21), se puede apreciar que hay diferencia significativa del T3 con los demás tratamientos. Se observa que el tratamiento de mayor numero de manos fue el T3 (9 manos/racimo), diferenciándose estadísticamente con el resto de los tratamientos. El T4 obtuvo el menos número de manos (7 manos/racimo). Presentando en conjunto un coeficiente de variación del 3,55%.

Tabla 4. Promedio número de manos

Tratamientos	Numero de manos
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	8 b
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	8 b
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	9 a
T4: Testigo absoluto	7 b
CV	3,55

Orellana, 2019.

4.3 Peso del racimo

En la tabla 5 se presentan los promedios para la variable peso del racimo, se puede apreciar que no hay diferencia significativa de tratamientos. Se observa que el tratamiento de mayor peso fue el T3 (34,00 kg), Mientras que el promedio más bajo lo tuvo el T4 de 27,25 kg, inferior a los demás tratamientos. Presentando en conjunto un coeficiente de variación del 8,35%.

Tabla 5. Promedio Peso del racimo (Kg)

Tratamientos	Peso del racimo
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	31 ab
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	32 ab
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	34 a
T4: Testigo absoluto	27,25 b
CV	8,35

Orellana, 2019

4.4 Rendimiento kg /ha

En la tabla 6 se presenta los promedios de la variable rendimiento kg/ha, Se observa que el tratamiento de mayor rendimiento fue el T3 (2868,25 kg/ha), difiriendo estadísticamente con los demás tratamientos, en segundo lugar, quedo el T2, con 2463,00 kg/ha y el tratamiento de menor rendimiento fue el T4 con 2356,75 kg/ha. Presentando en conjunto un coeficiente de variación del 8,18%.

Tabla 6. Promedio Rendimiento kg/ha

Tratamientos	Rendimiento kg /ha
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2416,5 b
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	2463,00 ab
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2868,25 a
T4: Testigo absoluto	2356,75 b
CV	8,18

Orellana, 2019

4.5 Análisis beneficio costo

En la Tabla 7 se detalla el análisis beneficio – costo de cada tratamiento en estudio. Donde la variable se ejecutó al final del ensayo, con los gastos de cada tratamiento. El T3 (Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico) obtuvo el mayor beneficio neto con \$0,33 por hectárea por cada dólar invertido, y el T1 (Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico) con T4 (Testigo absoluto) tuvo la rentabilidad más baja \$0,18 por hectárea.

Tabla 7. Análisis beneficio costo

COMPONENTES	T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	T4: Testigo absoluto
Rendimiento Kg/ha	9666,26	9852,00	11473,36	9426,35
Costo fijo (\$)	4000	4000	4000	4000
Costo Variable (\$)	100	150	300	0
Costo Total	4100	4150	4300	4000
Ingreso Bruto (\$)	4833,13	4926,00	5736,68	4713,18
Beneficio Neto (\$)	733,13	776,00	1436,68	713,18
Relación BENEFICIO/COSTO	0,18	0,19	0,33	0,18

Orellana, 2019

5. Discusión

De acuerdo al primer objetivo se evaluó el desarrollo de las plantas de banano, como respuesta a la aplicación de la ceniza de la cascarilla de arroz y raquis de banano, junto con la aplicación de un inoculante biotecnológico, esta investigación mostró los resultados estadísticamente altos en el tratamiento 3 (Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico) el cual en planta M3 en la última evaluación expresó 3,35 cm diferenciándose de los otros, además presentó más número de manos que los demás tratamientos corroborando con Jimenez (2012) quien expresa que los inoculantes biotecnológicos pueden ser usados como biofertilizantes, que promueven el crecimiento vegetal a través de una asociación simbiótica y permiten aprovechar con mayor eficiencia la humedad del suelo e incrementar la absorción de elementos minerales. Además, no solo funcionan como estimulador de crecimiento sino como controladores de microorganismos que son una de las causas negativas de los cultivos.

El segundo objetivo determinó el efecto de los tratamientos mencionados en la producción de las plantas de banano, los efectos que generaron esta investigación fueron los rendimientos aumentados, el peso del racimo reflejo 34 kg en el tratamiento 3 y su rendimiento por hectárea fue de 11473,36 presentado diferencias significativas en cuanto a los demás tratamientos, y Angarita (2017), dice que los fertilizante orgánicos provee la asimilación de las sustancias inorgánicas requeridas por el banano, debido a la propagación de microorganismos que asisten a solubilizar los nutrientes principales, esto disminuye problemas fitopatológicos y además disminuyen los costos de

producción, lo que conlleva a un mayor rendimiento generando mayores ingresos a los productores del banano.

De acuerdo al tercer objetivo se estableció la utilidad económica de los tratamientos a través de la tasa interna de retorno, la rentabilidad del tratamiento 3 superó los precios comparados a los demás tratamientos, que por cada dólar invertido el valor neto sea de \$0,33, mientras los demás tratamientos no subieron más de \$0,19, lo que concuerda con Noa (2018) quien afirma que los elementos prescritos se encuentran a un bajo costo y con la conformidad de ejecutar este proceso asociado a fincas o empacadoras; dominando la resistencia a usar fertilizantes químicos que son hallados en el mercado mundial, pero no son totalmente aceptados por los agricultores, debido al alto riesgo de contaminación, llegando a ser más utilizados los productos orgánicos como raquis e inoculantes para un apropiado manejo del cultivo y produciendo el abaratamiento de costos..

6. Conclusiones

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se llegó a las siguientes conclusiones:

Las plantas de banano tratadas con Raquis de banano + Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico, se comportaron superior estadísticamente en las variables evaluadas (plantas m³, numero de manos por racimo, peso del racimo, rendimiento y análisis económico); diferenciándose con los demás tratamientos.

La estimulación para el incremento de producción a partir de Raquis de banano + Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico (T3), produjo los mejores resultados en el análisis de las variables relativas a peso del racimo (34) y rendimiento/ha (2868,25).

La mayor rentabilidad se obtuvo del tratamiento 3, Raquis de banano + Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico que reportó \$0,33 ganancias por cada dólar invertido en ha.

7. Recomendaciones

En base a los resultados de esta investigación, se recomienda:

Efectuar aplicaciones mensuales de Raquis de banano + Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico, promueve una mayor eficiencia en la respuesta agronómica del cultivo de banano.

Realizar estudios similares en otras condiciones agroecológicas, empleando Raquis + Ceniza + Inoculante en diferentes dosis y épocas de aplicación, con el objetivo de alcanzar mejores rendimientos en otros cultivos.

Profundizar el estudio del efecto de abonos orgánicos sobre el desarrollo del banano y el comportamiento de las concentraciones medias y altas aplicadas al cultivo.

Con los resultados obtenidos y otras investigaciones similares, se debe nivelar el uso de raquis, ceniza e inoculante a mayor escala, por tanto se recomienda seguir las evaluaciones en plantaciones de banano basadas en los mejores resultados obtenidos en esta tesis.

8. Bibliografía

- AgroMeat. (2014). *Azospirillum: La bacteria del suelo como bio-fertilizante en la agricultura*. Buenos Aires, Argentina.
- Agüero, D. R., Alfonso, E. T., Carreño, F. S., & Rodríguez, J. A. (junio de 2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Scielo*, 35 (2).
- Aguilar, R. R. (2015). *La producción y exportación del banano y su incidencia en la economía ecuatoriana en el periodo 2008 - 2013*. 23, Universidad de Guayaquil, Facultad de ciencias económicas, Guayaquil.
- Alarcón, & Ferrera-Cerrato. (2000). Biofertilizantes: Importancia y utilización en la agricultura. *Agricultura Técnica en México.*, 26(2), 192-203.
- Álvarez, E., & Pantoja, A. (2013). Valle del Cauca, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Andrade, E. (2006). *USO DE LA CASCARILLA DE ARROZ COMO FUENTE DE SILICIO*. VENTANAS , LOS RIOS, ECUADOR .
- Angarita, P. (2017). APROVECHAMIENTO DEL RAQUIS DEL BANANO Y OTROS RESIDUOS BIODEGRADABLES COMO FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE ESTA FRUTA. *INFOTEP*, 4-5. Obtenido de http://app.infotepvge.edu.co/cienaga/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_524.pdf
- Arcos, C., & Pinto, D. (2007). La cascarilla de arroz como fuente de SiO₂. *Revista Facultad de Ingeniería*(41), 7-20. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/430/43004102.pdf>

- Arias, P., Dankers, C., Liu, P., & Pilkauskas, P. (2002). *LA ECONOMÍA MUNDIAL DEL BANANO*. (O. d. Alimentación, Ed.) Roma, Italia: FAO.
- Arrata, K. A. (2014). *Implementacion de una empresa de papel periodico utilizando el raquis de banano como materia prima*. Tesis de Maestria, Universidad de Guayaquil, Departamento de finanzas y proyectos corporativos, Guayaquil.
- Avella, D. J. (2007). *Caracterizacion molecular de cepas nativas colombianas de Azotobacter spp. mediante el analisis de restriccion del DNA ribosomal 16S*. Tesis, Bogota.
- Balken, V. (2003). Biotechnological innovations in chemical synthesis. (E. Butterworth-Heinemann, Ed.) 278-297.
- Barragan, L. A., & Alvarez, A. (2002). *Evaluacion de cinco dosis de aplicacion de ceniza de cascarilla de arroz como fuente de silicio y complemento a la fertilizacion con fosforo y potasio en el cultivo de arroz variedad F-50*. ESPOL, Guayaquil.
- Biocultivos. (2013). *Cepa Azotobacter chroococcum*. Ibaguè: Biocultivos S.A.
- Cavicchioli, Charlton, Ertan, Omar, Siddiqui, & Williams. (2011). Biotechnological uses of enzymes from psychrophiles. *Microbial Biotechnology*, 449-460. doi:10.1111/j.1751-7915.2011.00258.x
- Dios, T. d., Ibarra, & Velasquillo. (2013). Fundamentos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y de la PCR en tiempo real. *Investigación en discapacidad*, 2(2), 70-78.
- Escandón, S. (2010). *Abonos orgánicos. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*.

- FAO. (2012). Statistical Yearbook 2012 World Food and Agriculture. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- Gomez, C. d. (2016). *Efecto de la biofertilización con Azotobacter chroococcum en el crecimiento y rendimiento de tomate (Solanum lycopersicum L.) y pepino (Cucumis sativus L.) cultivados en condiciones de invernadero*. Tesis, Centro de investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México.
- González, Y. L., Martínez, J. M., López, N. R., & Viera, R. M. (junio de 2012). Aplicación de *Azotobacter chroococcum* en la producción de plántulas de tabaco negro. *Scielo*, 33(2).
- Gurung, Ray, & Bose. (2013). A broader view: microbial enzymes and their relevance in industries, medicine, and beyond. *BioMed research international*.
- Gutiérrez, Moreno, & Montoya. (2015). Mecanismos y regulación de la hidrólisis enzimática de celulosa en hongos filamentosos: casos clásicos y nuevos modelos. *Revista Iberoamericana de Micología*, 32(1), 1-12.
- Herrera, W. (2012). *IMPORTANCIA DEL SILICIO EN LAS GRAMINEAS*.
- Ibarra, J. (2011). *ELABORACIÓN, MANEJO Y PRINCIPALES FERTILIZANTES ORGANICOS*. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Jimenez, J. (2012). EFECTO DE INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS EN CRECIMIENTO DE RÁBANO (*Raphanus sativus*). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 3. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a04.pdf>

- Kress, J. (1990). The phylogeny and classification of the Zingiberales. *Annual*(77), 698-721.
- López, G. B., & Montaña, F. J. (diciembre de 2014). Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). *Revista Medica UV*, 23-25.
- López, García, Quintero, & Canales. (2002). Biotecnología alimentaria. (E. Limusa, Ed.) 65-102.
- Martínez, & Garcia. (2014). Ingeniería de proteínas para el mejoramiento de enzimas. *Revista Digital Universitaria*, 15(12).
- Mayen, H. H. (2014). *Aspectos ambientales y buenas practicas de manufactura para una empr4esa de banano*. Tesis, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Facultad de Ingeniería, GUATEMALA.
- Microbe. (2013). *Azospirillum brasilense*. Universidad de Minnesota-Twin Cities, Minnesota.
- Ministerio del Buen Vivir. (2016). *buenvivir.ec*. Obtenido de <http://plan.senplades.gob.ec/web/guest/inicio>
- Noa, J. (2018). Obtención de lixiviados de raquis de plátano: uso potencial en cultivos. *CIENCIA UANL*, 21(89), 4. Obtenido de <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=7887>
- Oriusbiotech. (2018). *Digestor SC*. Obtenido de <https://www.oriusbiotech.com/documentos/47-digestor-sc-ficha-tecnica.pdf>
- Pineda, C. (1995). *Enfermedades Fúngicas*.
- Pineda, V. M. (2011). *LA PRODUCCIÓN DE BANANO EN LA PROVINCIA DE EL ORO 2009-2010*. Tesis, Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

- Rada, P. P., Ariza, H. A., Barrios, I. T., Tovar, C. E., & López, I. E. (2012). *Aprovechamiento del raquis del banano y otros residuos biodegradables como fertilizantes orgánicos en el cultivo de esta fruta* .
- Restrepo, J. (2013). *¿Cómo aporta la cascarilla de arroz en el abono fermentado?* CEDECO / OIT, Brasil.
- Restrepo, J. (2014). *UTILIZACION DE RESIDUOS ORGANICOS EN LA AGRICULTURA* . CALI, COLOMBIA .
- Reyes, S. d., & Barlaz. (2012). Comparison of bacteria and archaea communities in municipal solid waste, individual refuse components, and leachate. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 79(2), 463-473. doi:10.1111/j.1574-6941.2011.01239.x.
- Rodriguez, L. (2001). *El banano y su desarrollo*. Universidad del Magdalena, Santa Martha - Colombia.
- Romero-Perdomo, Moreno-Galván, Camelo-Rusique, & Bonilla, R. (2015). Efecto de la carragenina sobre *Azotobacter chroococcum* en semillas de algodón peletizadas con un fungicida. *SciELO*, 29-32.
- Rosales, O. S. (2012). *Elaboración de un concentrado para bebidas a base de pulpa de banano de rechazo con saborizantes artificiales*. Universidad de Galileo, Guatemala.
- Salamone, G. d. (2012). Microorganismos promotores del crecimiento vegetal. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamerica*.
- Sancho, F. (2010). *IMPORTANCIA DEL SILICIO EN EL CULTIVO DE ARROZ* . GUAYAQUIL .

- Smesrud, Duvendack, Obereiner, & Jordahl. (2012). Practical salinity management. *International Journal of Phytoremediation*, 14(1), 26-46. doi:10.1080/15226514.2011.607868.
- Thieman, & Palladino. (2010). Introducción a la Biotecnología.
- Tien, T., Gaskins, M., & Hubbell, D. (2011). Sustancias de crecimiento vegetal producidas por *Azospirillum brasilense* y su efecto sobre el crecimiento del mijo perla (*Pennisetum americanum* L.). *American Society for Microbiology*.
- Universidad de Cienfuegos. (Mayo de 2016). IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE BANANO ORGÁNICO. CASO: PROVINCIA EL ORO, ECUADOR. (U. d. Cienfuegos, Ed.) *Revista Universidad y Sociedad*, 8(3).
Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300008
- Velázquez, A., & Ramos, M. (2015). *Beneficios de microorganismos solubilizadores de P y K en la recuperación y mantenimiento de suelos agrícolas*. Lima. Obtenido de http://www.avocadosource.com/WAC8/Section_07/VelazquezGurrolaA2015.pdf
- Zorita, D., Duarte, & Grove. (2002). A review of no-till systems and soil management for sustainable crop production in the subhumid and semiarid Pampas of Argentina. En *Soil and Tillage Research* (págs. 1-18). Argentina.

9. Anexos

T1	T2	T3	T4
T4	T1	T2	T3
T3	T4	T1	T2
T2	T3	T4	T1

Figura 1. Croquis del ensayo
Orellana, 2019



Para producir el mejor
Abono Orgánico.



digestor es un Inoculante Biotecnológico con alta actividad para digerir la materia orgánica fresca o fermentada que está almacenadas en pila y la bio transforma ordenadamente en un Abono Orgánico de excelente calidad y sanidad que se integra muy rápidamente al suelo sin impactar el cultivo. Actúa muy bien en residuos vegetales bien picados de cosecha y de post cosecha, residuos de procesos agroindustriales, fruta de rechazo, brozas, pulpas, raquis, podas, estiércoles, cascarillas, y aserrín.

INGREDIENTE ACTIVO	<i>Azospirillum brasilense</i> , <i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y Enzimas Microbianas		
GRUPO EN INSUMOS	Inoculante Biotecnológico. USO INDUSTRIAL. USO AGRICOLA.		
COMPOSICIÓN GARANTIZADA	<i>Azospirillum brasilense</i> :	10.000 UFC*/ml de producto comercial.	5%***
	<i>Azotobacter chroococcum</i> :	10.000 UFC*/ml de producto comercial	5%
	<i>Lactobacillus acidophilus</i> :	10.000 UFC*/ml de producto comercial	5%
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	100 UFC*/ml de producto comercial	5%
	Enzimas Proteolíticas	100 UP**/min/ml	5%
	Enzimas Celulolíticas	100 UC**/min/ml	5%
	Enzimas Lipolíticas	100 UL**/min/ml	5%
	Enzimas Amilolíticas	100 UA**/min/ml	5%
	Ingredientes Aditivos. c.s.p.	1 litro	60%
	*UFC: Unidades Formadoras de Colonias. **UP/min/ml: Unidades Proteolíticas por minuto por ml. UC/min/ml: Unidades Celulolíticas por minuto por ml. UL/min/ml: Unidades Lipolíticas por minuto por ml. UA/min/ml: Unidades Amilolíticas por minuto por ml. ***Contiene 400 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.		
FORMULACIÓN	Suspensión Concentrada – SC.		
MODO DE ACCIÓN	Inoculante Biotecnológico que digiere rápida y ordenadamente los residuos frescos o fermentados y residuos orgánicos hasta convertirlos en Abono Orgánico de excelente calidad.		
FABRICANTE	ORIUS BIOTECH. www.oriusbiotech.com . orius@orius.com.co		
ENVASE Y PRESENTACIÓN	Envase rígido de polietileno de alta densidad. 1 litro: Caja por 12 litros. 250 ml: Caja de 40 unidades.		
CERTIFICADO DE LIBRE VENTA	COLOMBIA ICA 4776. COSTA RICA MAG 8813. ECUADOR MAGAP 03147951. PANAMA MAGAP 5440.		
CONFIRMACIÓN DE COMPATIBILIDAD PARA USO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA	CE 889/2008 Artículo 3(4) (Unión Europea) USDA/NOP-Final rule (EEUU) 205.203 (b) JAS - Japanese Agricultural Standard for Organic Agricultural Products (Japón) Notificación N°1605. Cuadro 1		

COMO PREPARAR UN BUEN ABONO ORGANICO

MATERIALES

- 10 Toneladas de un subproducto orgánico húmedo fresco, verde o en fermentación bien picado como pulpas, brozas, frutas de rechazo, raquis, podas, estiércoles o cualquier subproducto con alta humedad.
- 1 litro de DIGESTOR SC.

Figura 2. Inoculante a utilizar
Fuente, (Oriusbiotech, 2018)


 AGROBIOLAB Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P. LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025 Gonzalo Zamudio N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241 2383 241 2385 Fax: (593-2) 241-3512 Quito - Ecuador Página Web: www.grupoclinicagrícola.com E-mail: info@grupoclinicagrícola.com											
Datos del Cliente				Referencia		Interpretación					
Cliente : ORELLANA BARRIGA VICTOR HUGO Prop / Dir : FINCA PEÑA DORADA Cultivo : BANANO Ingreso : 06/12/2017 No. Lab. : Desde : 153820				No. Doc.: 51024 Emisión: 12/12/2017 Impreso: 12/12/2017 Página: 1 de 2		Textura Bot. S.W. 1973 Fco - Franco Arc - Arcilloso As - Arenoso L - Limoso Are - Arena Fca - Franca		Elementos MAP, Int. Fac. 1979 D - Bajo M - Medio S - Suficiente A - Alto E - Exceso		pH Knott, J.E. 1962 Ac - Acido Lac - Lig. Acido Pn - Prac. Neutra Lal - Lig. Alcalino Al - Alcalino	
Nombre : LOTE 1-2 FERNANDEZ No. Lab. : 153820 Profund (cm): 0-30 Arena % : 52.000 Arcilla % : 26.000 Limo % : 22.000 Clase Textural: FCO.ARC.AS.											
*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml		
5.80LAc	0.71B	1.11B	40.90M	31.80B ± 5.08	2.36E ± 0.42	15.40B ± 2.78	3.36M ± 0.57	0.08B	21.29A		
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO ₄ ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		
4.80A ± 0.96	243.90B ± 65.17	7.40M ± 1.99	5.00M ± 1.90	0.24B	15.40M	32.95E	4.81E	1.41B	7.92M		
Nombre : LOTE 1-2 MARCELA No. Lab. : 153821 Profund (cm): 0-30 Arena % : 44.000 Arcilla % : 32.000 Limo % : 24.000 Clase Textural: FCO.ARC.											
*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml		
6.70Pn	0.35B	1.19B	43.50M	24.60B ± 3.83	0.88M ± 0.16	21.70E ± 3.90	3.41S ± 0.57	0.04B	26.04A		
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO ₄ ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		
3.20M ± 0.64	103.60B ± 46.95	3.20B ± 1.11	3.30M ± 1.25	0.12B	16.80M	32.37E	6.96E	3.83S	28.21E		
Nombre : LOTE 3-4 FERNANDEZ No. Lab. : 153822 Profund (cm): 0-30 Arena % : 56.000 Arcilla % : 22.000 Limo % : 22.000 Clase Textural: FCO.ARC.AS.											
*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml		
5.60Pn	0.43B	1.19B	36.80M	24.00B ± 3.84	0.66M ± 0.11	20.52E ± 3.69	2.70M ± 0.45	0.04B	23.92A		
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO ₄ ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		
3.80S ± 0.72	149.20B ± 46.53	3.20B ± 1.11	4.20M ± 1.59	0.01B	21.50M	46.31E	7.63E	4.09S	35.18E		
Nombre : LOTE 3-4 MARCELA No. Lab. : 153823 Profund (cm): 0-30 Arena % : 46.000 Arcilla % : 28.000 Limo % : 26.000 Clase Textural: FCO.ARC.AS.											
*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	*AL+H meq/100ml	CICE meq/100ml	
5.20Ac	0.37B	1.31B	46.20M	17.90A ± 2.86	0.49M ± 0.09	18.56E ± 3.34	4.15S ± 0.70	0.05B	2.60A	25.75A	
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO ₄ ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		
4.10A ± 0.82	341.50E ± 86.79	8.90M ± 2.40	3.50M ± 1.35	0.09B	14.80M	38.37E	4.47E	8.46E	48.54E		
Nombre : LOTE 5 FERNANDEZ											

Figura 3. Análisis de suelo
AGROBIOLAB, 2017



Figura 4. Coordenadas UTM
Orellana, 2019

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\Program Files (x86)\CLIMWAT 2.0 for CROPWAT V2.0\MA...

País Estación

Altitud m. Latitud Longitud

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	22.8	30.9	81	190	2.2	12.7	3.27
Febrero	23.0	31.2	81	190	2.6	13.7	3.49
Marzo	23.0	31.5	80	190	3.2	14.5	3.68
Abril	23.4	31.4	83	181	4.0	15.1	3.60
Mayo	22.9	30.2	83	164	2.4	11.8	2.93
Junio	21.8	28.3	86	164	1.5	10.1	2.46
Julio	20.8	27.1	86	173	1.5	10.2	2.40
Agosto	20.3	26.9	86	173	2.2	12.0	2.64
Septiembre	20.3	27.1	86	190	1.8	12.1	2.71
Octubre	20.6	27.2	85	199	1.1	11.2	2.69
Noviembre	20.7	28.3	83	181	1.6	11.9	2.84
Diciembre	21.9	30.1	81	181	1.7	11.9	3.05
Promedio	21.8	29.2	83	181	2.2	12.2	2.98

Figura 5. Condiciones edafoclimáticas
Orellana, 2019

Tabla 8. Datos de planta M3 en cm día 1

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,3	2,4	2,2	2,4	2,3
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	2,7	2,6	2,3	2,3	2,5
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,3	2,5	2,8	2,9	2,6
T4: Testigo absoluto	2,3	2,6	2,3	2,4	2,4

Orellana, 2019

Tabla 9. Análisis de varianza de planta M3 día 1**PlantaM3 (Cm) Dial**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PlantaM3 (Cm) Dial	16	0,48	0,35	7,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,27	3	0,09	3,69	0,0432
Tratamientos	0,27	3	0,09	3,69	0,0432
Error	0,29	12	0,02		
Total	0,56	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32635

Error: 0,0242 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Raquis de banano +Ceni..	2,40	4	0,08 A
T2: Raquis de banano + Ino..	2,25	4	0,08 A B
T4: Testigo absoluto	2,15	4	0,08 A B
T1: Ceniza de cascarilla d..	2,05	4	0,08 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Tabla 10. Datos de planta M3 en cm día 31**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,4	2,3	2,2	2,1	2,2
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	2,6	2,5	2,0	1,9	2,2
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,7	2,6	2,4	2,3	2,5
T4: Testigo absoluto	2,3	2,2	2,1	2,0	2,1

Orellana, 2019

Tabla 11. Análisis de varianza de planta M3 día 31
PlantaM3 (Cm) Dia31

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PlantaM3 (Cm) Dia31	16	0,60	0,50	4,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,24	3	0,08	6,06	0,0094
Tratamientos	0,24	3	0,08	6,06	0,0094
Error	0,16	12	0,01		
Total	0,39	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23859

Error: 0,0129 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Raquis de banano +Ceni..	2,55	4	0,06 A
T2: Raquis de banano + Ino..	2,43	4	0,06 A B
T4: Testigo absoluto	2,28	4	0,06 B
T1: Ceniza de cascarilla d..	2,25	4	0,06 B

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

Tabla 12. Datos de planta M3 en cm día 61

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,5	2,4	2,3	2,1	2,3
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	2,7	2,3	2,2	2,0	2,3
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,8	2,7	2,5	2,4	2,6
T4: Testigo absoluto	2,4	2,1	2,0	2,0	2,1

Orellana, 2019

Tabla 13. Análisis de varianza de planta M3 día 61
PlantaM3 (Cm) Dia61

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PlantaM3 (Cm) Dia61	16	0,76	0,70	4,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,43	3	0,14	12,56	0,0005
Tratamientos	0,43	3	0,14	12,56	0,0005
Error	0,14	12	0,01		
Total	0,57	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22472

Error: 0,0115 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Raquis de banano +Ceni..	2,78	4	0,05 A
T2: Raquis de banano + Ino..	2,50	4	0,05 B
T4: Testigo absoluto	2,40	4	0,05 B
T1: Ceniza de cascarilla d..	2,35	4	0,05 B

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

Tabla 14. Datos de planta M3 en cm día 91

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,6	2,4	2,0	1,9	2,2
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	2,3	2,2	2,1	2,0	2,1
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,8	2,6	2,5	2,4	2,6
T4: Testigo absoluto	2,4	2,3	2,2	2,1	2,3

Orellana, 2019

Tabla 15. Análisis de varianza de planta M3 día 91**PlantaM3 (Cm) Dia91**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PlantaM3 (Cm) Dia91	16	0,75	0,68	4,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,58	3	0,19	11,79	0,0007
Tratamientos	0,58	3	0,19	11,79	0,0007
Error	0,20	12	0,02		
Total	0,77	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26761

Error: 0,0163 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Raquis de banano +Ceni..	2,88	4	0,06 A
T2: Raquis de banano + Ino..	2,60	4	0,06 B
T1: Ceniza de cascarilla d..	2,43	4	0,06 B
T4: Testigo absoluto	2,40	4	0,06 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Tabla 16. Datos de planta M3 en cm día 121**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,7	2,2	2,1	2,0	2,2
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	2,8	2,3	2,2	2,1	2,3
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2,9	2,8	2,6	2,5	2,7
T4: Testigo absoluto	2,5	2,4	2,3	2,1	2,3

Orellana, 2019

Tabla 17. Análisis de varianza de planta M3 día 121**PlantaM3 (Cm) Dia121**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PlantaM3 (Cm) Dia121	16	0,77	0,71	4,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,67	3	0,22	13,51	0,0004
Tratamientos	0,67	3	0,22	13,51	0,0004
Error	0,20	12	0,02		
Total	0,86	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26932

Error: 0,0165 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Raquis de banano +Ceni..	2,95	4	0,06 A
T2: Raquis de banano + Ino..	2,63	4	0,06 B
T1: Ceniza de cascarilla d..	2,45	4	0,06 B
T4: Testigo absoluto	2,45	4	0,06 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Tabla 18. Datos de planta M3 en cm día 151**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	3	2,4	2,3	2,2	2,5
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	3	2,9	2,3	2,2	2,6
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	3,6	3,5	3,3	3,1	3,4
T4: Testigo absoluto	3	2,9	2,2	2,1	2,5

Orellana, 2019

Tabla 19. Análisis de varianza de planta M3 día 151**PlantaM3 (Cm) Dia151**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PlantaM3 (Cm) Dia151	16	0,73	0,67	7,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,35	3	0,45	11,00	0,0009
Tratamientos	1,35	3	0,45	11,00	0,0009
Error	0,49	12	0,04		
Total	1,84	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42422

Error: 0,0408 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Raquis de banano +Ceni..	3,35	4	0,10 A
T2: Raquis de banano + Ino..	2,80	4	0,10 B
T4: Testigo absoluto	2,70	4	0,10 B
T1: Ceniza de cascarilla d..	2,60	4	0,10 B

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

Tabla 20. Datos de número de manos

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	8	8	8	8	8
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	8	8	8	8	8
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	9	9	9	9	9
T4: Testigo absoluto	7	8	8	7	7,5

Orellana, 2019

Tabla 21. Análisis de varianza del número de manos

NumeroDeManos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NumeroDeManos	16	0,83	0,78	3,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,75	3	1,58	19,00	0,0001
Tratamientos	4,75	3	1,58	19,00	0,0001
Error	1,00	12	0,08		
Total	5,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,60602

Error: 0,0833 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Raquis de banano +Ceni..	9,00	4	0,14 A
T2: Raquis de banano + Ino..	8,00	4	0,14 B
T1: Ceniza de cascarilla d..	8,00	4	0,14 B
T4: Testigo absoluto	7,50	4	0,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Tabla 22. Datos del peso del racimo**

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	32	27	33	32	31
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	33	28	34	33	32
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	35	30	36	35	34
T4: Testigo absoluto	28	24	29	28	27

Orellana, 2019

Tabla 23. Análisis de varianza del peso del racimo
PesoRacimo (kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PesoRacimo(kg)	16	0,54	0,43	8,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	96,19	3	32,06	4,76	0,0207
Tratamientos	96,19	3	32,06	4,76	0,0207
Error	80,75	12	6,73		
Total	176,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,44580

Error: 6,7292 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Raquis de banano +Ceni..	34,00	4	1,30 A
T2: Raquis de banano + Ino..	32,00	4	1,30 A B
T1: Ceniza de cascarilla d..	31,00	4	1,30 A B
T4: Testigo absoluto	27,25	4	1,30 B

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

Tabla 24. Datos de rendimiento Kg/ha

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2498	2123	2548	2497	2417
T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	2546	2164	2597	2545	2463
T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	2965	2520	3024	2964	2868
T4: Testigo absoluto	2436	2071	2485	2435	2357

Orellana, 2019

Tabla 25. Análisis de varianza del rendimiento

Rendimientokg/ha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimientokg/ha	16	0,56	0,45	8,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	646959,25	3	215653,08	5,05	0,0172
Tratamientos	646959,25	3	215653,08	5,05	0,0172
Error	512096,50	12	42674,71		
Total	1159055,75	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=433,67663

Error: 42674,7083 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Raquis de banano +Ceni..	2868,25	4	103,29 A
T2: Raquis de banano + Ino..	2463,00	4	103,29 A B
T1: Ceniza de cascarilla d..	2416,50	4	103,29 B
T4: Testigo absoluto	2356,75	4	103,29 B

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

Tabla 26. Análisis beneficio costo

COMPONENTES	T1: Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	T2: Raquis de banano + Inoculante biotecnológico	T3: Raquis de banano +Ceniza de cascarilla de arroz + Inoculante biotecnológico	T4: Testigo absoluto
Rendimiento Kg/ha	9666,26	9852,00	11473,36	9426,35
Costo fijo (\$)	4000	4000	4000	4000
Costo Variable (\$)	100	150	300	0
Costo Total	4100	4150	4300	4000
Ingreso Bruto (\$)	4833,13	4926,00	5736,68	4713,18
Beneficio Neto (\$)	733,13	776,00	1436,68	713,18
Relación BENEFICIO/COSTO	0,18	0,19	0,33	0,18

Orellana, 2019



Figura 6. Selección de plantas
Orellana, 2019



Figura 7. Producto a aplicar
Orellana, 2019



Figura 8. Peso del raquis
Orellana, 2019



Figura 9. Aplicación de la ceniza de cascarilla de arroz
Orellana, 2019



Figura 10. Aplicación del Inoculante biológico
Orellana, 2019



Figura 11. Aplicación del Inoculante biológico al raquis de banano Orellana, 2019



Figura 12. Aplicación de raquis en ceniza de cascarilla de arroz Orellana, 2019



Figura 13. Aplicación del Inoculante biológico al raquis de banano y ceniza de cascarilla de arroz
Orellana, 2019