



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE
FERTILIZANTES NITROGENADOS ENCAPSULADOS SOBRE EL
SISTEMA RADICULAR DE BANANO.

SOLIS GONZALEZ STUARD HUMBERTO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE
FERTILIZANTES NITROGENADOS ENCAPSULADOS SOBRE EL
SISTEMA RADICULAR DE BANANO.

SOLIS GONZALEZ STUARD HUMBERTO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES
NITROGENADOS ENCAPSULADOS SOBRE EL SISTEMA RADICULAR DE
BANANO.

SOLIS GONZALEZ STUARD HUMBERTO
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 29 DE ABRIL DE 2021

MACHALA
2021

Tesis Solis

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

5%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 4%

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, SOLIS GONZALEZ STUARD HUMBERTO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES NITROGENADOS ENCAPSULADOS SOBRE EL SISTEMA RADICULAR DE BANANO., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 29 de abril de 2021



SOLIS GONZALEZ STUARD HUMBERTO
0705589406

DEDICATORIA

Este presente trabajo se lo dedico con todo amor y cariño a Dios quien me dio la fortaleza, la sabiduría, paciencia y sobre todo a una hermosa familia que siempre estuvo para mí cuando la necesitaba, a mi madre Bella Nancy González que fue mi motivación a diario, mi consejera, mi guía, la que con sacrificio siempre estuvo para mí en los buenos y malos momentos durante todos estos años de estudio.

También agradezco a mi querido padre Humberto Augusto Solís quien desde pequeño me inculcó siempre buenos principios y valores los cuales me forjaron como la persona que soy hoy en día, también dedico a mis hermanos Francisco Solis, Bryan Solis quienes durante toda la carrera supieron guiarme, apoyarme, darme consejos, sobre todo por siempre creer en mi capacidad.

Stuard Solis González

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a Dios por haberme guiado, cuidado, por haberme dado salud y sobre todo mucha sabiduría para realizar este presente trabajo de titulación.

Agradezco a mi Hermosa familia por confiar en mí y siempre darme el apoyo que necesitaba, por darme consejos, fortaleza para llegar a todos mis objetivos.

Agradezco al Ing. José Quevedo Mg. Sc, quien en calidad de tutor me supo encaminar y guiar, además de compartir sus conocimientos técnicos y científicos para la elaboración de mi trabajo de Titulación.

Agradezco a mis amigos Patricia Sánchez, Paola Torres, Nataly Chacha, Juan Cobos, Byron Lata, Leonardo Cabezas, Kleber Cruz, Jhon Saul Pineda, Jhon Tene, Israel Castro por darme su sincera amistad y sobre todo el apoyo que me brindaron durante estos años de estudio.

**“DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES
NITROGENADOS ENCAPSULADOS SOBRE EL SISTEMA RADICULAR DE
BANANO. (*Musa x paradisiaca* L.)”**

Solís González, Stuard

Quevedo Guerrero, José

RESUMEN

El banano está considerado como uno de los principales productos de exportación, llegando así a tener una gran importancia económica para el sector agrícola ecuatoriano por los ingresos que genera, también es muy significativo en el ámbito productivo y social, el cual significa el 2% del PIB general y cerca del 35% del PIB agrario donde aproximadamente genera 1 millón de empleo a familias. Los fertilizantes en la agricultura cumplen un rol importante ya que estos surten los nutrientes que requieren los cultivos, pueden mejorar la baja fertilidad de los suelos sobreexplotados. Los fertilizantes encapsulados permiten que los nutrientes logren ser aplicados de forma localizada alrededor del sistema radicular, y de esta manera evitamos problemas asociados con la presión osmótica en el fertilizante. Para la liberación de los nutrientes el agua entra y disuelve los nutrientes que se encuentran en el gránulo, lo cual va liberando progresivamente en función a la temperatura y humedad del suelo; esto implica que la liberación de nutrientes se realiza de adentro hacia afuera del gránulo recubierto; la duración de la liberación se determina por el grosor del recubrimiento del gránulo. La presente investigación se la realizó en la granja experimental Santa Inés, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, provincia de El Oro, Ecuador, con el objetivo de comparar el efecto de aplicación de fertilizantes nitrogenados de forma directa y encapsulada en el sistema radicular de banano para establecer los efectos en el crecimiento del retorno de la planta de banano. El experimento empleó un diseño de bloques al azar con nueve tratamientos y un testigo. T01=Nitrato de Amonio (40 g); T2=Nitrato de Amonio (40 g) + BIOCHAR (10g); T3=Nitrato de Potasio (40 g); T4=Nitrato de Potasio (40 g) + BIOCARBON (10 g); T5=Testigo; TR6= UREA (40 g) +BIOCHAR (10 g); T7=Nitrato de Amonio (40 g) + Zeolita (10 g); T8= Nitrato de Potasio (40 g) + Zeolita (10 g); T9=UREA (40 g); T10=UREA (40 g) + Zeolita (10 g). Los datos de las variables obtenidas se analizaron con el software SPSS versión 22. Mediante un ANOVA de un factor y la prueba Tukey al 0,05 de significancia.

Los resultados obtenidos señalan que el tratamiento cuya composición es Nitrato de Potasio (40 g) + Zeolita (10 g) fue el más significativo en la reducción de quema en la raíz disminuyendo un 50.5%, y obteniendo la mejor altura del retorno con una media de 141 cm a diferencia de los demás tratamientos. Demostrando que la asociación de KNO₃ y ZEOLITA es una alternativa para el mejoramiento de la calidad del sistema radicular y el desarrollo vegetativo del banano puesto que los fertilizantes encapsulados nos permiten que los nutrientes sean aplicados de forma localizado alrededor del sistema radicular liberando de forma lenta, de esta manera ayudan a que la raíz no sufra quema por la lixiviación y evaporación de las sales que poseen los fertilizantes nitrogenados, así la planta de banano pueda absorber de mejor manera los nutrientes que se encuentran en el suelo.

Palabras claves: banano, fertilizantes encapsulados, biocarbón, zeolitas.

**"DETERMINATION OF THE EFFECT OF THE APPLICATION OF
ENCAPSULATED NITROGEN FERTILIZERS ON THE ROOT SYSTEM OF
BANANA. (*Musa x paradisiaca* L.)"**

Solís González, Stuard

Quevedo Guerrero, José

ABSTRACT

The banana is considered one of the main export products, thus becoming of great economic importance for the Ecuadorian agricultural sector for the income it generates, it is also very significant in the productive and social field, which means 2% of the overall GDP and about 35% of the agricultural GDP where approximately 1 million families are employed. Fertilizers in agriculture play an important role since they supply the nutrients required by crops and can improve the low fertility of overexploited soils. Encapsulated fertilizers allow nutrients to be applied locally around the root system, thus avoiding problems associated with osmotic pressure in the fertilizer. For the release of nutrients, water enters and dissolves the nutrients found in the granule, which is progressively released depending on the temperature and humidity of the soil; this implies that the release of nutrients is carried out from the inside to the outside of the coated granule; the duration of the release is determined by the thickness of the granule coating. The present research was carried out at the Santa Inés experimental farm, belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, province of El Oro, Ecuador, with the objective of comparing the effect of direct and encapsulated application of nitrogen fertilizers on the root system of banana to establish the effects on the growth of the banana plant return. The experiment employed a randomized block design with nine treatments and a control. T01=Ammonium nitrate (40 g); T2=Ammonium nitrate (40 g) + BIOCHAR (10 g); T3=Potassium nitrate (40 g); T4=Potassium nitrate (40 g) + BIOCARBON (10 g); T5=Test; TR6=UREA (40 g) +BIOCHAR (10 g); T7=Ammonium Nitrate (40 g) + Zeolite (10 g); T8=Potassium Nitrate (40 g) + Zeolite (10 g); T9=UREA (40 g); T10=UREA (40 g) + Zeolite (10 g). The data of the variables obtained were analyzed with SPSS software version 22, using a one-factor

ANOVA and the Tukey test at 0.05 significance. The results obtained indicate that the treatment whose composition is Potassium Nitrate (40 g) + Zeolite (10 g) was the most significant in the reduction of root burn, decreasing by 50.5%, and obtaining the best return height with a mean of 141 cm, as opposed to the other treatments. Demonstrating that the association of KNO₃ and ZEOLITE is an alternative for the improvement of the quality of the root system and the vegetative development of the banana since the encapsulated fertilizers allow the nutrients to be applied in a localized way around the root system releasing them slowly, thus helping the root not to suffer burns due to the leaching and evaporation of the salts that the nitrogen fertilizers have, so that the banana plant can better absorb the nutrients found in the soil.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

Key words: banana, encapsulated fertilizers, biochar, zeolites

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	10
1.1.	OBJETIVO GENERAL.....	11
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2.	REVISIÓN LITERARIA.....	12
2.1.	CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE BANANO.....	12
2.1.1.	Origen.....	12
2.1.2.	Clasificación Taxonómica.....	12
2.2.	Fase Fenológica del banano.....	13
2.2.1.	Fase Vegetativa.....	13
2.2.2.	Fase reproductiva.....	13
2.3.	Morfología de la planta de Banano.....	13
2.3.1.	Sistema Radicular.....	13
2.3.2.	Rizoma o Retorno.....	14
2.4.	Requerimientos Edafoclimáticas.....	14
2.4.1.	Clima.....	14
2.4.2.	Precipitación.....	14
2.4.3.	Humedad relativa.....	15
2.4.4.	Altitud.....	15
2.5.	Fertilización.....	15
2.5.1.	Encapsulamiento del fertilizante.....	16
2.5.2.	Nitrato de Potasio.....	16
2.5.3.	Nitrato de Amonio.....	17
2.5.4.	Urea.....	17
2.5.5.	Zeolitas.....	17
2.5.7.	Quema de raíces por mala aplicación de Fertilizantes.....	19
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1.	MATERIALES.....	20
3.2.	Metodología.....	22
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
5.	CONCLUSIONES.....	28
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	29
7.	ANEXOS.....	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mediana y cuartiles para raíces con quemazón primera muestra.	25
Figura 2. Mediana y cuartiles para raíces con quemazón segunda muestra.	26
Figura 3. Mediana y cuartiles para la altura de retorno	27

INDICE DE TABLA

Tabla 1.	Clasificación Taxonómica	12
Tabla 2.	Tratamientos y composición	21
Tabla 3.	ANOVA de un factor	23
Tabla 4.	Prueba de homogeneidad de las Variables	24

1. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa spp.*) está comprendido entre los cuatros cultivos más importantes de todo el mundo de los países trópicos y subtropicos, después del arroz, el trigo y el maíz (FAO, 2017). A nivel mundial el 20% de la producción de Banano se destina al comercio mundial siendo unos de los principales productos de exportación. (Gómez Ossa et al., 2011). Llegando así a tener una gran importancia económica para el sector agrícola ecuatoriano por los ingresos que genera al país (Gonzabay, 2015).

Según estos autores (Manzo Sánchez et al., 2014) afirman que el Banano es una fuente muy importante al momento de generar empleos, ingresos de divisas. En Ecuador el cultivo de Banano es muy significativo en el ámbito productivo y social, el cual significa el 2% del PIB (Producto Interno Bruto) general y cerca del 35% del PIB agrario, aproximadamente el cultivo de Banano genera 1 millón de empleo a familias y ayuda a 2,5 millones de personas, que constituye el 6% total de la población del Ecuador (Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador, 2017). Para Ecuador la elaboración y transporte de la fruta, según las cantidades que señala (Escalante Mendoza, 2011) constituyen una comisión nada baja en la economía y en específico en la provincia de El Oro forma el más importante. Tales evidencias registran además una mejoría positiva en la sostenibilidad del empleo, incluido al comercio justo.

En la agricultura los fertilizantes son esencialmente importantes ya que estos surten los nutrientes que requieren los cultivos, estos pueden mejorar la baja fertilidad de todos los suelos que han sido sobreexplotados. En contribución de los fertilizantes minerales es difícil apreciar su gran aporte al aumento de la producción agrícola, debido a la interacción de numerosos factores; no obstante, los fertilizantes representan un papel determinante, sin tener en cuenta de nuevas tecnologías que puedan aparecer (FAO, 2002).

En el cultivo de Banano el nutriente con mayor utilización es el nitrógeno, por lo que éste limita la absorción de otros elementos en la nutrición, por lo que debemos procurar con mucha énfasis la mayor eficiencia cuando instauremos un programa de fertilización. En las épocas lluviosas se torna más crítica la condiciones y más aún donde los suelos que se cultiva el banano son livianos o muy francos.(Espinoza Toalongo, 2015)

Los fertilizantes encapsulados permiten que los nutrientes puedan ser aplicados de forma localizada alrededor del sistema radicular evitando problemas asociados con la presión osmótica. Para la liberación de los nutrientes el agua entra y disuelve los nutrientes que se encuentran en el granulo, lo cual va liberando progresivamente en función a la temperatura y humedad del suelo; esto implica que la liberación de nutrientes se realiza de adentro hacia afuera del gránulo recubierto; la duración de la liberación se determina por el grosor del recubrimiento(Paredes, 2014).

OBJETIVOS

1.1.OBJETIVO GENERAL

- Comparar el efecto de aplicación de los fertilizantes nitrogenados de forma directa y encapsulada en el sistema radicular del Banano.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el porcentaje de raíz sana de Banano aplicando fertilizantes nitrogenados encapsulados y sin encapsular.
- Establecer los efectos en el crecimiento del retorno de las plantas con la aplicación de fertilizantes Nitrogenados de forma directa y encapsulada.

2. REVISIÓN LITERARIA

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE BANANO

2.1.1. Origen

El banano es una planta perenne monocotiledónea que se encuentra en las zonas tropicales y subtropicales (Arteaga Alcivar, 2015). Se dice que es originaria del sudeste asiático, donde la primera evidencia más antigua se sitúa en el lugar de Kuk en el Valle de Wabgi en Nueva Guinea. (Colque, 2017)

Según (Clare, 2005) indica que el género *Musa* presenta varias secciones como lo son las especies *M. acuminata* y *M. balbisiana*, donde estas especies fueron las que derivaron a todas las especies cultivadas.

2.1.2. Clasificación Taxonómica

El cultivo de Banano tiene como clasificación taxonómica la siguiente:

Tabla 1. Clasificación Taxonómica

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

Fuente: Autor

2.2. Fase Fenológica del banano

2.2.1. Fase Vegetativa

El desarrollo y producción del cultivo de banano depende de la cantidad y calidad que goce el sistema foliar, las cuales deben conservarse eficaces desde la emisión floral hasta el llenado de la fruta. Generalmente la planta en toda su fase vegetativa emite entre 35 y 36 hojas, el cual siempre presenta la aparición de una nueva hoja por semana, dependiendo de las condiciones climáticas y nutricionales pueden llegar entre 0,4 y 0,6 hoja/semana (Martínez Acosta & Cayón Salinas, 2011)

- **Fase juvenil:** se considera fase juvenil en el momento que germina o aparece el cormo o la aparición de los retoños o los llamados hijos en el momento de la siembra. La planta madre influye en el desarrollo de la yemas laterales, cerca de los tres meses de edad el hijo alcanza una altura promedio de 50 cm, las hojas se presentan escuamiformes y pardas.(Vargas Céspedes *et al.*, 2017)
- **Fase vegetativa independiente:** se origina en el instante en que el hijuelo emite su primera hoja completamente desarrollada u hoja ortogonal (F0) y es aquí en donde empieza a efectuar la fotosíntesis (Robinson & Galán, 2012).
- **Fase aparentemente vegetativa:** comienza en el período floral cuando aún se encuentran dentro del pseudotallo entre 11 y 12 hojas que irán saliendo mientras la inflorescencia escala en el interior (Robinson & Galán, 2012).

2.2.2. Fase reproductiva

En este período finaliza la emisión foliar y brota la inflorescencia o Bellota, luego el llenado del fruto depende de la nutrición y cantidad de hojas sanas que tenga la planta (Robinson & Galán, 2012).

2.3. Morfología de la planta de Banano

2.3.1. Sistema Radicular

c Las raíces de Banano poseen una penetración débil, su distribución radicular depende de la textura y estructura del suelo (Gómez Gaviria, 2008).

En las plantas de Banano el sistema radicular se extiende 60 cm del suelo. Siendo un cultivo exhaustivo, para obtener buenos rendimientos se debe efectuar una buena aplicación correcta de fertilizante (Haifa, 2014).

2.3.2. Rizoma o Retorno

Según (Gómez Gaviria, 2008), indica que el rizoma es una parte vegetativa que surge a partir de la planta madre la cual presenta cambios en los tejidos vegetales, originando en su parte interna una nueva planta, donde se originan las raíces y yemas siendo la sucesión de los nuevos hijos o retornos. Donde cumple una función muy importante como un órgano de reserva de nutrientes. (Galan *et al.*, 2018)

Según los autores (Quevedo Guerrero *et al.*, 2019) se considera como retorno la cantidad de racimos de una producción que engloba a madre, hijo y nieto, que se produce en un tiempo determinado habitualmente un año, el cual está liado directamente al desarrollo vigoroso del hijo de producción.

2.4. Requerimientos Edafoclimáticas

2.4.1. Clima

Según los autores (Miranda Ramos *et al.*, 2020) indican que la temperatura idónea para el cultivo de banano es de 16° a 35°. Mientras que a menor temperatura de 15.5 °C su crecimiento se ve afectado y en temperaturas que sobrepasan los 40°C se muestra un stress, de acuerdo a la provisión de agua con normalidad. (Agrocalidad, 2017).

2.4.2. Precipitación

Según el autor (Soto Ballesteros, 2014) el cultivo de banano exige un alto porcentaje hídrico que se da entre un rango de 120 mm a 180 mm de lluvia por mes o durante todo el año que son de 1800 mm a 3000 mm que estén bien distribuidos, por lo que la planta está constituida por el 85- 88% de agua.

2.4.3. Humedad relativa

Según (Agrocalidad, 2017) se recomienda que la Humedad relativa no debe sobrepasar el 80% ya que esto ayuda al proceso de desarrollo de enfermedades fungosas y plagas.

2.4.4. Altitud

Según (Tuz, 2018) indica que la zona idónea está comprendida entre los 0 y 300 m.s.n.m. ya que si se incrementa la altitud el ciclo vegetativo se alarga.

2.5.Fertilización

En el manejo de producción de Banano las prácticas de fertilización son un tema importante, al analizar los logros en las prácticas de fertilización del plátano desde 1960 hasta 2002 (Espinosa & Mite, 2002). La planta de Banano morfológicamente posee un sistema radical absorbente y muestra un desarrollo vegetativo rápido; lo que permite absorber con mayor capacidad la extracción de nutrientes en el suelo. La fertilización se la puede efectuar de diferentes formas (granular, orgánica y foliar) de acuerdo a las necesidades del cultivo en proporción con los análisis de suelo y foliar. Su dosis varía entre 60-120 gramos por planta dependiendo su estado fenológico; no obstante, se recomienda aplicar una menor dosis con mayor frecuencia la fertilización, por ejemplo: aplicar 3 sacos de 45 kg/ha cada 3 semanas o 2 sacos de 45 kg/ha cada 2 semanas acatando a la formulación demandada por el cultivo (Araya *et al.*, 2011).

Según el grupo (Haifa, 2014) muestra que para el cultivo de banano, los más importantes nutrientes que deben contener los suelos para un buen desarrollo de la planta son:

- (N) Nitrógeno
- (P) Fósforo
- (K) Potasio
- (Ca) Calcio

- (S) Azufre
- (Mg) Magnesio
- (Fe) Hierro
- (Mn) Manganeseo
- (B) Boro
- (Zn) Zinc
- (Cu) Cobre
- (Mo) Molibdeno

Uno de los elementos indispensable para las plantas es el Nitrógeno, el cual interviene en procesos metabólicos y es parte de la estructura de las proteínas, clorofila, enzimas y ácidos nucleicos, desempeñando una función importante en la respiración y fotosíntesis. (Rivera Ojeda & Ortiz Herrera, 2020)

2.5.1. Encapsulamiento del fertilizante

En la obtención de un fertilizante de liberación controlada el proceso está en encapsular un fertilizante convencional, provocando una semipermeabilidad, la cual controla la liberación y penetración del agua y nutrientes solubles vigente en el fertilizante convencional, cubriendo todas las necesidades del cultivo (González Hurtado et al., 2007). El encapsulamiento de los nutrientes permite aplicar los fertilizantes de forma localizada junto al sistema radicular evitando problemas asociados con la presión osmótica. Según (Paredes, 2014) indica que la liberación de los nutrientes se van liberando cuando el agua entra en contacto en el interior del gránulo de fertilizante, el cual lo va disolviendo y liberando gradualmente en función a la temperatura y humedad del suelo, donde su longevidad se determina por el grosor del recubrimiento que genera la formulación.

2.5.2. Nitrato de Potasio

Los autores (Vanegas *et al.*, 2016) declaran en su artículo que el nitrato de potasio es un fertilizante químico que nos permite manipular la florescencia en el desarrollo de las plantas, indica en su investigación que sus componentes ayudan a romper los ciclos de dormancia

donde suspenden transitoriamente su crecimiento y desarrollo, ayudando así apresurar los ciclos de cosecha y producción, ya que funcionan como precursor de hormonas, activando así la brotación.

Unas de las ventajas del nitrato de potasio sobre otras fuentes de fertilizantes es su doble acción de aporte de potasio y nitrógeno, siendo este último en forma nítrica que es la fuente ideal para las plantas. (Oliveros Diaz & Londoño, 2007)

2.5.3. Nitrato de Amonio

En su estructura posee la mitad del nitrógeno como amonio (NH_4^+) y la otra mitad como nitrato (NO_3^-). La concentración de nitrógeno es menor que la urea. Al momento de utilizarlo este producto tiene una gran ventaja que comienza a absorber N porque tiene el 50% de su formulado como nitrato. (Moreno Peña, 2015).

2.5.4. Urea

Según (Moreno Peña, 2015) afirma que la urea es importante por ser la fuente de N más considerablemente usada como fertilizante en la agricultura debido al contenido de Nitrógeno (46%) y a su bajo precio. Las plantas de forma directa no pueden absorber la urea. Sin embargo cuando es empleado en el suelo se hidroliza en amonio. Mediante el proceso de hidrólisis se producirá una carencia de nitrógeno mediante la extracción de urea o la volatilización de amonio. Cuando las capas del suelo se encuentran cargadas la Urea no puede ser absorbida porque esta es imparcial. A su vez puede desplazarse de forma muy fácil al borde del bulbo humedecido por el sistema de riego razón por la cual no alcanza a echar raíces (Ugarte *et al.*, 2007).

2.5.5. Zeolitas

Desde el punto de vista el autor (Osorio Vega, 2014) las zeolitas naturales son minerales que presentan una estructura que se encuentra constituida por un sinfín de canales que la edifican como un verdadero tamiz, lo que establece sus propiedades más importantes como: el intercambio catiónico, la adsorción (como proceso físico) y su capacidad de hidratación-deshidratación. Algo muy importante que define la importancia de los poros de las zeolitas son útiles para tamizar moléculas, atrapar compuestos y absorber gases (Pavelic & Hadžija, 2003).

Según estos autores (Díaz Álvarez *et al.*, 2019) indica en su artículo que las zeolitas presentan una característica muy importante al momento de la nutrición donde actúa como enmienda controlando los cationes que se encuentran en los fertilizantes, así permite tener una mejor eficiencia.

Según (Valdéz Padrón, 2018) citando a Montalván (2012) pone en manifiesto que la zeolita puede caracterizarse por:

- Porque pierde y gana agua o viceversa convirtiéndose en un tamizador molecular, por otro lado es capaz de absorber ciertas moléculas.
- No cambia su estructura al intercambiar o absorber iones.
- Tiene una buena capacidad de reaccionar con otros componentes.
- Es capaz de regenerarse.
- Económica porque es fácil de encontrar.

2.5.6. Biocarbón

Según (Cuenca Rivera *et al.*, 2019) El biocarbón es conocido desde hace varios años atrás como un producto orgánico, despertando en la actualidad la curiosidad de muchos investigadores de conocer todo lo relacionado con sus usos y bondades que puedan aportar a la agricultura. El biocarbón es el resultado de un proceso de descomposición térmica de materia prima orgánicas (biomasa) con insuficiente o limitado suministro de oxígeno (pirólisis), a temperaturas comparativamente bajas (inferiores a los 700 °C) y que es destinado a uso agrícola (Escalante *et al.*, 2016).

Los beneficios que presenta el biocarbón en su aplicación son varios como: mejorar la fertilidad, cumple la función sumidero de carbono, mitigando los gases de efecto invernadero, mayor retención de agua, corrige el pH del suelo, además de ayudar a reducir la pérdida de nutrientes, pues su carga negativa retiene los cationes, liberándose lentamente, evitando las pérdidas de fertilizantes por lixiviación y volatilización (Herrera Culebro, 2018).

2.5.7. Quema de raíces por mala aplicación de Fertilizantes

Unos de los principales problemas que presenta la quema de las raíces es una mala aplicación de exceso de fertilizante que por lo general presenta un alto nivel de sales que contienen estas sustancias, produciendo que la planta esté muy susceptible a muchas plagas y enfermedades.(Joann, 2020).

En la agricultura se utilizan fertilizantes químicos que son de naturaleza higroscópica. Cuando se aplica un exceso de fertilizantes químicos y el suelo no se encuentra lo suficientemente a capacidad de campo, los fertilizantes químicos debido a su naturaleza “sedienta” comienzan a absorber las partículas de agua no solo del suelo sino también de las partes tiernas de las raíces provocando una deshidratación, seguidamente de su quema en las puntas (Lasantha, 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.MATERIALES

3.1.1. Localización del Ensayo

El Presente Experimento se lo realizó en la “Granja Santa Inés” que pertenece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el Km 5,5 vía al cambio, Parroquia El Cambio, Provincia de El Oro.

3.1.2. Ubicación Geográfica

Coordenadas: UTM (Universal Trasverse Mércate)

Datum: WGS 84 (World Geodetic System 1984)

Zona: 17 S

Longitud: 79°54'53" W

Latitud: 3°17'40" S

Altitud: 5 msnm

3.1.3. Materiales de Campo

- Cuaderno de apuntes
- Balanza Digital
- Palines
- Fertilizantes(Urea- Nitrato de Potasio- Nitrato de Amonio- Zeolita- Biocarbon)
- Bomba de regar
- Machete
- Vasos de plásticos
- Cámara fotográfica
- Computadora Portátil
- Programa SPSS

3.1.4. Tratamientos

Para la Investigación se tomó en cuenta un total de 50 plantas de Banano, donde están distribuidas en 5 filas de 10 plantas, las cuales se las dividió en dos partes de 5 plantas para cada tratamiento como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos y composición

Tratamientos	Composición	Total	Nº de Plantas
1	Nitrato de Amonio (40g)	40 g	5
2	Nitrato de Amonio (40g) + Biocarbón (10g)	50 g	5
3	Nitrato de potasio (40g)	40 g	5
4	Nitrato de potasio (40g) + Biocarbón (10g)	50 g	5
5	TESTIGO		5
6	UREA (40g + Biocarbón (10g)	50 g	5
7	Nitrato de Amonio (40g) + Zeolita (10 g)	50 g	5
8	Nitrato de potasio (40g) + Zeolita (10 g)	50 g	5
9	UREA (40g)	40 g	5
10	UREA (40g) + Zeolita (10 g)	50 g	5

3.2. Metodología

- 1.** Primeramente para aplicar los tratamientos se empleó una balanza gramera la cual nos permitió pesar los fertilizantes nitrogenados y los fertilizantes orgánicos. Una vez ya obtenido el peso de los fertilizantes se procedió a mezclar con un vaso de precipitación la respectiva dosis que se va aplicar entre los fertilizantes nitrogenados y Fertilizantes Orgánicos.
- 2.** La aplicación de los fertilizantes se la realizó alrededor del retorno, una vez aplicado la dosis procedimos a cubrir con la misma materia orgánica en este caso las hojas secas de Banano.
- 3.** Se tomaron dos muestras de raíces una al principio y otra al final para ver la diferencia que existe entre los testigos con los tratamientos.
- 4.** Una vez realizada las muestras se procedió a pesar las raíces que no contaban con quemaduras y las raíces totalmente sanas con una gramera, luego procedimos a sacar los diferentes porcentajes de los testigos y tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla de análisis de ANOVA de un factor de las siguientes variables muestra que existe significancia porque sus valores son menores al valor ($p=0.05$) en las dos variables como PRMPR y PRMS; dando a conocer que si hay diferencia entre los tratamientos, mientras que en la variable: ALTHJ no existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que su valor ($p=0,830$) es mayor a 0.05 según el análisis estadístico.

Tabla 3. ANOVA de un factor

Variables	PRMP	PRMS	ALTHJ
Sig.	0,013	0,000	0,830

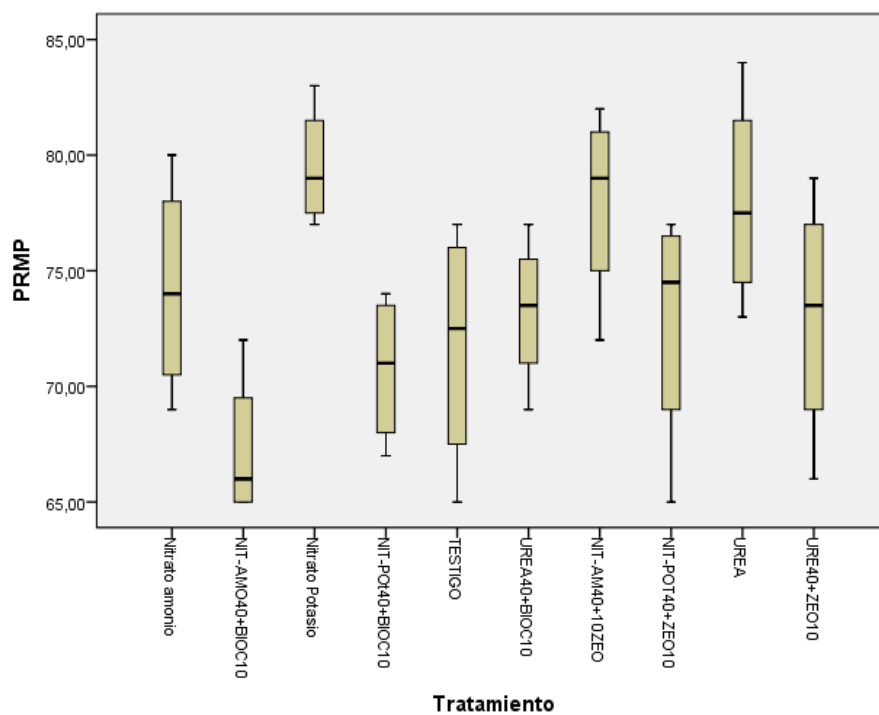
Para realizar la comprobación de supuestos de igualdad en las variables (PRMP, PRMS, ALTHJ), se realizó la prueba de Levene de varianza de error, para verificar si existió significancia, cuyos resultados se muestran en la tabla 3, se observa claramente que no existe diferencia significativa en las medias de las variables (PRMP, PRMS, ALTHJ) ya que sus valores son mayores al $p=0.05$, dando a conocer que no existe homogeneidad entre las variables.

Tabla 4. Prueba de homogeneidad de las Variables

		Sig.
PRMP	Basándose en la media	,845
	Basándose en la mediana.	,909
	Basándose en la mediana y con gl corregido	,905
	Basándose en la media recortada	,858
	PRMS	Basándose en la media
	Basándose en la mediana.	,829
	Basándose en la mediana y con gl corregido	,821
	Basándose en la media recortada	,598
ALTHJ	Basándose en la media	,293
	Basándose en la mediana.	,674
	Basándose en la mediana y con gl corregido	,673
	Basándose en la media recortada	,335

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRIMERA MUESTRA

Figura 1. Mediana y cuartiles para raíces con quema primera muestra.

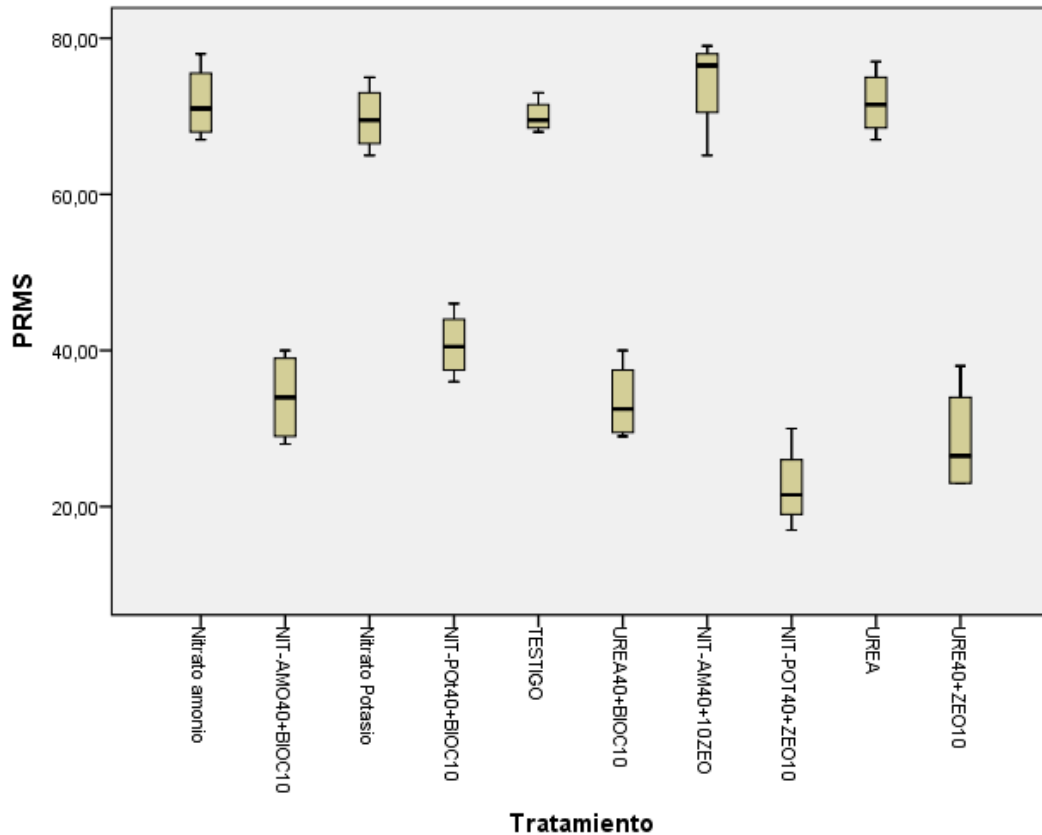


Fuente: Autor

En la figura 1 se observa que en la variable PRMP, el tratamiento que obtuvo mayor quema en la raíz por contacto directo con el fertilizante fue el T3 teniendo una media de 79.5 %. El T2 fue el que obtuvo mejor resultado en la disminución de quema de raíz con una media de 67.25%, seguido por el T4 que fue el segundo mejor tratamiento con una media de 70.75%, afirmando que la aplicación de biocarbón ayuda a la mejora de la sanidad radicular como lo indica (Tuz, 2018)

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SEGUNDA MUESTRA

Figura 2. Mediana y cuartiles para raíces con quema segunda muestra.

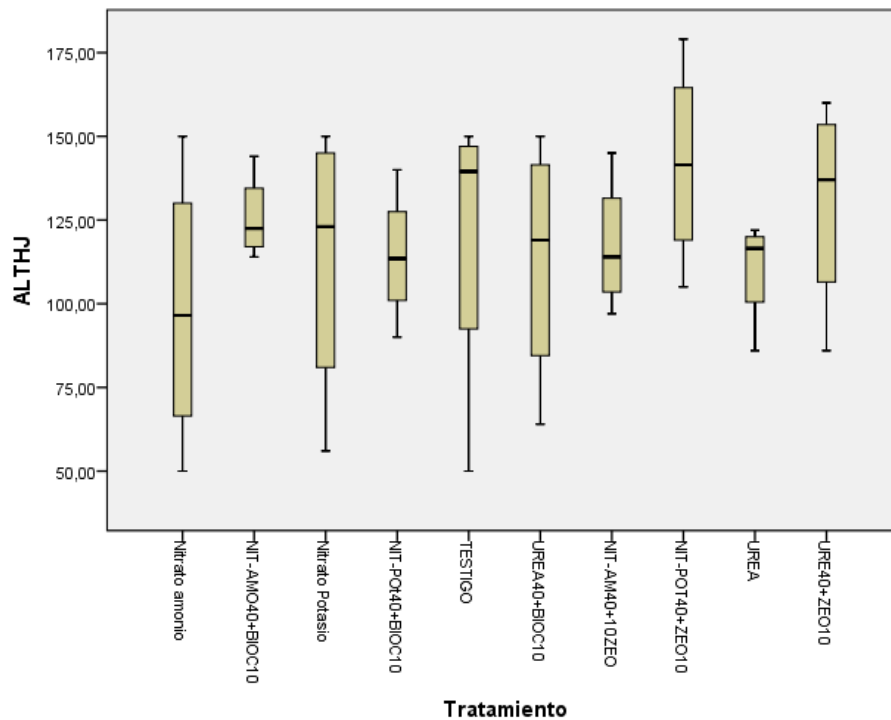


Fuente: Autor

Los tratamientos que obtuvieron mayor resultados en la reducción de quema en la raíz como se puede evidenciar en la figura 2 es el T8 que obtuvo una disminución de 22.5% seguido del T10 quien fue el segundo mejor con una media de 28.5%, en cambio los que presentaron menor resultados en la disminución fueron el T7 con 74.25% y el T9 con 71.75%.

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ALTURA DEL RETORNO

Figura 3. Mediana y cuartiles para la altura de retorno



Fuente: Autor

En la variable altura de retorno como se puede evidenciar en la figura 3 el tratamiento T1 (nitrato de amonio) con una media de 98.25 cm y T10 (UREA) con una media de 110 cm de altura fueron los que obtuvieron menor altura, mientras que el T8 (Nitrato de Potasio + Zeolita) con una altura de 141.75 cm fue el que presento el mejor resultado, seguido del T10 (UREA + Zeolita) quien tiene una media de 130 cm, Según (Quevedo Guerrero et al., 2019) mencionan entre más alto es el valor del retorno, habrá mejor productividad porque se cosecharán más racimos/ha/año.

5. CONCLUSIONES

En los resultados obtenidos se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El tratamiento que obtuvo más significancia en la reducción de quema de raíz fue el T8= (KNO₃ + zeolita) obteniendo una media del 50.5%.
- Los fertilizantes encapsulados obtuvieron mejores medias para la variable raíces sanas, demostrando de esta manera que la aplicación de fertilizantes sin encapsular causan daños no solo al sistema radicular sino que también afectan a otros parámetros agronómicos tales como el retorno.
- La aplicación de fertilizantes encapsulados es una alternativa para mejorar la calidad del sistema radicular, garantizar un mejor desarrollo vegetativo del retorno y mejorar la salud de los suelos en el cultivo de banano.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2017). *Agrícolas De Banano*. 95. <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-banano.pdf>
- Araya, H., Bolaños, D., Gamboa, F., Sojo, J., & Guzmán. (2011). *Manual de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de banano*. 2, 2–12. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Araya+H.%2C+Bolaños+D.%2C+Gamboa+F.%2C+Sojo+J.%2C+Guzmán.+%282011%29+Manual+de+buena+s+prácticas+agrícolas+en+el+cultivo+de+banano.+Capítulo+2%2C+pre cosecha.+Corbana.+San+José%2C+Costa+Rica.+Pág.+37-68
- Cuenca Rivera, J. A., Quevedo Guerrero, J., & García Batista, R. (2019). *Evaluación de la mineralización de biochar sobre parámetros químicos del suelo en dos tiempos de incubación*. 2–6. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.
- Díaz Álvarez, H. J., Liriano González, R., & Abreu Cruz, E. (2019). *Artículo de investigación Agronomic evaluation of complete fórmula fertilizers mixed with natural zeolite in potato cultivation (Solanum tuberosum L.) Revista Centro Agrícola*. 46(1), 24–30. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Escalante, A., Pérez, G., Hidalgo, C., López, J., Campo, J., Valtierra, E., & Etchevers, J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. Biocarbon (biochar) I: Nature, history, manufacture and use in soil. *Terra Latinoamericana*, 34, 367–382. <http://terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/155>
- Escalante Mendoza, M. (2011). *Universidad de guayaquil facultad de ciencias económicas tesis para optar por el título de economista tema: Producción y Precio del Banano en*.
- Espinosa, J., & Mite, F. (2002). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. *Informaciones Agronómicas*, 48(April), 1–14. https://www.researchgate.net/publication/242230151_Estado_actual_y_futuro_de_la_

nutricion_y_fertilizacion_del_banano#_=_

- Espinoza Toalongo, A. C. R. (2015). *Respuesta de fertilización en una plantilla de banano (Musa sapientum) al inicio de su desarrollo respuesta defertilización en una plantilla de banano (Musa sapientum) al inicio de su desarrollo.*
- FAO. (2017). *The global programme on banana fusarium wilt disease (programme summary) protecting banana production from the disease with focus on tropical race 4 (TR4).* www.promusa.org
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Perez Hernandez, J. B., Sandoval, J., & Souza Rocha, H. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- Gòmez Gaviria, A. (2008). *Manual de manejo de las diferentes etapas de produccion de banano de exportacion.* <http://www.gipag.org/archivos/banano.pdf>
- Gómez Ossa, D. M., Sánchez Torres, J. D., Velásquez Restrepo, J. E., Gamboa Tabare, J. A., & Bedoya de Muñoz, C. D. (2011). Influencia del balance con micronutrientes (b-zn) en la productividad del banano y la severidad de *Mycosphaerella fijiensis*. *Ingenierías & Amazonia*, 4(2), 92–102. <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/ingenierias-y-amazonia/article/download/87/88-102>
- Gonzabay, R. (2015). *Cultivo del Banano en el Ecuador.*
- González Hurtado, M., Hernández Díaz, M. I., Martell, D. D., Briones, J. R., Acosta, C. R., Cuesta, E., & Sardiña, C. (2007). Septiembre de 2007 González et al. Liberación de fertilizantes desde hidrogeles Rev. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 8(4), 275–286.
- Haifa. (2014). *Recomendaciones nutricionales para Banana Musa acuminata y Musa balbisiana.* 72. https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Banana_Spanish_0.pdf
- Herrera Culebro, J. (2018). *Pirólisis de biomasa para la obtención de biocarbón y su efecto en el rendimiento de tomate.* <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrkd/2018/06/17/Herrera-Jaqueline.pdf>

- Joann, P. (2020). *Cantidades de fertilizante e impacto en las enfermedades de las raíces. 1.* <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/cantidades-de-fertilizante-e-impacto-en-las-enfermedades-de-las-raices/>
- Lasantha, B. (2011, September 11). *Fertilizer burn - Effect of excessive use of chemical fertilizers, ~ Tissue Culture Banana.* <http://tcbanana.blogspot.com/2011/09/fertilizer-burn.html>
- Manzo Sánchez, G., Orozco Santos, M., Martínez Bolaños, L., & Garrido Canche, B. (2014). Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano (*Musa* sp.) en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 32(2), 89–107.
- Martínez Acosta, A. M., & Cayón Salinas, D. G. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (*Musa* AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery) Dynamics of Growth and Development of Banana (*Musa* AAA Simmonds cvs. Gran Enano and Valery). *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*, 64(2), 6055–6064.
- Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador. (2017). Informe Sector Bananero Ecuatoriano. *Ministerio de Comercio Exterior*, 53(9), 1689–1699. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-español-04dic17.pdf>
- Miranda Ramos, M., Ortiz, A., & Moreno, L. (2020). Sistema de monitoreo usando tecnología XBee y GSM para la supervisión del clima Sistema de monitoreo usando tecnología XBee y GSM para la supervisión del clima en la producción de plátano Monitoring system using XBee and GSM technology for climate supervi. *Información Tecnológica*, 31(6), 69–76. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000600069>
- Moreno Peña, J. (2015). *Influencia de diferentes fuentes de nitrógeno en el contenido de clorofila y altura de la planta de banano hacienda Morella.* <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3010>
- Oliveros Diaz, M., & Londoño, F. (2007). Diferencias en el uso de nitrato de potasio y sulfato de potasio. *Fuentes de Nutrientes Específicos*, 1.
- Osorio Vega, N. W. (2014). Manejo de Nutrientes en Suelos del Trópico. In *biblat.unam.mx*. <https://biblat.unam.mx/hevila/Cuadernoactiva/2018/no10/12.pdf>
- Paredes, D. I. (2014). *Fertilizantes de liberación controlada: Una alternativa en cultivos de*

- ciclo corto*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2866/1/T-UCE-0004-7.pdf>
- Pavelic, K., & Hadžija, M. (2003). Medical Applications of Zeolites. In *Handbook of Zeolite Science and Technology*. <https://doi.org/10.1201/9780203911167>
- Quevedo Guerrero, J. N., Delgado Pontón, A. M., Tuz Guncay, I. G., & Garcia Batista, R. M. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) Y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 190–197. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/300/326>
- Rivera Ojeda, W., & Ortiz Herrera, C. (2020). *Influencia de la fertilización nitrogenada en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de pimiento (Capsicum annum L.)*.
- Robinson, J., & Galán, V. (2012). Plátanos y bananas. *Mundiprensa*, 321. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mAv3EQAcgZ8C&oi=fnd&pg=PA23&dq=Plátanos+y+Bananas&ots=7BpUvt_4_3&sig=ILO_ivUA5Grm-xk1tKZWcZ9PAZ4
- Soto Ballesteros, M. (2014). *Bananos no. 1 conceptos basicos*. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UNIBA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000374>
- Torres, S. (2012). Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira. In *Hidalgo Impresores E.I.R.L.* https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Guía+práctica+para+el+manejo+de+banano+orgánico+en+el+valle+del+Chira.&btnG=
- Tuz, G. (2018). *Manejo Integrado Del Cultivo De Banano (Musa X Paradisiaca L.) Clon Williams, Usando Biocarbón Y Microorganismos Eficientes*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13263>
- Ugarte, M. B., Belmar, C. A., & Holwerda, H. T. (2007). Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad Pimiento. Http://Www.Sqm-Vitas.Com/Portals/0/Pdf/CropKits/SQM-Crop_Kit_Pepper_L-ES.Pdf, 104.
- Valdéz Padrón, P. A. (2018). *Ensayo toxicológico de efluentes líquidos de refinación de oro y la posible remoción de metales pesados Cobre (Cu) y Plomo (Pb) mediante el empleo de zeolita natural*.

Vanegas, E., Encalada, C., Feicán, C., Gómez, M., & Viera, W. (2016). Cianamida hidrogenada y nitrato de potasio para manipular épocas de cosecha en chirimoya (*annona cherimola mill.*). *Ecuador es calidad: Revista Científica Ecuatoriana*, 3(1). <https://doi.org/10.36331/revista.v3i1.20>

Vargas Céspedes, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2017). *Ficha técnica cultivo de banano Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Banano.pdf>

7. ANEXOS



ANEXO 1. Peso del Nitrato de Amonio en gramo.



ANEXO 2. Peso de la Zeolita en gramo.



ANEXO 3. Peso del Biochar en gramo.



ANEXO 4. Peso del nitrato de potasio en gramo.



ANEXO 5. Aplicación de la dosis del fertilizante encapsulado.



ANEXO 6. Aplicación de la dosis del fertilizante encapsulado.



ANEXO 7. Peso de Raíces Sanas.



ANEXO 8. Peso de raíces quemadas.



ANEXO 9. Raíces Sanas sin presencia de Quema.



ANEXO 10. Crecimiento de Raíces sin presencia de Quema.