



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
TECNOLOGÍA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**Monografía**

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

**TECNÓLOGO EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE  
MACRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE BANANO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN VEGETAL**

**AUTORA**

**TORRES GÓMEZ SONIA AZUCENA**

**NARANJAL – ECUADOR**

**2020**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE  
MACRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE BANANO**

**MONOGRAFÍA**

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

**TECNÓLOGA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**AUTORA**

**TORRES GÓMEZ SONIA AZUCENA**

**TUTOR**

**ING. PILALOA DAVID WILMER MSc.**

**NARANJAL – ECUADOR**

**2020**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Yo, PILALOA DAVID WILMER MSc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE MACRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE BANANO**, realizado por la estudiante **TORRES GÓMEZ SONIA AZUCENA**; 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. Wilmer Pilaloe David MSc.  
TUTOR

Guayaquil, 15 de octubre del 2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la sustentación del trabajo de titulación: REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE MACRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE BANANO, realizado por el estudiante TORRES GÓMEZ SONIA AZUCENA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
ING. ANDRADE ALVARADO PEDRO MSc.

**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
ING. SUÁREZ ARELLANO FRANCISCO MSc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
ING. CRUZ ROMERO COLON MSc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 30 de abril del 2014

### **Dedicatoria**

A Dios por ser el motor de mi vida en fe, a mi familia esposo e hijos que son el motivo de inspiración en cada meta que alcanzo, a mis queridos hijos quiero decirles que no hay nada que se consiga sin esfuerzo y dedicación que, aunque se presenten situaciones difíciles en la vida con perseverancia si te lo propones llegas alcanzar tus sueños.

## **Agradecimiento**

A Dios por estar siempre conmigo en todos los momentos de mi vida por darme inteligencia y sabiduría para resolver los problemas que se me han presentado en mi camino.

Además, agradezco de la manera más sincera:

A las autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador.

Al PhD Jacobo Bucaram Ortiz. Rector Fundador de la Universidad.

A la PhD Martha Bucaram de Jorgge, Rectora de la Universidad.

Al PhD Javier Del Cioppo Morstadt, Vice-Rector de la Universidad.

A la MSc. Emma Jácome Murillo, Decana de la Facultad de Ciencias Agrarias

A los maestros del Programa Regional de Enseñanza Balzar de la Universidad Agraria del Ecuador.

A mi tutor quien me ha guiado en mi trabajo monográfico con profesionalismo y dedicación

A todos mis compañeros y amigos.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, TORRES GÓMEZ SONIA AZUCENA, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE MACRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE BANANO”, 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 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.

---

TORRES GÓMEZ SONIA AZUCENA

**C.I. 0915925796**

Guayaquil, 15 de octubre del 2020

## Índice general

Portada.....	1
Certificación de aceptación del tutor .....	3
Aprobación del tribunal de sustentación.....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimiento .....	6
Autorización de Autoría Intelectual .....	7
Índice general .....	8
Índice de tablas .....	11
Índice de figuras.....	12
Resumen .....	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Importancia o caracterización del tema .....	15
1.2 Actualidad del tema .....	16
1.3 Novedad científica.....	16
1.4 Justificación del tema.....	16
1.5 Objetivos.....	17
1.5.1 Objetivo general .....	17
1.5.2 Objetivos específicos.....	17
2. Aspectos metodológicos.....	18
2.1 Materiales.....	18
2.1.1 Recursos Bibliográficos .....	18
2.1.2 Materiales e insumos .....	18
2.1.3 Recursos humanos .....	18



<b>2.2 Métodos.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.1 Modalidad y tipo de investigación .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.2 Tipos de métodos.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.3 Técnicas .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Marco legal.....</b>	<b>20</b>
<b>3. Análisis y revisión de la literatura .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Características del cultivo de banano .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1 Generalidades del banano.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2 Clasificación taxonómica .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.3 Morfología de la planta de banano.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.4 Requerimiento edafoclimático del cultivo del banano.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.5 Labores culturales.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.6 Fenología del banano.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Principales síntomas de deficiencia de macronutrientes en el banano ..</b>	<b>29</b>
<b>3.2.1 Macroelementos .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.1.1. Nitrógeno - N.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.1.2. Fósforo - P .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1.3. Potasio - K.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1.4. Calcio - Ca.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.1.5. Magnesio - Mg .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.1.6. Azufre - S.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2 Microelementos .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2.1. Boro – B .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2.2. Hierro - Fe .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2.3. Manganeso - Mn .....</b>	<b>33</b>

3.2.2.4. Zinc - Zn .....	33
3.2.2.5. Cobre - Cu .....	34
3.2.2.6. Azufre .....	34
3.3 Fuentes de fertilizantes minerales u orgánicas más utilizadas en el banano .....	34
3.3.1 Fertilizantes o abonos.....	35
3.3.2 Sustancias nutritivas .....	37
3.3.3 Fuentes de nitrógeno .....	37
3.3.4 Fuentes de calcio .....	38
3.3.5 Fuentes de azufre .....	38
3.3.6 Fuentes de Manganeso .....	39
3.3.7 Fuentes de Manganeso .....	39
3.3.8 Otras fuentes de macro y micro elementos .....	39
4. Conclusiones .....	40
5. Recomendaciones.....	42
6. Bibliografía.....	43
8. Anexos .....	49

**Índice de tablas**

Tabla 1. Funciones de los nutrientes en el cultivo de banano.....	49
---	----

### Índice de figuras

Figura 1. Papel de los nutrientes específicos.....	50
Figura 2. Amarillamiento inicial por deficiencia de potasio.....	50
Figura 3. Deficiencia de calcio .....	51
Figura 4. Deficiencia de nitrógeno.....	51
Figura 5. Planta joven con síntomas de deficiencia severa de hierro .....	52
Figura 6. Deficiencia severa de fósforo.....	52
Figura 7. Coloración azulada de peciolo por carencia de Mg.....	53
Figura 8. Fertilizante Muriato potasio .....	53
Figura 9. Fertilizantes urea, CLR y DAP .....	54

## Resumen

El presente trabajo investigativo referente a los requerimientos nutricionales de macroelementos en el cultivo de banano destaca la importancia de una buena nutrición en las bananeras del litoral ecuatoriano, puesto que un buen programa de fertilización ayuda a alcanzar mejores rendimientos. Resaltando a continuación los principales síntomas de deficiencia de macroelementos en la planta de banano: Nitrógeno.- Amarillamiento de las hojas; Fósforo.- Reducción del crecimiento y desarrollo de la planta; Potasio.- Deformaciones del racimo; Calcio.- Raquitismo; Magnesio.- Decoloración foliar y moteado de los pecíolos; Azufre.- Decoloración foliar. Entre los principales fertilizantes utilizados se encuentran: urea que contiene el (46%), se ha demostrado que mientras más alta sea la dosis de urea se reduce más el pH del suelo; superfosfato triple que contiene el (46%), de fósforo; Cloruro o Muriato de Potasio (CIK) con un 60% de potasio, es el más utilizado en las bananeras; Calcita o carbonato de calcio, con un 32% de calcio que también es utilizado para neutralizar la acidez del suelo; Sulfato de potasio y magnesio (SULPOMAG), con un 18% que además suple con cantidades de potasio y azufre; y, Sulfato de amonio, con un 24% de azufre.

**Palabras claves:** Bananeras, Fertilización, Fósforo, Nitrógeno, Potasio.

## **Abstract**

The present research work referring to the nutritional requirements of macroelements in banana cultivation highlights the importance of good nutrition in the banana plantations of the Ecuadorian coast, since a good fertilization program helps to achieve better yields. Highlighting below the main symptoms of macroelement deficiency in the banana plant: Nitrogen.- Yellowing of the leaves; Phosphorus.- Reduction of the growth and development of the plant; Potassium.- Deformations of the bunch; Calcium.- Rickets; Magnesium.- Leaf discoloration and mottling of the petioles; Sulfur.- Leaf discoloration. Among the main fertilizers used are: urea containing (46%), it has been shown that the higher the dose of urea the more the soil pH is reduced; triple superphosphate containing (46%), phosphorus; Potassium Chloride or Muriate (CIK) with 60% potassium, is the most used in banana plants; Calcite or calcium carbonate, with 32% calcium that is also used to neutralize the acidity of the soil; Potassium and magnesium sulfate (SULPOMAG), with 18% that also supplies amounts of potassium and sulfur; and ammonium sulfate, with 24% sulfur.

**Keywords:** Banana, Fertilization, Phosphorus, Nitrogen, Potassium.

## 1. Introducción

### 1.1 Importancia o caracterización del tema

Los requerimientos generales de nutrientes se pueden obtener del análisis de la planta completa y de un estimativo del crecimiento. El banano por ser una planta de rápido crecimiento y con limitaciones en su sistema radicular, necesita de una sustancial cantidad de nutrientes disponibles en el momento oportuno. Durante los dos primeros meses de vida el consumo de Nitrógeno es bajo, la escasez de este elemento reduce el crecimiento de la planta así como el número y tamaño de hojas, adquiriendo un color verde pálido y las vainas se tornan cierto color rosado.

El Fósforo, es un elemento importante en este cultivo puesto que la falta de éste causa un crecimiento muy lento, hace que las hojas viejas desarrollen cierta clorosis. El Fósforo es absorbido entre los dos o cinco primeros meses del cultivo.

La demanda de Potasio, es pequeña en los dos primeros meses de vida de la planta, en el momento de la floración el contenido de éste es cuatro veces superior a la del nitrógeno. La absorción potásica es importante ya que el racimo se forma en su mayor parte a expensas del potasio, el tamaño del racimo, número de manos y longitud de los dedos, son seriamente afectados cuando se presenta carencia de este elemento.

Los síntomas de deficiencia de Magnesio se manifestaron franjas amarillas y manchas necróticas en las hojas intermedias. Se considera que la relación Potasio/Magnesio foliar debe estar entre 5 y 8, para evitar problemas de desbalance entre ambos cationes. Es importante destacar el manejo agronómico del cultivo, puesto que juega un papel fundamental para unas buenas cosechas y rendimientos. También es recomendable hacer periódicamente análisis de suelo y

foliar, con la finalidad de suministrarle a la planta lo que ella necesite en cada una de sus etapas.

### **1.2 Actualidad del tema**

Con el decreto se reforma el reglamento de la Ley para Estimular y Controlar la Producción y Comercialización del Banano, Plátano y otras Musáceas destinadas a la exportación; para crear el registro e inscripción de dichas plantaciones ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), se tiene un plazo de un año que permitirá que los bananeros se beneficien de las mismas ventajas comerciales del resto de productores a través de la firma de contratos para la compra y venta de la fruta, lo que facilitará el cumplimiento del precio oficial (Vistazo, 2020).

### **1.3 Novedad científica**

La producción orgánica cobra terreno en el mundo con los ecosistemas naturales, entonces el hombre y naturaleza deben provocar un sistema eficiente. Las novedades que existen a causa del uso desmedido de insumos en la agricultura convencional ha provocado una pérdida en la biodiversidad, cambios notables en la salud de los individuos que operan en las fincas y sobretodo, las empresas cuidan el aspecto económico ligado a la imagen de responsabilidad que proyectan (Capa, Alaña, y Benítez, 2016).

### **1.4 Justificación del tema**

El presente trabajo investigativo se basa en criterios técnicos que justifican la importancia de una buena fertilización en plantaciones bananeras con fines de explotación comercial. Todo esto hace que esta monografía persiga los siguientes objetivos:



## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Analizar los requerimientos nutricionales de macronutrientes en el cultivo de banano para mejorar el rendimiento del cultivo en plantaciones bananeras.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Describir las características del cultivo de banano
- Determinar los principales síntomas de deficiencias de macronutrientes en el cultivo de banano.
- Mencionar las fuentes de fertilizantes minerales u orgánicas más utilizadas en el cultivo de banano.

## **2. Aspectos metodológicos**

### **2.1 Materiales**

#### **2.1.1 Recursos Bibliográficos**

Este trabajo monográfico se realizó con los siguientes recursos bibliográficos:

- Publicaciones informáticas.
- Libros, revistas y demás materiales informáticos.
- Biblioteca digital de la Universidad Agraria.
- Bibliotecas de otras Universidades.
- Portales web de libros digitales.

#### **2.1.2 Materiales e insumos**

A continuación, los siguientes materiales e insumos que se utilizaron:

- Computador portátil o de escritorio.
- Dispositivos de almacenamiento.
- Microsoft office y otras herramientas de tratamiento de texto.
- Impresora.
- Papelería y otros materiales de oficina.

#### **2.1.3 Recursos humanos**

Se contó con la colaboración del Tutor monográfico como recurso humano, se suma a ello el alumno desarrollador, otros docentes de la Universidad Agraria del Ecuador.

### **2.2 Métodos**

#### **2.2.1 Modalidad y tipo de investigación**

El tipo de investigación, orienta la finalidad general del estudio y la manera como se recogieron los datos. Para seleccionar el tipo de investigación se consideró el

propósito, las estrategias, los objetivos y otros aspectos en los que se encuentran inmersos la investigación.

Este trabajo se enmarca dentro del tipo de investigación descriptiva, lo que permitió medir la información recolectada para luego describir, analizar e interpretar sistemáticamente las características del tema con base en la realidad del escenario planteado.

### **2.2.2 Tipos de métodos**

El enfoque metodológico a usar se enmarca en la investigación bibliográfica, documental y de tipo monográfico, basándose en la búsqueda, compilación, análisis los requerimientos nutricionales de macroelementos en el cultivo de banano por medio de artículos, notas, libros, ensayos y otras fuentes de información como el Centro de Información de la Universidad Agraria del Ecuador y su biblioteca virtual. A continuación se detallan los diferentes métodos utilizados en este trabajo monográfico.

#### **2.2.2.1. Método bibliográfico**

Este método es importante ya que permitió realizar la investigación bibliográfica y documental, mediante el uso de libros, folletos, revistas y demás fuentes de datos informáticos relacionados a los requerimientos nutricionales del cultivo de banano, lo que permitió recopilar los datos que luego fueron sujetos al análisis.

#### **2.2.2.2. Método inductivo**

Con esta metodología, y apoyado por la observación, partiremos de lo particular indicando los requerimientos nutricionales del banano para concluir de forma general con un buen manejo de la fertilización para mejorar la productividad del cultivo.

### **2.2.2.3. Método deductivo**

Dentro del proceso de la investigación este método permitió un análisis general de los síntomas de deficiencias de macroelementos en el cultivo de banano. Todos los análisis se derivaron de aspectos particulares que generaron conocimientos aportando una mayor comprensión de cada una de ellas. El método deductivo trata de diseminar aspectos generales para llegar a premisas particulares.

### **2.2.2.4. Método analítico**

Este método distinguió elementos que permitieron descomponer los procesos múltiples y variados, en partes o definiciones básicas en lo que respecta al análisis de los requerimientos nutricionales del banano. Este análisis ayudó a una comprensión específica de cada macroelemento requerido para el desarrollo del cultivo de banano para posteriormente realizar un plan nutricional que permita mejorar la productividad de las plantaciones bananeras.

## **2.2.3 Técnicas**

Para la realización del presente trabajo monográfico, se utilizó la técnica de investigación bibliográfica, permitiendo la recopilación, el análisis y la selección de la información, donde se fundamenta y complementa la investigación con las teorías de diferentes autores.

## **2.3 Marco legal**

Esta investigación monográfica se basó en los siguientes artículos

Plan Nacional del Buen Vivir fortalecido en el Año 2009 - 2013. Objetivo # 1: Determinar un sistema económico social, solidario y sostenible. Construir un sistema económico cuyo fin sea el ser humano y su buen vivir. Buscar equilibrios de vida en condiciones de justicia y soberanía. Reconocer la diversidad económica, la recuperación de lo público y la transformación efectiva del Estado. Se sostiene el impulso de la tesis, en establecer un sistema económico donde se involucre a los interesados en mejorar su nivel de vida, equilibrando beneficio costo para el involucrado (Asamblea Nacional, 2013).

Código Orgánico de la Producción, Comercio e inversión, Año 2010 Libro II: Desarrollo de las inversiones productivas y de sus instrumentos. Título I: Del fomento, Promoción y Regulación de las inversiones Productivas. Capítulo I. De las Inversiones Productivas. 51 Art. 13, El literal A: Constituir que las inversiones destinadas a producir bienes y servicios, a la ampliación de la capacidad productiva y a generar fuentes de labor al trabajo en la economía nacional. Capítulo III. Derecho de los inversionistas. Art. 19, El literal A: Expone que el inversionista está en libertad de producir y comercializar bienes y servicios lícitos, socialmente deseables y ambientalmente sustentables, como a la libre fijación de precios, a excepción de aquellos bienes y servicios cuya producción y comercialización estén regulados por la Ley (Asamblea Nacional, 2010).

### 3. Análisis y revisión de la literatura

#### 3.1 Características del cultivo de banano

##### 3.1.1 Generalidades del banano

El banano tiene su centro de origen en la región indomalaya, propagándose desde indonesia en el sur y oeste, hasta llegar a Hawái y Polinesia, en diferentes épocas, sin embargo se sabía su existencia por parte de comerciantes europeos desde el siglo III a.C; pero no lo introdujeron al viejo continente sino hasta el siglo X cuando fue introduciendo en África. Fue desde el continente africano, que los portugueses la llevarían a Sudamérica; en el siglo XVI luego de la conquista, los españoles fueron los encargados de llevar la banana a México donde tuvo problemas en arriesgarse. En el 1899, se fundó la United Fruit Company en Centroamérica; llegando a ser el banano el primer producto de exportación hacia los EEUU (Silva, 2018).

El inicio de las exportaciones en Ecuador fue en 1910 con 71.615 racimos que tenían más de 100 libras. El estado ecuatoriano intervino en la actividad bananera que comenzó el cultivo a gran escala. En nuestro país la comercialización comenzó en los años de 1950, aunque la provincia del El Oro se tiene registros de producción desde 1925 comercializado hacia los mercados de los países Perú y Chile (Palomeque y Lalanguí, 2016).

##### 3.1.2 Clasificación taxonómica

El banano se encuentra clasificado de la siguiente manera:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Orden:** Zingiberales

**Familia:** Musaceae

**Género:** Musa

**Especie:** M. acuminata AAA (Gómez, 2017).

### **3.1.3 Morfología de la planta de banano**

La morfología es la descripción de cada etapa que cumple la planta del cultivo de Banano.

#### **3.1.3.1. Planta**

La planta es una lámina delgada, muy verde en su cara superior más o menos verdosa en la inferior. Su nervadura estriada formada por venas mayores que resaltan e la cara haz y su espacio es de 5 a 10 mm. Se extiende en la vena media hasta el margen casi perpendicular del eje, hay otras venas menores no tan definidas. Los estomas son menos frecuentes en la superficie del haz que en la del envés, aunque en algunos clones con el gran enano mayor estomas por rea de hoja en ambas superficies (Soto, 2016)

#### **3.1.3.2. Rizoma o bulbo**

Es el tallo subterráneo, una yema vegetativa y sale de la planta madre, y sufre un cambio morfológico de tejido y crece diametralmente forma el rizoma alcanzando una buena altura. Da origen a las hojas y a yemas, en el centro se encuentra vainas y limbos foliares y finalmente forma la eflorescencia (Ortega, 2010).

#### **3.1.3.3. Sistema radicular**

Tiene raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30 a 40 cm. Las raíces son tono de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillas y duras posteriormente. El poder de penetración de las raíces son débiles porque esta

distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (Infoagro, 2015).

#### **3.1.3.4. Tallo**

Es un rizoma grande, subterráneo y almidono que esta coronando con yemas que las cuales se desarrollan cuando la planta ha florecido y fructificado. Es una corteza y un cilindro central dividido por el anillo de Manguin es el cual se encuentra en las raíces, se encuentra el meristemo apical y alrededor de esta forma las hojas de las vainas que forman pseudotallo (Hernández y Mendoza, 2012).

#### **3.1.3.5. Hojas**

Es el principal órgano de la fotosíntesis de la planta, cada hoja emerge desde el centro del pseudotallo es como un cilindro enrollado. El extremo distal de la vaina foliar que se alarga se contrae hasta formar un pecíolo más o menos abierto depende del cultivar. Después se convierte en la nervadura central que divide el limbo de dos láminas, las nervaduras van en paralelo en una forma de S larga, desde la nervadura central hasta el margen. Como no se ramifican, las hojas se rasgan fácilmente (Baena, 2016).

#### **3.1.3.6. Flores**

Crece su inflorescencia emerge a los 8 meses después de plantado del hijuelo. Está formado por un pedúnculo central con nudos. En los 5 a 10 nudos se producen las flores femeninas y en los finales, las flores masculinas, al principio encerradas por brácteas (Pino, 2013)

#### **3.1.3.7. Fruto**

El desarrollo del fruto es por la acumulación de pulpa en la cavidad formada por las paredes internas del pericarpio y hace además que los lóbulos se atrofién y



aparezcan inmensos en la pulpa de los frutos desarrollados en diminutivos gránulos o puntos de color negro o pardo oscuro. El proceso de llenado inicia a partir del levantamiento de la bráctea hasta los 70 - 90 días después en la cual está relacionado con el número de hojas, la radiación y humedad del suelo (Borja, Molina, Ramos, y Urrutia, 2018).

### **3.1.4 Requerimiento edafoclimático del cultivo del banano**

#### **3.1.4.1. Temperatura**

“El banano requiere una temperatura de 21 a 30°C. Con una luminosidad de 1200 mm a 1400 horas/luz/año con 3 a 4 horas diarias” (INIAP, 2014).

#### **3.1.4.2. Agua**

“Se necesita una cantidad mínima de lluvia necesaria de 1200 mm a 1800 mm de lluvia mensual promedio o precipitaciones medias de 28 a 42mm” (Vizcaino, Betancourt, y Andrade, 2014).

#### **3.1.4.3. Suelo**

“El cultivo de Banano se adapta bien los todos tipos de suelos como el franco arcillosa, franco arenosa debiendo ser, además fértiles, también tienen que estar bien drenados, con una pendiente aceptable oscila entre 0% hasta 3%” (Ochoa, 2019).

#### **3.1.4.4. pH**

Es adecuado para mantener el cultivo de Banano incluye a las plantas de utilizar los nutrientes del suelo, pueden encontrar nutrientes como altos contenidos de sales y alcalinidad en los suelos con un Ph entre 5.5 y 6,5 (Garrido, Hernández, y Noriega, 2011).

### **3.1.5 Labores culturales**

#### **3.1.5.1. Riego y drenaje**

Uno de los factores que más limitan la producción del cultivo de banano es sin duda la difícil o poca disponibilidad de agua para la plantación, aunque puede ser satisfecha por medio de una efectividad y precipitación o por ser sistemas de riesgos adecuados. Los drenes pueden ser superficiales (para evitar encharcamientos o saturación del suelo) o profundos (para corregir mala percolación o capa freática alta), de acuerdo a las necesidades del terreno. Un buen sistema de drenaje aumenta la producción y reduce la incidencia de plagas y enfermedades. El sistema de riego que se utilice debe estar acorde a las necesidades del terreno (limitaciones) y a la disponibilidad y abastecimiento de agua, teniendo en cuenta que es preferible regar poco pero frecuentemente, aprovechando al máximo el sistema de riego como el agua, con el fin de mantener el suelo mojado (agua disponible para la planta) para elevar su productividad (Saavedra, 2017).

#### **3.1.5.2. Control de malezas**

Para el control de malezas en banano se aplican los métodos culturales, mecánico y Químico. El control químico es más usado en la mayoría de las plantaciones comerciales. Como en control cultural tenemos el uso de cosechas y procurando no cubrir el área de platero para facilitar las labores de fertilización y desmache o plantas vivas como coberturas, también tenemos el control mecánico que este proceso se lo hace con machete sobre la unidad de producción en un radio de 1m a partir de pseudotallo y consiste en la poda de malezas en las calles a una altura de cinco centímetros, evitando el descubrir totalmente el suelo y por último el más utilizado en la mayoría de las bananeras

son la aplicación de herbicidas que se ha intentado racionalizar su uso en la aplicación aprobados por el Departamento de la Agricultura y la agencia de protección ambiental (Quintero y Carbone, 2015).

### **3.1.5.3. Fertilización**

Al dialogar de fertilización, hay que tener presentes los rendimientos y la calidad de la producción, la disponibilidad y el balance de los elementos nutritivos que requiere la planta del banano. La nutrición es un proceso bastante complejo que no depende únicamente de la existencia de diferentes elementos nutricionales del suelo sino también de interacciones entre ambiente y planta.

Los elementos necesarios se dividen en dos grupos:

Macroelementos y Microelementos. Los Macroelementos son aquellos que se requieren en grandes cantidades y los Microelementos son aquellos que se requieren en pequeñas cantidades (trazas) pero son igualmente importantes y necesarios. Los Macroelementos como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S), se deben aplicar en grandes cantidades al suelo principalmente. Los Microelementos como el hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), cobre (Cu), boro (B), cloro (Cl), entre los principales, deben ser proporcionados a las plantas en pequeñas cantidades a través de aplicaciones foliares principalmente (Torres, 2012).

### **3.1.5.4. Deshije**

Esta es una práctica que permite seleccionar, para producción, el hijo más adecuado y eliminar los que restan. Con esta operación se pretende disminuir la competencia de nutrientes, agua, luz mediante la eliminación de los hijos apropiados y obtener el máximo rendimiento del hijo seleccionado (Méndez y Rodríguez, 2016).

### **3.1.5.5. Deshoje**

Esta práctica consiste en realizar la limpieza y eliminación de las hojas secas, con daños mecánicos o con presencia de enfermedades que funcionen como inoculo de algún patógeno. El corte de la hoja se hace lo más cerca de la zona afectada y cuando las lecciones son menores, se recomienda utilizar una poda quirúrgica exclusivamente en la parte afectada (Vargas, Watler, y Morales, 2017).

### **3.1.6 Fenología del banano**

#### **3.1.6.1. Etapa infantil**

Es el periodo que comprende la aparición de la yema lateral, hasta que el hijo se emancipa de la mama y eso aproximadamente pasa cuando la madre tiene 5 meses de edad y el hijo expone la hoja F-10 y la duración de la etapa es de 120 a 160 días (González, 2019).

#### **3.1.6.2. Etapa vegetativa independiente**

Durante la fase vegetativa la planta generalmente emite de 35 a 36 hojas con una frecuencia de hoja/semana en épocas de lluvia entre 0,4 y 0,6 hoja/semana en sequía, en la producción de hojas le permite a la planta reemplazar las hojas que han cumplido su ciclo. (Martínez y Cayón, 2011).

#### **3.1.6.3. Etapa reproductiva**

En esta etapa el ápice floral ocupa una posición central sobre un cilindro tejido de reserva del tallo que se proyecta ocropetalmente, y son caracterizadas por primordios de brácteas florales con flores en las axilas (Vargas, Acuña, y Valle, 2015).

## **3.2 Principales síntomas de deficiencia de macronutrientes en el banano**

### **3.2.1 Macroelementos**

El nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio, son elementos que mayormente son absorbidos por la planta de banano en cada etapa del crecimiento y formación del fruto (Domínguez, 2009).

#### **3.2.1.1. Nitrógeno - N**

El nitrógeno es uno de los nutrientes primarios absorbidos por las raíces de las plantas de banano, preferiblemente en la forma de ion nitrato ( $\text{NO}_3$ ). El nitrógeno es un componente de los aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos y coenzimas, hexosaminas, etc. Este nutriente es igualmente esencial para lograr una buena división celular, crecimiento de la planta y un proceso de respiración, adecuados.

- El nitrógeno es el principal promotor del crecimiento. Induce el crecimiento vegetativo del pseudotallo y de las hojas, brindándoles un saludable y deseable color verde.
- El nitrógeno contribuye a que el banano logre una estructura vegetativa sana y robusta que es uno de los requisitos previos esenciales para lograr altos rendimientos. Las plantas de banana que están pobremente nutridas con N producen solamente siete hojas contra las 17 hojas producidas por plantas adecuadamente provistas con N.
- Si hay deficiencia de N en las bananas, las hojas toman 23 días para desarrollo contra 10 días en el caso de hojas de plantas que tienen un suministro adecuado de N.
- La deficiencia de nitrógeno provoca un crecimiento lento y hojas más pálidas con una superficie de hoja y tasa de producción, reducidas. El nitrógeno

influye positivamente en el crecimiento longitudinal de los peciolo (Haifa, 2019).

Amarillamiento de las hojas es el síntoma más notable de la carencia de nitrógeno, puesto que la falta de clorofila hace que la hoja se torne amarilla, se inicia primero en las hojas más viejas y medida que la deficiencia se intensifica el amarillamiento se presenta en las hojas jóvenes (López y Espinoza, 1995).

#### **3.2.1.2. Fósforo - P**

Reducción del crecimiento y desarrollo de la planta. Es notable observar el atraso en su crecimiento tanto en la plantas madre como en los hijos, se reduce el ritmo de emisión foliar. La planta toma una apariencia de roseta muy parecida a la deficiencia del nitrógeno. La deficiencia de fósforo provoca necrosis marginal en forma de sierra en las hojas adultas. Se reduce el crecimiento de la planta y de los hijos. Las hojas pueden también presentar una coloración verde intensa (Macías, 2013).

#### **3.2.1.3. Potasio - K**

Deformaciones del racimo. Los racimos de plantas deficientes en P son de racimos cortos - enconchados, es afectado el diámetro y longitud de los dedos que crecen deformes, produce dedos curvos y menos peso (Martín y Charpentier, 1964).

La absorción ocurre también en la fase vegetativa. El 80% de las aplicaciones de K deben ser hechas antes de la emergencia de la inflorescencia. Aporte pequeñas cantidades de K en las etapas tempranas, e incremente K en los meses antes y después de la floración. Se debe considerar que las plantas necesitan Nitrógeno aportes continuos de K. (Tapia y Fagiani, 2007)

#### **3.2.1.4. Calcio - Ca**

El calcio es un elemento estructural en la planta ya que constituye la lámina media, las paredes y membranas de la célula y, además, participa en la división y extensión celulares, influye en la compartimentalización de la célula, modula la acción de hormonas y señales, estabiliza la pared y membrana, y contribuye al equilibrio iónico de la célula (Díaz, Cayón, y Mira, 2007).

Este macroelemento activa enzimas, el metabolismo de auxinas, los nucleótidos, por lo que es considerado un constituyente de enzimas. La falta de calcio provoca una reducción del ritmo de emisión foliar, la planta desarrolla raíces más cortas y más susceptibles a nemátodos y ataques fúngos (Barbazán, 1998).

#### **3.2.1.5. Magnesio - Mg**

El magnesio se requiere para el desarrollo del tallos y de las hojas como también para la síntesis y acumulación de carbohidratos; para garantizar máximos rendimientos, se debería lograr un nivel mínimo de magnesio foliar de 0,3% (materia seca). El suministro de magnesio puede ser aumentado usando solamente formas solubles en agua y en tratando de obtener una relación óptima de cationes en el suelo. La relación entre magnesio y potasio debería ser idealmente 1:4 en suelos salinos y 1:2 en suelos arcillosos (Von-Suttner, 2018). El síntoma visual de este elemento es la decoloración foliar y moteado de los pecíolos, es decir el amarillamiento o clorosis de la zona central de las hojas más viejas. Al envejecer la hoja se acentúa la decoloración y presenta puntos de tonalidad oscura que posteriormente se necrosan y al final muere (Haifa, 2019).

### **3.2.1.6. Azufre - S**

Los síntomas de deficiencias aparecen en las hojas más jóvenes de la planta, las cuales se tornan de color blancoamarillento. Si la deficiencia es severa aparecen parches necróticos en los márgenes de la hoja y ocurre un ligero engrosamiento de las venas, algunas veces aparecen hojas sin láminas (Esquivel, 2014).

## **3.2.2 Microelementos**

### **3.2.2.1. Boro – B**

La deficiencia de B en el suelo produce interacciones de nutrientes en las hojas, las cuales pueden manifestarse con disminución de casi todos los elementos, por el contrario, produce aumento en la concentración de Ca y Zn (Furcal, 2016). Algunas de las afecciones que provoca el déficit de boro en las plantaciones de banano son:

- Deformaciones acentuadas sobre las hojas jóvenes.
- Limbo reducido e irregular, con ondulaciones de las márgenes (reducción de la área foliar).
- Necrosis sin clorosis previa sobre el borda de las hojas.
- Clorosis internerval (estrías perpendiculares).
- Carencia acentuada: inhibe o paraliza el crecimiento de los tejidos meristemáticos de la parte aérea y de las raíces (César, 2009).

### **3.2.2.2. Hierro - Fe**

El hierro es componente de los grupos hemo unidos a las porfirinas, está presente en la actividad del citocromo; también en enzimas respiratorias como: peroxidasa, catalasa, ferredoxina y citocromo-oxidasa. Ayuda a la protección de



los cloroplastos de los radicales libres producidos durante las reacciones fotosintéticas (Epstein, 2000).

La deficiencia de hierro se manifiesta con una clorosis general, pero más marcada en las hojas jóvenes, algunas de sus nervaduras principales pueden mantenerse verdes al principio, pero al final terminan presentando clorosis (Bielecky, 1973).

En el banano, la deficiencia de hierro se presenta con el florecimiento anticipado, lo que produce racimos pequeños, existen casos en los que los racimos no son producidos (Espinoza, 2007).

### **3.2.2.3. Manganeso - Mn**

Respecto a las plantas, es uno de los elementos que más contribuyen al funcionamiento de varios procesos biológicos incluyendo la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno. Los síntomas de deficiencia de manganeso, que a menudo se asemejan a los de la deficiencia de hierro, son: clorosis intervenal (hojas amarillas con venas verdes) en las hojas jóvenes y, en ocasiones, manchas bronceadas hundidas en las áreas cloróticas intervenales. También el crecimiento de las plantas puede verse disminuido y retrasado. La deficiencia de manganeso puede surgir cuando el pH del sustrato de cultivo es superior a 6,5, pues dicho elemento es fijado y pierde disponibilidad para su absorción.

### **3.2.2.4. Zinc - Zn**

El zinc es fundamental en el desarrollo de las plantas de banano y su deficiencia incide específicamente en la integridad de la pared y membrana celular y en la síntesis de algunas proteínas, razón por la cual estos nutrientes juegan un papel

fundamental en la mitigación de los efectos de las enfermedades en las plantas (Gómez, Sánchez, Velásquez, Gamboa, y Bedoya, 2011).

#### **3.2.2.5. Cobre - Cu**

El cobre es un activador enzimático de la fotosíntesis. ; participa en la regulación de la actividad respiratoria mediante la catálisis de las enzimas oxidantes y de reducción. Es un componente de varias enzimas en las plantas y es parte de una proteína en el sistema de transporte de electrones en la fotosíntesis. Además colabora en la síntesis de la clorofila (Esquivel, 2014).

#### **3.2.2.6. Azufre**

El azufre es un constituyente enzimático esencial para la síntesis de tres de los aminoácidos que forman las proteínas. Participa en la formación de clorofila, en el anabolismo y metabolismo de carbohidratos. Igualmente, aumenta la eficiencia en el uso de N. Los síntomas de deficiencia aparecen en hojas jóvenes que se tornan de color amarillento, pudiendo aparecer parches necróticos en los márgenes y nervaduras secundarias engrosadas, provocando racimos pequeños y deformes (Jaramillo, 2018).

### **3.3 Fuentes de fertilizantes minerales u orgánicas más utilizadas en el banano**

Se entiende por nutrición vegetal, al proceso mediante el cual la planta absorbe del medio que le rodea las sustancias que le son necesarias para llevar a cabo su metabolismo y en consecuencia desarrollarse y crecer. Una característica particular de las plantas verdes, como se ha visto anteriormente es que las sustancias requeridas para su alimentación son exclusivamente de tipo mineral o inorgánico (Domínguez, 2009).

### **3.3.1 Fertilizantes o abonos**

Son aquellos productos de origen mineral u orgánico, destinados a la alimentación de las plantas. En la Ley del fertilizante se los define como: sustancias que se aplican directa o indirectamente a las plantas para favorecer su crecimiento y aumentar la producción. El término Fertilizer proviene de la raíz latina fértil, que quiere decir devolverle la fertilidad al suelo. Los abonos deben favorecer al aumento de la producción, mejoramiento de la calidad de los frutos (Finck, 1985)

#### **3.3.1.1. Fertilizantes minerales**

Son aquellos productos obtenidos mediante procesos químicos desarrollados a escala industrial, que tienen igualmente unas cantidades mínimas de alguno de los elementos principales (Boyd, 2018).

Según como contengan a uno o varios de los elementos se pueden clasificar en:

- Fertilizantes simples; porque contienen a uno de los tres principales elementos como el nitrógeno, potasio y fósforo. Estos fertilizantes pueden ser nitrogenados, fosfatados y potásicos.
- Fertilizantes compuestos; porque contienen más de uno de los elementos principales, estos pueden ser fertilizantes binarios o ternarios (Grupo Ñesta, 2008).

#### **3.3.1.2. Fertilizantes orgánicos**

Estos pueden ser obtenidos a partir de residuos de animales o vegetales, que contienen muy pequeñas cantidades de los elementos nutritivos, ya que su principal objetivo es mantener el contenido de la materia orgánica del suelo. Es importante recordar que los abonos de origen vegetal son los que aportan con

humus, por lo tanto los productos de origen animal tienen un valor inferior como elemento regulador de la fertilidad del suelo (De Luna y Vásquez, 2009).

A continuación mencionamos los principales abonos utilizados actualmente en el cultivo de banano orgánico:

- **El bokashi**

Es un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos que tiene como uno de sus usos, es un inoculante para hacer varios tipos de abono. Bokashi, es un término japonés que significa abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos benéficos, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía química de la tierra (Ramos y Terry, 2014).

Es un abono orgánico fermentado hecho a base de desechos vegetales y excretos de animales. El EM Bokashi puede ser utilizado entre 5 y 21 días después del tratamiento - fermentación, aún cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo (Medina, Monsalve, y Forero, 2010).

Cuando es aplicado al suelo, la materia orgánica es utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los mismos que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo; pero no hay que olvidar que suple nutrientes al cultivo (Paneque y Calaña, 2004).

- **El compostaje o composting**

Es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable, como restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos, permitiendo obtener compost, abono excelente para la agricultura (Jorge y Olivia, 2007).

- **El humus**

El humus es el mejor abono orgánico, ya que posee un contenido muy alto en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio asimilables, acompañado por gran cantidad de bacterias, hongos y enzimas que continúan el proceso de desintegrar y transformar la materia orgánica (Agrobiolab, 2008).

### **3.3.2 Sustancias nutritivas**

Son sustancias que pueden ser absorbidas por las plantas y sirven para su alimentación; pueden ser moléculas como por ejemplo Dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>, el agua - H<sub>2</sub>O, o partículas como aniones o cationes que son componentes de las sales que constituyen muchos abonos. Así tenemos:

- Macroelementos : Nitrógeno, Fósforo, y Azufre, como aniones Potasio, Calcio y Magnesio, como cationes.
- Microelementos u oligoelementos: Hierro, Manganeso, Zinc y Cobre, como cationes. Cloro, Boro y Molibdeno, como aniones (Domínguez, 2009).

### **3.3.3 Fuentes de nitrógeno**

#### **3.3.3.1. Fuentes de nitrógeno aplicadas al suelo**

En el mercado actual existen varias fuentes que contienen nitrógeno, como la de amonio y nitrato, las más utilizadas son las fuentes amonio ya que los fertilizantes a base de nitratos tienen la desventaja de acidificar los suelos. Entre las fuentes de amonio tenemos a la Urea que contiene el (46%), se ha demostrado que mientras más alta sea la dosis de urea se reduce más el pH del suelo (López y Solís, 1992).

Los principales fertilizantes utilizados encontramos a:

- Urea que contiene el (46%), se ha demostrado que mientras más alta sea la dosis de urea se reduce más el pH del suelo.

- Superfosfato triple que contiene el (46%), de fósforo.
- Encontramos al Cloruro o Muriato de Potasio (ClK) con un 60% de potasio, es el más utilizado en las bananeras.
- Calcita o carbonato de calcio, con un 32% de calcio que también es utilizado para neutralizar la acidez del suelo.
- Sulfato de potasio y magnesio (SULPOMAG), con un 18% que además suple con cantidades de potasio y azufre.
- Sulfato de amonio, con un 24% de azufre

### **3.3.3.2. Fuentes de nitrógeno aplicadas de manera foliar**

Algunos fertilizantes nitrogenados han sido aplicados con éxito por vía foliar en el cultivo de banano, el uso de aplicaciones foliares de urea hasta en concentraciones del 5%; el nitrato de potasio también ha sido usado con éxito en concentraciones del 2% (López y Espinoza, 1995).

### **3.3.4 Fuentes de calcio**

La disponibilidad de calcio depende del pH del suelo y puede ser reducida cuando este se encuentra por debajo de 5,5. Las fuentes más utilizadas en el eje bananero son urea y KCl, y como fuentes de calcio la cal y el yeso que se emplean como enmiendas en el suelo y no como fertilizantes. Otras fuentes como nitrato o sulfato de calcio son más solubles y se utilizan en menor proporción. El aporte de calcio de cada fuente difiere según el portador, es así como el nitrato de calcio aporta un 27% de CaO, mientras que la cal 40% y el yeso 33% de CaO (Díaz, Cayón, y Mira, 2007).

### **3.3.5 Fuentes de azufre**

En muchos suelos, los requerimientos de azufre del cultivo son suplementados por una fuente natural como la materia orgánica. Sin embargo, como la mayoría

de los suelos de zonas tropicales son pobres en materia orgánica, los requerimientos de azufre exceden considerablemente el aporte de azufre por parte de esta. Por lo tanto, se necesita incluir fertilizantes azufrados en el programa de fertilización (Von-Suttner, 2018).

### **3.3.6 Fuentes de Manganeso**

En la mayor parte de los sustratos de cultivo que se encuentran en el Mercado se incluye un paquete de nutrientes iniciadores que contiene manganeso y otros micronutrientes esenciales. Analice el agua antes de la temporada de producción, algunas fuentes de este líquido contienen manganeso, aunque rara vez el suficiente para satisfacer las necesidades de un cultivo (César, 2009).

### **3.3.7 Fuentes de Manganeso**

Los fertilizantes potásicos son comúnmente utilizados para superar las deficiencias de las plantas. Donde los suelos no pueden abastecer las cantidades de potasio - K requeridas por los cultivos, se hace necesario el agregado de este nutriente vegetal esencial. Potasa es un término general usado para designar una variedad de fertilizantes utilizados en la agricultura que contienen K. El cloruro de K - KCl, la fuente más comúnmente utilizada, es también conocido como muriato de K (muriato es el nombre antiguo usado para designar sales que contienen cloruro). El K siempre está en los minerales en forma de catión monovalente -  $K^+$  (IPNI Canada, 2019).

### **3.3.8 Otras fuentes de macro y micro elementos**

El TSA y el tiosulfato de potasio - TSK como mejoradores de suelos calcimórficos permiten un aumento en los rendimientos de los cultivos (Casanova y Rivero, 2006).

#### 4. Conclusiones

En base a lo expuesto en el presente trabajo monográfico se concluye lo siguiente:

El banano o banana - *Musa paradisiaca* L., como fruto, es una falsa baya, muy dulce y carnosas. Éste da origen a los hijuelos, y se continúa con un fuerte vástago que concluye en un manojito de largas hojas; que emergen este pseudotallo central. De esta estructura brota la inflorescencia que se convierte en racimo, con numerosas manos y dedos; alrededor de un eje principal cuya terminación es una inflorescencia, flor o bellota. Los dedos formados en la base del racimo provienen de flores femeninas; y posteriormente constituirán los frutos comestibles una vez alcance la madurez. Es exigente en nutrientes, requiere de suelos fértiles o bien fertilizados; de texturas que permitan buenos drenajes

Todos los cultivos necesitan 16 elementos nutritivos; Carbono - C, Oxígeno - O, e Hidrógeno - H, son los principales componentes estructurales de la materia orgánica y los trece elementos adicionales como el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), Azufre (S), Calcio (Ca), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Cloro (Cl), Boro (B) y Molibdeno (Mo). Estos nutrientes causan las siguientes deficiencias en el banano: Nitrógeno, amarillamiento de las hojas; Fósforo, reducción del crecimiento y desarrollo de la planta; Potasio, deformaciones del racimo; Calcio, raquitismo; Magnesio, decoloración foliar y moteado de los pecíolos; Azufre, decoloración foliar.

Los fertilizantes pueden ser de origen mineral u orgánico, que aportan elementos esenciales en el crecimiento de las plantas. Los abonos orgánicos ayudan a mantener la vida microbiana del suelo y retención de humedad. El humus es un compuesto de origen vegetal, que aporta gran cantidad de materia orgánica al



suelo. El EM bokashi, es un fertilizante que aporta con gran cantidad de microorganismos que sirven para descomponer la materia orgánica.

## **5. Recomendaciones**

De acuerdo con el análisis realizado en el trabajo de investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

Mantener las buenas prácticas agrícolas en las plantaciones bananeras realizando el debido manejo, así como los controles de fitosanitarios para una óptima productividad de las plantas.

Realizar los controles visuales para detectar las deficiencias de los macro y micro elementos en los cultivos de banano y contrarrestar de manera oportuna estos déficit.

Capacitar a los agricultores dedicados al cultivo de banano para mejorar las técnicas agroecológicas de fertilización, con la finalidad de incrementar el rendimiento.

## 6. Bibliografía

- Agrobiolab. (2008). *Humus de lombriz - lombricultura en Ecuador*. Obtenido de Bioagrotecsa: <http://www.bioagrotecsa.com.ec/lombricultura/humus-de-lombriz.html>
- Asamblea Nacional. (2010). *Código orgánico de la producción, comercio e inversión*. Obtenido de <https://www.aduana.gob.ec/wp-content/uploads/2017/05/COPCI.pdf>
- Asamblea Nacional. (2013). *Constitución de la República del Ecuador. Plan del Buen vivir*.
- Baena, M. (2016). *Morfología de la planta del banano*. Obtenido de ProMusa: <http://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>
- Barbazán, M. (1998). *Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes*. Montevideo: Universidad de la República.
- Bielecky, R. (1973). Fosfato, transporte de fosfato y disponibilidad de fosfato. *Fisiología vegetal*, 24, 225-252.
- Borja, J., Molina, N., Ramos, Y., y Urrutia, O. (2018). Generalidades del cultivo de plátano. *Tesis de pregrado*. Antioquía, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Boyd, C. (2018). *Propiedades de fertilizantes comerciales comunes*. Obtenido de Global aquaculture Alliance: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/propiedades-de-fertilizantes-comerciales/>
- Capa, L., Alaña, T., y Benítez, R. (2016). Importancia de la producción de banano orgánico. Caso: Provincia El Oro, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 8(3), 22-28.
- Casanova, E., y Rivero, C. (2006). Efecto de fuentes alternativas de fertilizantes con método de la fertirrigación sobre la nutrición mineral y rendimientos de

- bananos en una finca del Estado de bAragua, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 53(3), 10-18.
- César, G. (2009). Nutrición y fertilización de as frutos tropicales. *Segundo Encuentro de Embajadores del Sulfato de amonio Sulf-N en América Latina* (pág. 17). Punta Cana: Escuela Superior de Agricultura Luis de Queiroz.
- De Luna, V., y Vásquez, A. (2009). *Elaboración de abonos orgánicos*. México: Universidad de Guadalajara.
- Díaz, A., Cayón, G., y Mira, J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la mancha de madurez del fruto de banano. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 280-287.
- Domínguez, C. (2009). *Tratado de fertilización*. Madrid, España: Multi prensa.
- Epsein, E. (2000). El descubrimiento de los elementos esenciales. En S. Kugs, y S. Yang, *Biología Vegetal* (págs. 1-16). Singapor: World Scientific.
- Espinoza, L. (2007). Monitoreo in vitro del potencial de cinco nutrientes (B, Mn, Zn, Cu, Si) sobre órganos de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet agente causal de la sigatoka negra. *Tesis de grado*, 45-46. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Esquivel, J. (2014). *Deficiencias en plátano*. Obtenido de [https://www.academia.edu/11586583/Deficiencias\\_en\\_platano](https://www.academia.edu/11586583/Deficiencias_en_platano)
- Finck, A. (1985). *Fertilizantes y fertilización*. España: Editorial Reverté S.A.
- Furcal, P. (2016). Respuesta agronómica del plátano a la fertilización con Boro, Zinc y Calcio en San Carlos, Costa Rica. *Informe proyecto*. San Carlos, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Garrido, E., Hernández, E., y Noriega, D. (2011). Manual de producción de banano para la región del Soconusco. Estrategias para el Manejo de la Sigatoka

- Negra. *Folleto para productores(10)*. Ucozocoautla, México: Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias.
- Gómez, D., Sánchez, J., Velásquez, J., Gamboa, J., y Bedoya, C. (2011). Influencia del balance con micronutrientes (B - Zn) en la productividad del banano. *Ingenierías & Amazonía*, 4(2), 88-102.
- Gómez, M. (2017). Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (*Musa acuminata* AAA) en dos zonas productoras distintas. *Tesis de grado*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- González, E. (2019). Aplicación de tres aceites vegetales en diferentes etapas fenológicas del cultivo de banano orgánico (*musa* sp.), para el control de *Diaspis boisduvalii* signoret, Sullana-Piura-2017. *Tesis de pregrado*. Tumbes, Perú: Universidad Nacional de Tumbes .
- Grupo Iñesta. (2008). *Abonos NPK: nutrientes básicos para cultivos*. Obtenido de <https://www.grupoinesta.com/abonos-npk/>
- Haifa. (2019). *Recomendaciones nutricionales para bananas*. Haifa group.
- Hernández, J., y Mendoza, S. (2012). Evaluación de poblaciones de fitonemátodos, nemátodos de vida libre en cultivo de banano asociado con café y árboles en 7 fincas del municipio de San Ramón Departamento de Matagalpa Nicaragua Septiembre-Diciembre 2012. *Tesis de pregrado*. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León.
- Infoagro. (2015). *El cultivo del plátano ( banano)*. Obtenido de Infoagro: [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_platano\\_\\_banano\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp)
- INIAP. (2014). *Banano*. Obtenido de INIAP: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mmusa/rbanano>

- IPNI Canada. (2019). *Fuentes de nutrientes específicos*. Obtenido de <http://www.ipni.net/specifics-es>
- Jaramillo, P. (2018). Fertilización del cultivo de banano con polisulfatos. *Ficha técnica*. Israel: AICL Fertilizers.
- Jorge, R., y Olivia, R. (2007). *El compostaje y su utilización en agricultura* (1ra ed.). Chile: Salviat impresores.
- López, A., y Espinoza, J. (1995). *Manual de nutrición y fertilización del banano. Una visión práctica del manejo de la fertilización*. San José, Costa Rica: International Plant Nutrition Institute IPNI.
- López, A., y Solís, P. (1992). *Síntomas de deficiencia minerales en el cultivo de banano*. San José, Costa Rica: Corbana.
- Macías, M. (2013). Caracterización foliar del estado nutricional de las plantaciones de banano, en la provincia de Los Ríos. *Tesis de grado*, 9. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Martín, P., y Charpentier, J. (1964). Síntomas de carencia de seis elementos minerales en el banano. *Fertilité*, 22, 15-50.
- Martínez, A., y Cayón, D. (2011). Dinámica del crecimiento y desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Medellín*, 64(2), 6055-6064.
- Medina, L., Monsalve, O., y Forero, A. (2010). Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Ciencias Hortícolas*, 4(1), 109-125.
- Méndez, C., y Rodríguez, M. (2016). *Deshije de la platanera*. Tenerife, España: Cabildo de Tenerife.

- Ochoa, C. (2019). Determinación del costo de producción de la fruta de una caja de banano convencional hacienda "Santa Teresita" Balao. *Tesis de pregrado*. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- Ortega, N. (2010). Obtención de Multimeristemas y Callos de diferentes variedades de Banano y Platano (*Musa spp.*) a partir de Meristemas Apicales y Scalps. *Tesis de grado*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Palomeque, J., y Lalanguí, J. (2016). Propuesta de una ruta turística bananera en base a la historia regional, provincia El Oro de Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 8(3), 12-18.
- Paneque, V., y Calaña, J. (2004). *Abonos orgánicos: Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación*. San José de las Lajas: Ediciones INCA.
- Pino, P. (2013). Evaluación del proceso de liofilización en banana (*musa x paradisiaca*) como tecnología de transformación alimentaria. *Tesis de postgrado*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Quintero, I., y Carbone, E. (2015). Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento de Magdalena, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(2), 329-340.
- Ramos, D., y Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 7-12.
- Saavedra, B. (2017). Efectos de las malas prácticas agrícolas sobre el retorno en plantas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) subgrupo cavendish. *Tesis de pregrado*. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- Silva, J. (2018). *Cultivo de Banano*. Obtenido de Agrotendencia : <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-banano/>

- Soto, M. (2016). Manejo postcosecha y comercialización. En *Bananos* (págs. 250-320). Costa Rica: Editorial Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de Bananos III: manejo poscosecha y comercialización.
- Tapia, A., y Fagiani, M. (2007). *El cultivo de banano en las provincias de Salta y Jujuy*. El Tabacal: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA.
- Torres, S. (Junio de 2012). *Guía práctica para el manejo de banano organico en el valle del chira*. Piura, Perú: Hidalgo impresores E.I.R.L.
- Vargas, A., Acuña, P., y Valle, H. (2015). La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 8-16.
- Vargas, A., Watler, W., y Morales, M. (2017). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica. *Ficha Técnica*. Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía.
- Vistazo. (2020). *Ecuador regularizará los cultivos de banano para reordenamiento del sector*. Obtenido de <https://www.vistazo.com/seccion/enfoque/ecuador-regularizara-los-cultivos-de-banano-para-reordenamiento-del-sector>
- Vizcaino, D., Betancourt, R., y Andrade, E. (2014). *Guía de buenas prácticas agrícolas para el banano. Inocuidad de los alimentos*. Quito, Ecuador: Agrocalidad.
- Von-Suttner, B. (2018). *La Banana*. Obtenido de Minerals and agriculture: [http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory\\_service/crops/banana.html](http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory_service/crops/banana.html)



## 8. Anexos

**Tabla 1. Funciones de los nutrientes en el cultivo de banano**

Nutriente	Función
Nitrógeno (N)	Síntesis de proteínas (crecimiento y rendimiento).
Fósforo (P)	División celular y formación de estructuras energéticas.
Potasio (K)	Transporte de azúcares, control de estomas, cofactor de diversas enzimas, reduce la susceptibilidad a enfermedades de las plantas.
Calcio (Ca)	Un importante componente de la pared celular, reduce la susceptibilidad a las enfermedades.
Azufre (S)	Síntesis de los aminoácidos esenciales cistina y metionina
Magnesio (Mg)	Parte central de la molécula de clorofila.
Hierro (Fe)	Síntesis de la clorofila. Manganeseo (Mn) Necesario en el proceso de fotosíntesis. Boro
Manganeseo (Mn)	Necesario en el proceso de fotosíntesis. Boro
Boro (B)	Formación de la pared celular. Germinación y elongación del tubo de polen. Participa en el metabolismo y transporte de los azúcares.
Zinc (Zn)	Síntesis de las auxinas.
Cobre (Cu)	Influye en el metabolismo del nitrógeno y carbohidratos.
Molibdeno (Mo)	Componente de las enzimas nitrato reductasa y nitrogenasa

Se describen los principales nutrientes y sus funciones en el cultivo de banano  
Torres, 2020

	N	P	K	Mg	Ca	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>Parámetros de rendimiento</b>											
Rendimiento	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Peso racimo	+	+	+	+			+	+			
Manos / racimo	+		+					+			
Fruta / penca			+								
Número frutos			+								
Peso frutos			+				+	+			+
Diámetro fruto			+				+	+			+
Longitud fruto			+								
<b>Parámetros de calidad</b>											
Almidón	+	+	+								
Azúcares			+				+				+
Acidez	+						+				+
Relación azúcar/ácido			+								+
Sólidos Solubles	+		+				+	+			+
Acido ascórbico (Vit. C)			+				+	+			+
Desórdenes en la cáscara					-						

Figura 1. Papel de los nutrientes específicos

(Haifa, 2019)



Figura 2. Amarillamiento inicial por deficiencia de potasio

(López y Espinoza, 1995)



Figura 3. Deficiencia de calcio  
(Tapia y Fagiani, 2007)



Figura 4. Deficiencia de nitrógeno  
(Haifa, 2019)



Figura 5. Planta joven con síntomas de deficiencia severa de hierro  
(Macías, 2013)



Figura 6. Deficiencia severa de fósforo  
(Haifa, 2019)





Figura 7. Coloración azulada de peciolo por carencia de Mg  
(César, 2009)



Figura 8. Fertilizante Muriato potasio  
(Boyd, 2018)



Figura 9. Fertilizantes urea, CLR y DAP  
(Boyd, 2018)