



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
MAESTRIA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA TROPICAL  
SOSTENIBLE:**

**“Trabajo de Titulación Examen Complexivo”, para la obtención del  
Grado de Magíster en Agricultura Tropical Sostenible, Tercera Versión”**

**“PROPUESTA DE CREACIÓN DE UN PROTOCOLO DE  
FERTILIZACIÓN COMO ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DE  
NEMÁTODOS EN EL CULTIVO DE BANANO.”**

**ANNABEL MARIELA IZQUIERDO COSTALES**

**Tutora: Blga. Mónica Armas Soto MSc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**MAYO-2016**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**MAESTRIA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA TROPICAL  
SOSTENIBLE:**

**Trabajo de Titulación Examen Complexivo**

**“PROPUESTA DE CREACIÓN DE UN PROTOCOLO DE  
FERTILIZACIÓN COMO ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DE  
NEMÁTODOS EN EL CULTIVO DE BANANO.”**

**ANNABEL MARIELA IZQUIERDO COSTALES**

**Tutora: Blga. Mónica Armas Soto MSc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**MAYO-2016**

**CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN EXAMEN  
COMPLEXIVO ESTUDIO CASO**

**MSc. TELMO ESCOBAR TROYA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**MSc. PATRICIO BORJA BERNAL  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**MSc. WILLIAMS SÁNCHEZ ARÍZAGA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**MSc. TELMO ESCOBAR TROYA  
DIRECTOR DE LA MAESTRÍA**

**DRA. CARMITA BONIFAZ DE ELAO, MSc.  
DECANA**

## **CERTIFICACION DEL TUTOR**

**En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible, nombrado por la Decana de la Facultad de Ciencias Naturales, CERTIFICADO: que he analizado el Estudio de Caso presentada como Examen Complexivo, como requisito para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias con Énfasis en Agricultura Tropical Sostenible, la cual cumple con los requisitos Académico, Científicos y formales que demanda el Reglamento de Posgrado.**

**Atentamente**

**MSC. MONICA ARMAS SOTO**

**TUTOR**

**Guayaquil. Mayo 17 del 2016**

## **DECLARATORIA EXPRESA**

**“La responsabilidad del contenido del Estudio de Caso, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”**

---

**FIRMA: Ing. Mariela Izquierdo Costales**

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios por haber hecho posible la elaboración de este trabajo

Gracias a mis padres por estar siempre a mi lado dando todo su apoyo incondicional

A mi esposo y mis hijos por toda su paciencia y comprensión en mis momentos de estudio

Por ser, la fuerza que cada día me motiva, para ser mejor persona y excelente profesional a la empresa que pudo hacer posible que pueda seguir esta maestría Dole-Ubesa, por todo su apoyo económico, de gestión en campo, personal gracias.

A mis profesores y amigos que con su granito de arena lograron aportar en mis conocimientos, muy especialmente a Jaime Naranjo que con su mística logró aportar nuevas ideas para darle un acabado final excelente.

## **DEDICATORIA**

Le dedico este trabajo a DIOS por darme la fuerza cada día, a mis hijos que son el motor de mi vida, a mis padres quienes me han apoyado en todos los momentos de mi vida, le cumplí una promesa que hace años se la realice y a un ser muy especial que siempre quiso verme toda una profesional pero que Dios quiso tenerla a su lado a Lucila Velasco.

# TABLA DE CONTENIDOS

Pág.

1.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2.Justificación.....	4
1.6 Objetivos específicos.....	4
1.8. Premisa.....	5
1.9. Desarrollo.....	5
2.MARCO REFERENCIAL.....	15
2.1. Fundamentación teorica-conceptualde los nemátodos en el cultivo de banano.....	15
2.2.Fertilización bananera en Ecuador y competidores.....	18
2.3.Marco metodológico.....	20
2.10.1 Aspectos generales de la investigación.....	20
2.10.2Métodos de investigación.....	21
2.10.3 Categorías y dimensiones.....	23
2.10.4 Unidad de análisis.....	23
3. RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO.....	24
3.5 PROPUESTA.....	28
4. CONCLUSIONES.....	31
5. RECOMENDACIONES.....	31
6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	32
7. APÉNDICES.....	39

# ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Ciclo de vida de <i>Radopholus similis</i> .....	6
2. Afectación de los nemátodos en la masa radicular en plantas de tomate....	7
3. Dispersión de <i>Radopholus similis</i> asociado al cultivo de banano.....	15
4. Muestreo de raíces en banano.....	22

# ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Correlación y probabilidad asociada del contenido de los nutrientes en las raíces y su número de nemátodos.....	17
2. Matriz CDIU.....	23
3. Observaciones y soluciones propuestas respecto a criterios económicos...24	
4. Observaciones y soluciones propuestas al manejo administrativo.....25	
5. Observaciones y soluciones propuestas a criterios ambientales.....26	
6. Observaciones y soluciones propuestas para el manejo de productos.....27	
7. Observaciones y soluciones propuestas para el criterio de diagnóstico.....28	
8. Análisis de bases del suelo general.....39	
9. Niveles óptimos de nutrientes para el litoral ecuatoriano.....40	
10. Análisis e interpretación de niveles en macro y micro nutrientes del suelo.....41	
11. Muestreos del número de nemátodos por 100 g de raíces y contenido (g) de raíces en dos fincas de banano.....42	
12. Correlación y probabilidad asociada del contenido de los nutrientes en las raíces y su número de nemátodos.....43	
13. Variables agronómicas afectadas por nemátodos.....48	

## RESUMEN

El cultivo de banano en Ecuador es vulnerable al ataque de agentes patógenos uno de ellos son los nemátodos, por tal motivo, el presente caso de estudio está basado en implementar un protocolo de fertilización como estrategia para el control de nemátodos, generando abundante masa radicular, no obstante, es necesario observar los planes de fertilización de plantaciones establecidas de banano con tal problemática. La metodología del caso de estudio contrasta análisis descriptivos y fundamentos empíricos establecidos por agricultores bananeros, analizando los macro y micro elementos que interactúan en la solución nutritiva del suelo, las unidades de análisis en cuanto a elementos y fuentes de fertilización, además de los efectos cualitativos que producen los nemátodos en las plantas, evidenciando finalmente un protocolo para fertilizar banano enfocado en el elemento fósforo, además del requerimiento nutricional en plantación establecida para una buena producción.

**Palabras claves:** Nemátodos, raíces, fertilización, banano.

## ABSTRACT

Banana cultivation in Ecuador is vulnerable to attack by pathogens one of them are the nematodes, for this reason, this case study is based on implementing a protocol fertilization as a strategy to control nematodes, generating abundant root mass, however, it is necessary to observe fertilization plans established banana plantations with such problems. The methodology of the case study contrasts descriptive analysis and empirical foundations established by banana farmers, analyzing the macro and micro elements that interact in the nutrient soil, the units of analysis in terms of elements and sources of fertilization, in addition to the qualitative effects producing nematodes in plants, eventually showing a protocol to fertilize banana focused on the phosphor element and the nutritional requirement in plantation established for good production.

**Keywords:** Nematodes, roots, fertilization, bananas.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

Los nemátodos en banano se transmiten en los cormos del cultivo en las renovaciones de plantaciones antiguas la proliferación de este patógeno es de forma exponencial, hay que tener presente el realizar mejoras en la nutrición y llevar a cabo un adecuado manejo de la asepsia al momento de la siembra de nuevas plantaciones y además de evaluar el umbral económico en plantaciones ya establecidas (Guzmán, 2011).

El cultivo de banano es uno de los principales productos de exportación del Ecuador, las enfermedades principales son Sigatoka Negra (*Micosphaerella fijiensis*) una de las más estudiadas, sin embargo, poca atención se les brinda a los nemátodos, ya que la mayoría de las plantaciones de banano están infestadas por nemátodos fitoparásitos, las causas del aumento de nemátodos en el cultivo de banano son: primero por la falta de muestreos consecutivos de raíces, de manera estándar, se recomienda realizar esta práctica por lo menos en un año, de uno o dos muestreos (Triviño, 1995).

La fertilización inadecuada es la segunda causa puesto que es realizada de manera empírica en el cultivo de banano, los agricultores le brindan poca importancia a las evaluaciones en campo y estado de las raíces, los entes reguladores no transmiten esta importancia a los productores, afectando de esta manera a la producción de este cultivo de exportación, las pérdidas son exponenciales ya que se afecta la absorción nutricional de la planta (Mateille, 1990).

Es necesario establecer planes de fertilización eficientes con altos contenidos de Fósforo para estimular las raíces aumentando la masa radicular, además de evitar volcamientos, plantas raquílicas y bajas producciones (López, 2001).

Existen otros parámetros que permiten tomar decisiones en cuanto a estas problemáticas estas son: calicatas, análisis de laboratorio de suelos, hojas, raíces, aguas, etc. para concebir un mejor manejo del cultivo.

El cultivo de banano es el cultivo de mayor importancia que posee el Ecuador, puesto que se exporta, 260 millones de cajas de banano que pesan 18.14

kilogramos, mientras en otros países como Filipinas, Colombia y Costa Rica, con cada uno 100 millones, seguido por Guatemala, con 74.5 millones, Honduras, con 33.4 millones y Panamá con 20 millones, la nutrición del cultivo posee una tasa de asimilación de fertilizantes de un 20%, causando pérdida económica y contaminación del medio ambiente (Soto, 2011).

En Costa Rica, Soto indica que la política es reducir el consumo de agroquímicos y fertilizantes en un 25% para los próximos 10 años, sin embargo en Ecuador no existe política parecida.

Los fertilizantes y agroquímicos en la producción bananera son necesarios, no obstante, existen plagas y enfermedades difíciles de controlar, los nemátodos son una plaga con esta característica, debido a que parasitan las raíces del banano. Las más comunes son: *Radopholussimilis* y *Meloidogyneincognita*, también atacan a cultivos de hortalizas (Li, 2015).

Controlar químicamente a estos agentes patógenos es perjudicial para el medio ambiente y el ser humano, en la actualidad existen expectativas para la detección de genes y proteínas que fortalezcan el sistema de resistencia adquirida de la planta y así crear tolerancia o resistencia (Elsen, 2001).

Marín (2002), indica que en Latinoamérica y el Caribe los nemátodos se han diseminado a partir de la introducción de banano variedad Gros Michel donde *Radopholussimilis* posee varias plantas hospederas el banano es su principal huésped, las etapas infectivas son desde que eclosionan los huevecillos (10 y 13 días) y adultos.

Los nemátodos afectan económicamente al agricultor porque inciden directamente en las raíces donde se absorben los nutrientes esenciales para el desarrollo normal y productivo de los cultivos en general (Jones, 2013 y Koenning, 1999). También existen biocontroladores de nemátodos tales como las bacterias del género *Pasteuriasp* (Kokalis, 2015).

## **1.2.Planteamiento del problema**

En el sector bananero es de vital importancia la fertilización puesto que proporciona fuentes de trabajo directo, la rentabilidad depende de la productividad del cultivo por hectárea, sin embargo las afectaciones por plagas y enfermedades es inminente, los nemátodos son plagas difíciles de combatir y se tiene que convivir permitiendo mantener un nivel tolerable de individuos con las siguientes actividades:

- Control químico (tóxico).
- Renovación con variedades resistentes.
- Mantener el umbral económico del cultivo (fertilización constante).

Estas actividades son peligrosas para el ser humano y el cultivo, el control químico puede afectar la salud de los trabajadores y disminuir la microbiota benéfica del suelo. En tal virtud, este trabajo está enfocado a realizar un protocolo que permita una mejor productividad manteniendo una masa radicular abundante para convivir con los nemátodos, a pesar que afectan las variables productivas a la cosecha de las plantas madre se registró el peso del racimo, número de manos y la calibración promedio de los tres frutos centrales de la fila externa de la segunda mano basal. Las plantas con alto número de *R. similis*, esta correlacionado con la raíz funcional ( $r > 0,94$ ;  $P < 0,0068$ ) y las plantas con, *R. similis* siempre correlacionado ( $r > 0,84$ ;  $P < 0,0217$ ) con los nemátodos totales presentes en raíces evaluados en Ecuador en 2009, las causas y efectos de la mayor o menor incidencia depende de las condiciones medioambientales multivariadas.

## **1.3. Preguntas de investigación**

1. ¿Cuáles son las principales afectaciones que causan los nemátodos en las raíces de banano?
2. ¿Qué alternativas se plantean para disminuir el impacto en las raíces?

#### **1.4. Justificación**

En el cultivo de banano desde hace 50 años, se ha venido trabajando de una manera empírica, esto es, a lo que ellos “calculaban” sin llevar a cabo análisis de suelo y hojas, ni realizar calicatas.

Marín (2002), indica que para saber cómo se encuentra la masa radicular, además de un incremento en los parásitos obligados, se debe observar su diseminación, puesto que están relacionadas usualmente en una coevolución con sus hospedantes. El justificativo de la presente investigación es la elevada incidencia de nemátodos, además de las malas labores culturales realizadas de forma empírica.

Soto (2011), menciona que la fertilización para los países exportadores de banano, puede ser orgánica, líquida y sólida, no obstante, se enfoca en el consumo de fertilizantes nitrogenados y potásicos, excluyendo a los fosfatados debido a su complejidad en los suelos.

Por ende, es necesario implementar un protocolo con fertilización adecuado al cultivo que permita mejorar la productividad. Fertilización enfocada al fósforo como estrategia para incrementar masa radicular y controlar daños producidos por nemátodos. El impacto social en el sector agrícola se justifica con extensionismo agrícola e investigación científica que garantice mejores aplicaciones de fertilizantes y agroquímicos.

#### **1.5. Objetivo general**

- Realizar de un protocolo de fertilización como estrategia para el control de nemátodos en el cultivo de banano.

#### **1.6. Objetivos específicos**

- Estudiar la aplicación de fósforo para estimular la masa radicular en el cultivo de banano.
- Identificar las posibles causas de volcamientos y deficiencia nutricional en el cultivo de banano.

## **1.7 Campo de investigación**

Variables agronómicas en el cultivo de banano y prácticas culturales.

## **1.8. Premisa**

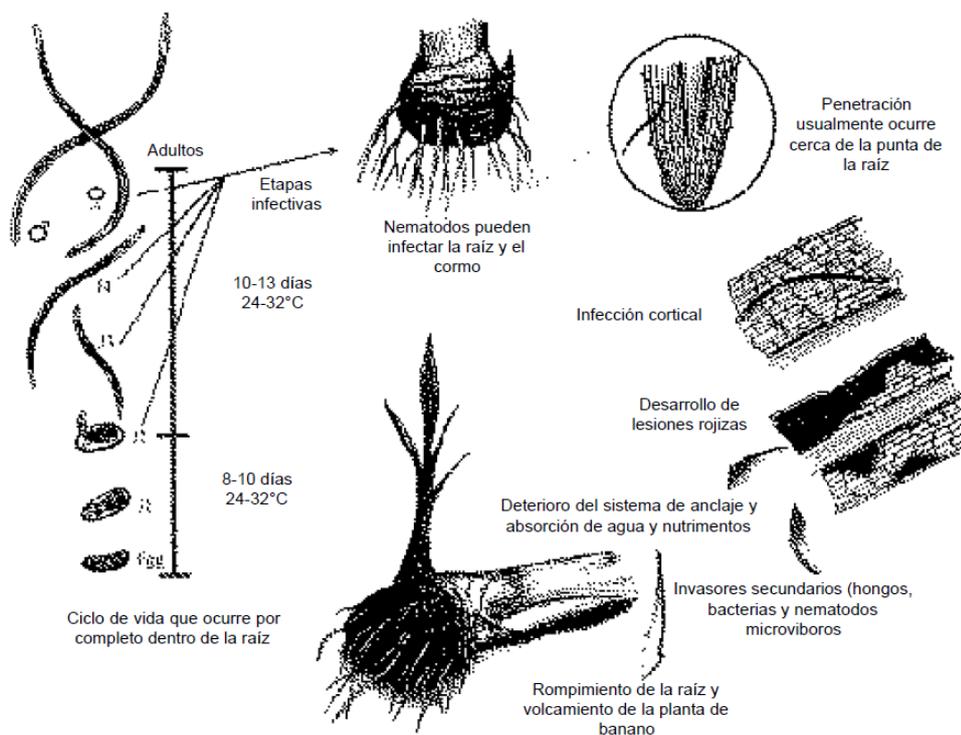
La eliminación completa de los nemátodos del suelo bananero es un proceso imposible, debido a que los nemátodos se desarrollan en conjunto con las plántulas de banano, además se producen efectos negativos cuando sobrepasa el umbral económico y los efectos por estrés en general, por tal motivo se debe implementar una estrategia viable y amigable con el marco tecnológico, económico y ambientalmente sustentable, que contribuya de forma positiva a la producción bananera recordando que la clave está en la fertilización.

## **1.9 Desarrollo**

### **1.9.1. Desarrollo de los nemátodos dentro de la planta de banano**

Marín (2002), indica que las fases de desarrollo dentro de la planta de banano que incluyen: huevo, cuatro estadios juveniles y una sola etapa de adulto, cada etapa juvenil tiene una muda después de la cuarta muda aparecen los órganos sexuales, los nemátodos son clasificados por su conducta de alimentarse estos son: Ectoparásito migratorio y ectoparásito sedentario, los mismos atacan diferentes estados de vida de las especies vegetales, además ingresan por la punta de la raíz donde el tejido es más débil (Figura 1).

Los nemátodos son denominados gusanos no segmentados, porque poseen cuerpos cilíndricos, aunque algunos pierden su forma de gusano durante sus etapas de desarrollo, son microscópicos y miden 0.5 a 2.0 mm de longitud, están cubiertos de cutícula y debajo de ella poseen el aparato digestivo, excretor reproductor y no tienen sistema respiratorio ni circulatorio, y pueden ser fácilmente identificados por sus aparatos reproductores como hembras y machos. El ciclo de vida total de huevo a adulto puede durar hasta la reproducción de 18 a 24 días (Roderick, 2012).



**Figura 1. Ciclo de vida de *Radopholus similis*, Fuente: Marín, 2002.**

La pregunta que nos hacemos es: ¿Cómo saber si la planta de banano está afectada por nemátodos?, primero debemos observar síntomas de amarillamiento, raquitismo, y sobretodo observar el peso de los frutos, además de confirmar con análisis de laboratorios de raíces (León, 2007).

### 1.9.2. Efectos negativos causados por los nemátodos

Los nemátodos causan en las plantas inflamaciones, engrosamientos en los tallos y agallas sobre todo en las raíces (Figura 2), el diagnóstico es al microscopio, de sus invasiones, se pueden identificar su taxonomía. En la actualidad los métodos en biología molecular permiten entender su fisiología y evolución compleja (Zhang, 2016).

Las plantas regulan sus sistemas de defensas con micro ARN en respuesta al estrés provocado por nemátodos, pero esta respuesta también está influenciada por la falta de nutrientes (Wang, 2015). Existen relaciones simbióticas de nemátodos con otros microorganismos como bacterias donde se desencadenan respuestas variadas aun no definidas (An, 2016). Además se activan los

sistemas de resistencia adquirida donde juega un papel importante las hormonas y otras.

Rodríguez (2014), confirma que diversos factores bióticos y abióticos inciden en el desarrollo de nemátodos en plantas de banano, que para la planta son síntomas de estrés.

En los países Asiáticos se ha estudiado a los nemátodos en la solución nutritiva de los suelos, determinando que con altos niveles de agua estos se incrementan, sin embargo, una contaminación elevada de Nitrógeno puede provocar un desequilibrio en la biota del suelo y afectar las comunidades de los nemátodos (Xiaoming, 2013).

Los nemátodos tienen comportamientos diferentes dependiendo del tipo de suelo donde se desarrollan (O` Bannon, 1971). Las concentraciones de nutrientes tales como K, Mg, y Zn no se observaron afectados en estudios realizados por el parasitismo de nemátodos, mientras que para suelos con nutrientes con P, Ca, Fe, y Mn fueron menos infectadas por nemátodos en las plantas.

El crecimiento fue mejor, asociada con la colonización de la raíz por los hongos micorrízicos, esto puede ser el resultado de una mejor nutrición con P y el no antagonismo entre el hongo y los nemátodos (Smith, 1988).



**Figura 2. Afectación de los nemátodos en la masa radicular en plantas de tomate. Fuente: Mohammed *et. al*, 2013.**

### **1.9.3. Fósforo: pH y asimilación**

Para elaborar un protocolo de fertilización es necesario, realizar análisis de suelos, foliares y nemátodos, también en casos especiales de aguas, en el cultivo de banano se absorben estos nutrientes en las raíces los primeros 20 cm (ICA, 1992).

El Fósforo es un macronutriente muy relacionado con la proliferación de raíces en el suelo, este en ocasiones se encuentra atrapado formando otras moléculas con el Hierro lo cual hace imposible la absorción por las raíces, es liberado con oxigenación del Hierro o incrementando las dosis de Fósforo en las aplicaciones, se asimila con niveles de pH levemente ácido 5.5 y 6.5, además se mueve por difusión de masa hacia la planta (ICA, 1992).

Los procedimientos para un buen análisis, sobre todo en raíces es observar su afectación en los primeros 20 centímetros, donde se absorben la gran cantidad de nutrientes mediante los pelos absorbentes.

La afectación no debe superar el 50%, puesto que si este se incrementa sobrepasará el umbral económico, causando afectación severa a las raíces de anclaje provocando el acamado de la planta. Para conocer el agente causal se envían muestras de estas raíces para un análisis microbiológico, los síntomas de deficiencia son notables debido a la absorción de macro y micro elementos en baja cantidad para las funciones vitales los sistemas y tejidos (Gallegos, 2003).

Si se requiere realizar un diagnóstico de la planta siempre se debe iniciar con la zona radicular, los siguientes a seguir son: temperatura, pH del suelo, insectos, enfermedades, condiciones de humedad, problemas de salinidad, identificación de malezas, prácticas de labranzas, espacio entre plantas, análisis de aguas, análisis foliar y suelo completo (INPOFOS, 1997).

#### **1.9.4. Aplicación de fósforo para estimular raíces**

La interacción entre hongos y nemátodos también han sido estudiada en Irán, donde se observan diferencias grandes, también como influencias de otros factores, sin embargo, es recomendable incrementar las dosis de fósforo disponible para la absorción en la planta, esto se puede manejar haciendo monitoreo constantes (Kheiri, 2002).

En Irán, también se ha observado en estudios donde la presencia de nemátodos antes de hongos causa una reducción en la colonización del hongo en las raíces, los tallos y viceversa (presencia de hongos antes de los nemátodos causó una reducción en el número de agallas producidas), esto demuestra que podemos convivir con múltiples consorcios de microorganismos en el suelo cualquiera (Saeedizadeh, 2003).

En las raíces necesarias para la asimilación de nutrientes a las hembras les agrada formar nudos para depositar sus huevecillos que son órganos estructurales tales como el tejido colénquima, endodermis y el cambium del tallo (Saeedizadeh, 2005).

Una forma de biodesinfestación es utilizar compostaje lleno de microorganismos eficientes que mejoren las condiciones del suelo y controlen los niveles adecuados de los nemátodos, se ha realizado con éxito a menor escala con plantas ornamentales, se podría realizar estimaciones a futuro en plantaciones bananeras infestadas para ver su respuesta (López, 2007).

En Egipto, se han realizado extractos de higuierillas (*Ricinus communis*) entre otras especies vegetales, para tomar sus metabolitos secundarios y observar el efecto en los nemátodos. Donde se observó efectos fitotóxicos para malezas y el cultivo en desarrollo, por ende la importancia de tener planes de fertilización adecuados para atenuar los efectos de los nemátodos sobre las raíces (Radwan, 2006).

Lo más grave es la nematización química, sin control de organofosforados que producen enfermedades a largo plazo (Rich, 1990). El contacto con estos químicos es una muerte letal o provocar consecuencias graves en la salud a largo plazo (Daniel, 2010).

En China, para la fertilización con altos contenidos de Fósforo se debe tener en cuenta las propiedades físicas y químicas del suelo, fertilización adecuada, lluvias y enmiendas en el suelo, ya que se puede acumular, lixiviarse o peor aún elevar la acidez y ocasionar la subida de elementos tóxicos, por tal motivo, es necesario tener a la mano un análisis de suelos, observar los nutrientes presentes en el suelo y los tomados por las plantas para dar un diagnóstico correcto (Zhao, 2015).

Se debe tener en cuenta que el alto grado de saturación de Fósforo en el suelo puede contribuir a la acumulación en aguas y causar daños conocidos como eutrofización (Ilg, 2005).

### **1.9.5 Requerimiento nutricional del cultivo de banano**

La fertilización empírica desencadena grandes problemas en la absorción nutricional de los cultivos, no obstante, en el cultivo de banano la fertilización adecuada es una vez al mes (cerrando 12 ciclos al año), pero no todos los agricultores terminan con estos ciclos al año, debido a las condiciones económicas y ambientales aplicando formulaciones comerciales (INPOFOS, 1997), sin embargo, cada suelo y sus características ambientales participan de la absorción eficiente de fertilizante, donde intervienen factores como antagonismos de nutrientes y pH, además del requerimiento ideal para variedades específicas (ICA, 1992).

Para realizar una buena interpretación de análisis de suelo se debe tener argumentación técnica relacionada a los elementos necesarios para la nutrición de las plantas y de conformidad con el tipo de suelo, el equilibrio de bases, el requerimiento nutricional del cultivo, las fuentes de fertilizantes y las características técnicas mostrados en los apéndice 5 al 18 y ajustando al protocolo diseñado, donde el pH y antagonismo de nutrientes son necesarios para un buen programa de fertilización (Apéndice 19).

El requerimiento nutricional del cultivo es indiferente a las condiciones ambientales en las que se cultiva, los factores son multivariados donde

los efectos son diversos e impredecible lo que implica un difícil control de los nemátodos, sin embargo, se pueden prevenir un ataque masivo estimulando las raíces con una nutrición adecuada de los elementos nutricionales.

**Nitrógeno (N):** Es un elemento esencial, puesto que permite el crecimiento de la planta, necesario para formar aminoácidos y de estas a proteínas, este se fija de forma natural en el suelo pero en cultivos intensivos como banano es necesario aplicaciones constantes, el Nitrógeno afecta el pH del suelo por medio de la nitrificación en la que convierte  $\text{NH}_4^+$  a  $\text{NO}_3^-$ , en los fertilizantes se pueden perder por volatilización, lixiviación y desnitrificación.

Una disminución de este elemento hace más susceptible a las plantas al ataque de nemátodos, para tener buenas producciones es necesario garantizar 350 a 400 kilogramos de Nitrógeno por hectárea al año, en el protocolo de fertilización se debe enfatizar en este aspecto técnico, las fuentes comerciales las conocidas como Ureas, Nitratos de Amonio, Sulfatos de Amonio, entre otros.

**Fósforo (P):** Fuente de energía para la planta debido a la formación de fosfolípidos, adenosina tri-fósforo, necesario en las mitocondrias para la formación de energía bioquímica en las células de la planta, aunque en el suelo contienen hasta 3000 kilogramos de este elemento por hectárea no todo es disponible para la absorción.

El argumento técnico no es poner grandes cantidades de este elemento en el suelo sino, observar la disponibilidad en solución de con agua, el elemento en todos los análisis siempre sale alto, sin embargo, las deficiencias son notables en el cultivo cuando hay deficiencias, mantener niveles altos de Fósforo (100kg/ha/año en banano) en solución permitirá tener grandes rendimientos y una planta más sana, las fuentes de fertilización son varias, sin embargo cuando comparamos DAP y Urfos 44 las diferencias en eficiencia son grandes pese a que proporcionan el mismo elemento.

**Potasio (K):** En la producción de banano es importante debido que a este le atribuyen el peso en el racimo de banano, las deficiencias pueden ser causadas por un desbalance de bases en el suelo (Calcio y Magnesio), en suelo sódicos afecta su disponibilidad, las limitaciones de su disponibilidad es debido a la falta de raíces por daños de causados por nemátodos y otros problemas fitosanitarios.

La aplicación continua para altos rendimientos es la aplicación de 500 a 700 kg de K<sub>2</sub>O por hectárea al año, las fuentes comerciales conocido como Muriato de Potasio, Sulfato de Potasio, entre otros provenientes de minas o salares, la aplicación depende del tecnicismo aplicado en finca, aunque para el agricultor está regido por observar su coloración rojiza en el suelo.

**Azufre (S):** El Azufre forma parte necesaria para algunas reacciones enzimáticas y vitaminas, y contribuye a la formación de clorofila sobre todo cuando existen condiciones adversas por frío, es el elemento que más se lava con frecuencia, en el cultivo de banano, para los cultivos esta diagnosticado de 100 a 200 kilogramos de azufre por hectárea al año, en el mercado comercial las fuentes son diversas con varias solubilidades por ejemplo asociado con Nitrógeno, Calcio, Magnesio, Potasio, Zinc.

La deficiencia se las encuentra comúnmente en hojas jóvenes, está activo en el Sistema de Resistencia Adquirida de las plantas frente a patógenos como nematodos parásitos.

**Magnesio (Mg):** El Magnesio es el átomo central de la clorofila, las semillas tienen relativamente alto contenido de este elemento, este elemento puede ser fácilmente lixiviado, forma relaciones de equilibrio con Potasio y Calcio cuando el Calcio está en elevadas concentraciones atenúa al magnesio tal como se presenta en la plantación analizada en la apéndice 5 al 17.

Se puede encontrar productos comerciales como Sulfato de Magnesio, en enmiendas con Calcio y Azufre, óxidos entre otros minerales como dolomitas.

Existen diferentes solubilidades como Kieserita comparado con Sulfomag (Apéndice 7).

**Calcio (Ca):** Las funciones del Calcio en las plantas son múltiples ya que estimula crecimiento de raíces y de hojas, forma parte importante en las paredes de las células, contribuye en reducir el nitrato de las plantas, es activador en varios sistemas enzimáticos, neutraliza ácidos orgánicos, reduce la acidez en el suelo y es requerido para funciones en bacterias benéficas para el cultivo además de formar parte del sistema de defensa y apertura y cierre estomático en la transpiración.

En el cultivo de banano es recomendable aplicaciones preventivas de 100 a 200 kilogramos de Calcio por hectárea al año. Productos comerciales son minerales (dolomita, calcita, yeso) y otros eficientes como Nitratos de Calcio más disponibles para corregir problemas inmediatos. Los efectos son medibles con minerales a largo plazo.

**Hierro (Fe):** Este elemento es necesario porque cataliza la formación de la clorofila y actúa como un transportador del oxígeno, es causada por desbalance de Molibdeno, cobre y Manganeso, el exceso de Fósforo puede contribuir a esta deficiencia, dosis altas de cal, bajos niveles de materia orgánica, fuentes comerciales son: Quelatos de Hierro, Sulfatos de Hierro, Óxidos de Hierro y Sulfatos de Amonio – Hierro.

**Manganeso (Mn):** Forma parte esencial en ciertas enzimas de las plantas, ayuda a la germinación e incrementa la disponibilidad de Fósforo y Calcio las deficiencias pueden resultar por el desbalance de Calcio, Magnesio y Hierro. Las fuentes comerciales pueden ser Sulfatos, Óxidos, Quelatos, Carbonatos y Cloruros de Manganeso. En plantaciones de banano con deficiencias se puede corregir con 7 a 11 kilogramos por hectáreas al año.

**Boro (B):** Nutriente esencial para la translocación de azúcares de hoja a los frutos en el suelo está disponible en pH de 5 a 7 en valores más altos de acidez

o alcalinidad se reduce esta disponibilidad. La necesidad en el cultivo es de 4 a 5 kilogramos por hectárea a al año.

Sin embargo, pese a que es un ácido hay que recordar que es un ácido débil de Lewis y se tiene que acidificar para que suba a la planta se debe de realizar en conjunto con Fósforo, por ende es determinante analizar el contenido en el suelo y aplicar la técnica y recomendación necesaria para el suelo y el cultivo, los productos comerciales Granubor, Ácido Bórico, Bórax, Solubor, entre otros.

**Zinc (Zn):** Es uno de los elementos más reconocidos como micronutrientes ya que la falta de este causa pérdidas significativas a cualquier cultivo, contribuye en la formación de hormonas de las plantas en el crecimiento y desarrollo, estudios recomiendan aplicar 1 kilogramo de Zinc por cada 20 kilogramo de Fosfato en el suelo. Las formulaciones comerciales que existen son varias tal como: Sulfatos, Óxidos, Quelatos y fuentes orgánicas.

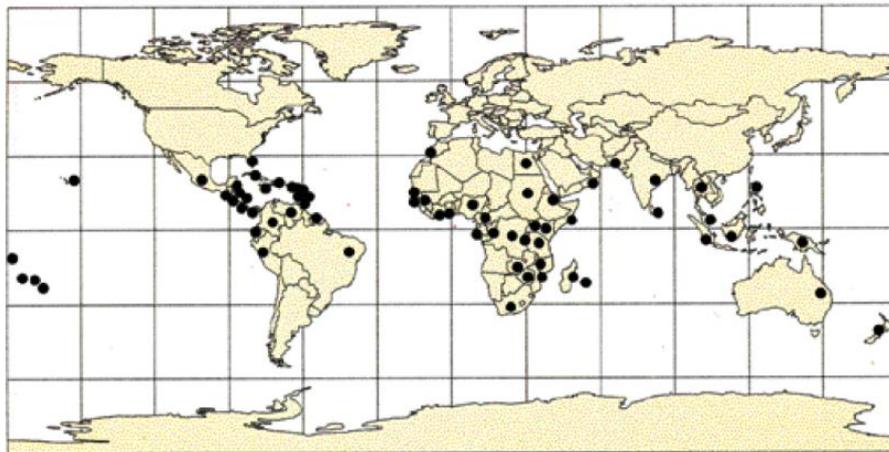
**Molibdeno (Mo):** La planta lo requiere para activar y sintetizar enzimas nitrato reductasas, importante para la fijación simbiótica en plantas, e intervenir en la conversión del Fósforo inorgánico a orgánico en la planta. Las fuentes comunes son Molibdato de Amonio, Sodio y Acido Mobdico. Se requiere en mínimas concentraciones

**Cobre (Cu):** Necesario para la formación de clorofila y para la activación de los sistemas de defensas contra patógenos, la disponibilidad en el suelo se ve afectada por Hierro, Manganeso, Aluminio, se requiere en mínimas cantidades y las fuentes comerciales son Sulfato de Cobre, quelatos de Cobre, y Fosfato Amonio-Cobre.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. Fundamentación teórica conceptual de la relación nemátodos y nutrientes

Se menciona que los nemátodos se del género *Radopholus* se ha dispersado por el mundo (tropical y subtropical) en conjunto con los cormos del banano observados en la figura 3, por tal motivo es considerado un endoparásito migratorio (Marín, 2002), además investigaciones revelan que las hembras son más infectivas que los machos según Gowen y Queneherve (1990).



**Figura 3. Dispersión de *Radopholus similis* asociado al cultivo de banano**  
**Fuente: Marín, 2002.**

Comparación de la situación actual de los nemátodos en países bananeros Americanos:

**Ecuador:** Se ha estudiado a los nemátodos más que todo por ser agentes infecciosos de enfermedades en el cultivo, ya que deja heridas abiertas donde hongos y bacterias penetran, causando daños severos a la planta de banano, produciendo una fertilización deficiente, sea esta fertilización orgánica, física y química.

Los síntomas que presentan las plantas son en la zona radicular (INIAP, 2000):

- Nódulos o agallas
- Necrosis
- Pudrición de raíces

- Decoloraciones anormales de raíces
- Reducción del sistema radicular

Para controlar el INIAP recomienda aplicaciones de nemátocidas una vez año y sectorizar dependiendo del umbral económico, la productividad del Ecuador en 2012, fue de 1700 cajas por hectárea al año debido a la falta innovación en tecnología agrícola (El Agro, 2012).

Delgado (2013), afirma que se ha hecho necesario estudiar el nivel crítico de plantas de banano infectadas por nemátodos, infiriendo en los graves efectos del ataque provoca deficiencias nutricionales siendo más afectada la planta de banano en comparación con plátano debido a que el requerimiento en fertilización es similar.

Chávez (2009), menciona que el número de nemátodos totales afectan las variables productivas (peso, números de manos etc.), la fertilización se realiza cada mes, además establecer umbrales económicos para la incidencia de nemátodos, el umbral para Ecuador es de 10000 nemátodos por cada 100 gramos de raíz (Apéndice 1 y 2).

**Costa Rica:** Los avances en investigaciones han llevado a mejorar las capacidades de la absorción de nutrientes, sobre todo el fósforo a partir de inoculaciones con hongos formadores de micorrizas arbusculares para incrementar masa radicular, aunque no se han encontrado efectos de importancia para el tratamiento de plantas de banano infectadas por nemátodos, sin embargo, para mitigar el impacto de los nemátodos en Costa Rica realizan una fertilización cada quince días (Ochoa, 2010), no obstante se alcanzan producciones de 2800 cajas por hectárea al año debido a renovaciones y usos de tecnologías más eficientes en los procesos de producción (El Agro, 2012).

En estudios realizados Araya (2011), confirma que los aumentos de Ca, P y Mn en el suelo incrementa el número de *Helicotylenchus* spp. en las raíces. Además que incrementos en el contenido de materia orgánica disminuye el número de *Helicotylenchus* spp.

El peso de las raíces y el número de *Radopholus similis* totales no están correlacionados con el contenido de ningún nutriente en el suelo. Pero cuando

se incrementa los niveles de Cu, Fe, Mn y Ca en las raíces disminuyesu número de *Radopholus similis* y nemátodos totales(Araya, 2011).

**Tabla 1. Correlación y probabilidad asociada del contenido de los nutrientes en las raíces y su número de nemátodos, peso de las raíces y su daño en banano (Musa AAA)**

**Fuente: (Araya, 2011)**

	<i>Rs</i>	<i>He</i>	<i>Me</i>	<i>Pr</i>	<i>Nt</i>	<i>Rt</i>	<i>Rf</i>	<i>Daño</i>
P	0,10	-0,40	-0,49	-0,02	0,02	0,33	0,30	0,06
	0,6431	0,0526	0,0157	0,9191	0,9405	0,1145	0,1594	0,7685
K	-0,10	-0,18	-0,07	-0,05	-0,14	0,33	0,29	-0,07
	0,6374	0,4079	0,7385	0,8221	0,5229	0,1178	0,1665	0,7380
Ca	-0,60	0,06	0,56	-0,32	-0,57	0,07	-0,01	-0,10
	0,0019	0,7929	0,0044	0,1261	0,0037	0,7363	0,9803	0,6477
Mg	-0,50	-0,16	0,34	0,02	-0,50	-0,03	-0,07	-0,06
	0,0127	0,4689	0,0994	0,9245	0,0123	0,8721	0,7422	0,7707
S	-0,13	-0,21	-0,26	0,01	-0,16	0,18	0,19	0,47
	0,5419	0,3259	0,2189	0,9787	0,4546	0,3905	0,3767	0,0239
Fe	-0,64	-0,22	0,01	-0,15	-0,65	0,42	0,51	-0,09
	0,0008	0,2928	0,9617	0,4757	0,0006	0,0400	0,0109	0,6916
Cu	-0,70	0,11	0,18	-0,42	-0,66	0,19	0,15	-0,42
	0,0001	0,6033	0,3875	0,0401	0,0005	0,3821	0,4697	0,0438
Zn	0,20	0,67	-0,14	-0,27	0,30	-0,35	-0,35	-0,37
	0,3554	0,0004	0,5279	0,2043	0,1521	0,2664	0,0978	0,0783
Mn	-0,80	-0,13	0,25	-0,36	-0,74	0,28	0,27	-0,19
	< 0,0001	0,5349	0,2421	0,0826	< 0,0001	0,1869	0,2074	0,3782
B	-0,05	0,18	-0,37	-0,09	0,02	-0,40	-0,36	-0,54
	0,8128	0,3957	0,0733	0,6755	0,9126	0,0549	0,0866	0,0081

*Rs: Radopholus similis, He: Helicotylenchus spp., Me: Meloidogyne spp., Pr: Pratylenchus spp., Nt: Nematodos totales (R. similis + Helicotylenchus spp. + Meloidogyne spp. + Pratylenchus spp.), Rt: Raíz total, Rf: Raíz funcional.*

**Colombia:** Los daños de los nemátodos afectan la economía del productor y la población que se encuentra es alta, las especies que dominan son *Radopholus similis*, *Meloidogyne incognita* y *Helicotylenchus spp* afectando de forma severa el desarrollo vegetativo de las plantas de banano (Torrado, 2009).

Además se continua aplicando elementos tóxicos al suelo como Carbofuran, se debería evaluar elementos que se puedan manejar en un sistema integrado de

plagas y enfermedades, la fertilización convencional basada en los 12 ciclos referenciados en Ecuador (Núñez, 2006).

También se realizan planes de fertilización adecuados a sistemas tecnológicos para aplicaciones especializadas en el cultivo de banano, donde se muestra las aplicaciones de nutrientes y el rango de nivel crítico que influencia el peso y la producción, observar el apéndice 4 (Madrid, 2013).

**Brasil:** El banano que se produce es de consumo interno, sin embargo, las afectaciones son similares (Bakry, 2009). Además del banano posee diversas plantas hospederas como las hortalizas (Quénéhervé, 2006).

**Honduras:** La estrategia en este país es la obtención de plantas asépticas de nemátodos provenientes de cultivo *in vitro* realizar inmersión de hijuelos (colines) en agua caliente a 55 grados centígrados por 1 minuto, también otra estrategia es reducir la oportunidad de ingreso a raíces con aplicaciones de hongos y bacterias benéficas bioreguladoras (*Paecilomyces lilacinus* y *Pasteuria penetrans*) que ayuden a controlar al fitoparásitos (Piedrahita, 2011).

La producción bananera en 2012 fue de 2800 cajas por hectárea al año debido a renovaciones y usos de tecnologías más eficientes en los procesos de producción (El Agro, 2012).

Piedrahita (2011), afirma también se podría favorecer a la colonización de simbiontes tales como las micorrizas arbusculares y favorecer la absorción y transporte de nutrientes esenciales.

## **2.2. Fertilización bananera en Ecuador y competidores**

Según López (2001), la fertilización en banano es variada ya que se tiene hijos de diferentes tamaños y los requerimientos nutricionales son diferentes con cada estado de crecimiento, se lo tiene que realizar frente al hijo espada, donde se encuentran las raíces absorbentes jóvenes, las mismas que son atacadas por nemátodos y no permite un buen desarrollo y anclaje, en la planta se observan deficiencias nutricionales por varios nutrientes, se tiene que realizar un diagnóstico minucioso para identificar cual es.

La fertilización química en Colombia es parecida a la de Ecuador, aunque se están realizando trabajos innovadores, para implementar fertilizaciones controladas con software y sensores para suplir las necesidades nutricionales del cultivo (Álvarez, 2010). Además también se está aprovechando residuos de las cosechas para elaborar fertilizantes orgánicos (Rada, 2005).

El mayor productor bananero de Centroamérica es Costa Rica y se han estudiado métodos convencionales y biológicos para controlar nemátodos con fertilización, tal como lo indica Nevárez y Garner (2003), en su método con Bocashi, como depresivo de nemátodos en cultivo de banano, donde concluyen que sus efectos duran 3 meses y promueve un incremento en la masa radicular, además resalta que con 50 kg/bocashi/planta se consigue un incremento en los cationes de K, Ca, Mg y disminución de cationes de Fe y Mn, sin embargo, también tiene un nivel de Fósforo soluble elevado.

En los países productores de banano en Centroamérica (Belice, Guatemala, Honduras y Panamá), la necrosis de las raíces primarias está relacionada con la capacidad de reproducción de las poblaciones de nemátodos, de la especie *R. similis* pese a tener tasas de reproducción moderada mayores que 5% (Marín, 1999). También se ha tratado de controlar los nemátodos con Abamectin químico que tiene potencial de controlar a los nemátodos parásitos en *Musas* spp. cuando se inyecta en el pseudotallo se observan buenos resultados a partir de los 56 días, sin embargo también se fertiliza de forma convencional y fraccionada hasta 26 ciclos por año (Jansson, 2011).

## **2.3 MARCO METODOLÓGICO**

### **2.3.1 Aspectos generales de la investigación**

El presente estudio de caso se realizó un análisis comparativo cualitativo, donde se describe experiencias y antecedentes experimentales alrededor de las investigaciones referentes a los nemátodos y nutrición fosfórica, los datos fueron tomados a partir de revisiones de literatura a nivel internacional en los principales países exportadores de banano del continente Americano.

Para elaborar el protocolo se tuvo que recopilar información sobre los recursos necesarios para el análisis de suelos y raíces, analizar las estrategias para controlar a los nemátodos en el contexto internacional cercanos al Ecuador.

Los métodos para tomar las muestras de suelo se deben realizar conforme al manual internacional de fertilidad de suelos, para la toma de muestras en campo con una pala se cavó en los primeros 20 cm del perfil del suelo, para separar la primera muestra y después se divide en varias sub muestras por cada 10 hectáreas según la textura del suelo (INPOFOS, 1997).

Para realizar muestreo de raíces se debe seleccionar 10 plantas al azar de cada hectárea, se excavar 20 cm también frente al hijo espada con una distancia de 50 a 60 cm para evaluar la afectación de nemátodos en raíces, llevando un conteo en porcentajes, evaluando raíces sanas y muertas, los nemátodos que atacan las raíces son comúnmente del género *Radopholus*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*.

Finalmente se realizó recomendaciones a partir de información analizada en comparaciones internacionales sobre los nemátodos de banano y el tipo de control.

### 2.3.2. Métodos de investigación

Para diseñar el protocolo de aplicación, se debe tener en consideración una adecuada aplicación de Fósforo, además para poder diagnosticar si está presente esta problemática, se realizará monitoreos de raíces y después de un año de aplicación del protocolo expuesto, se procederá a monitorear la biomasa radicular, asimismo para realizar una buena interpretación del análisis de suelo, se deben considerar algunos criterios y más que todo enfocados en el elemento Fósforo.

Según el manual internacional de fertilidad de suelos, indica que el movimiento del Fósforo en el suelo es un proceso lento, además que para ingresar a la planta lo realiza por difusión, aunque es abundante, es difícil mantener Fósforo disponible para la planta, debido a que fácilmente forma compuestos no solubles con los iones Ca, Mn, Al y Fe. El Fósforo es vital para el crecimiento de la planta y los rangos disponibles de pH están entre 6.0 y 7.0, fijándose en grandes cantidades en suelos arcillosos.

La herramienta de diagnóstico es el análisis de suelo, no obstante la elección del laboratorio también es un punto clave para un diagnóstico confiable, el INPOFOS asevera que existe flexibilidad en la elección de los laboratorios (públicos y privados) pero se deben tener los siguientes criterios:

- Alta calidad de los análisis.
- Recomendaciones de fertilización y enmiendas que busquen obtener la más alta rentabilidad para el productor.
- Solución de los problemas de fertilidad de los suelos que puedan estar limitando los rendimientos.
- Entrega rápida de resultados.

En Ecuador se conoce poco sobre las regulaciones y estándares de calidad en los laboratorios de análisis de suelos y tan solo se limitan a emitir el resultado (INIAP, NemaLab, Agro-análisis, PSL, etc.) observar los apéndices 1, 2, 3 y 4.

No existe ninguna normativa que asegure una interpretación adecuada, lo que deja a libre albedrío la tecnificación en los cultivos del país, un ejemplo claro es la interpretación del Fósforo elemental en cantidades elevadas, cuando sabemos que el Fósforo disponible está en bajas concentraciones.

En la tabla 2 se observan las categorías de impacto, dimensiones, instrumentos y unidad de análisis que intervienen en caso de estudio para finalmente elaborar la propuesta de protocolo de fertilización para controlar nemátodos.



**Figura 4. Muestreo de raíces en banano. Fuente: (Izquierdo, 2016)**

En Costa Rica las regulaciones sobre la fertilización y uso de agroquímicos están restringida, la política está elaborada para reducir su uso en un 25% en 10 años, debiendo muestrear cada periodo para tomar decisiones en la corrección de elementos nutritivos (Soto, 2011). En Ecuador los protocolos se aplican de forma empírica y desmedido, sin embargo existen productos con mayor eficiencia debida a incentiva la masa radicular con absorción fertilizada de fósforo.

**Tabla 2. Matriz CDIU (Izquierdo, 2016)**

CATEGORÍA	DIMENSIÓN	INSTRUMENTO	UNIDAD DE ANÁLISIS
<b>Económicas</b>	Productos comerciales, equipos y jornal	Observación	Departamento de compras
<b>Administrativos</b>	Labores culturales, administración agrícola.	Entrevistas y Observación	Capacitaciones al personal de campo
<b>Condiciones ambientales</b>	Niveles de oxígeno, nutrientes, materia orgánica, pH y recomendaciones técnicas de fertilizantes	Interpretación de análisis de suelos Observación agroclimática	Aplicaciones de fertilizantes con personal de campo
<b>Éticos</b>	Laboratorios e interpretación de análisis agrícolas en general	Observación	Aplicaciones
<b>Manejo de productos</b>	Resistencias de plagas y enfermedades Dosificación	Experiencias y aplicación de protocolos de bioseguridad	Enfermedades transmisibles
<b>Criterios de diagnóstico</b>	Análisis e interpretación	Análisis de suelo hojas, raíces, fruta aguas etc.	Laboratorios nacionales y metodologías de análisis

### 2.3.4 Categorías y dimensiones

Para este caso de estudio, las categorías de análisis sustentan aspectos concernientes a infraestructura física y actividades de labores culturales para elaborar la propuesta del protocolo de fertilización, enfocado al control de nemátodos estimulando la masa radicular partir de fertilización fosfatada balanceada. Protocolo anual que se enfoca en aplicaciones fosfatadas que permitirá maximizar producciones futuras.

### 2.3.5. Unidad de análisis

Las unidades de análisis están basados en la interpretación adecuada de análisis de suelos, responsable de la nutrición proporcionada por los productores bananeros. Las técnicas de análisis serán mediante la valoración cualitativa realizada mediante un estudio que proporcione una descripción y valoración cualitativa de la situación y comportamiento del cultivo con nemátodos.

Debido a esto es necesario valorar cualitativamente la interpretación de análisis de suelos

### 3. RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO

Estos resultados constituyen diversas observaciones de las condiciones de los países productores de banano, la propuesta de creación de un protocolo de fertilización resulta un esfuerzo de varios componentes de análisis, donde se integran varias ciencias tales como: la Fitopatología, Fisiología, Edafología, Agro meteorología, Biotecnología y la Extensión Agrícola entre otras, que permiten conocer un poco más las interacciones entre las variables agronómicas, sobre todo en Ecuador por ser el principal exportador de esta fruta para este criterio se observó posibles soluciones planteados en tabla 3 (López, 2011).

**Tabla 3. Observaciones y soluciones propuestas respecto a criterios económicos**

Categoría	Dimensión		Soluciones propuestas			
			Ecuador	Costa Rica	Honduras	Colombia
<b>Criterios económicos</b>	Jornal de aplicación y suministros	de Personal especializado en aplicación	Regulaciones y protocolos de manejo	Aplicaciones de alternativas biológicas y sintéticas	Aplicaciones y de calidad	Aplicaciones y falta de control de calidad
	Mezclas de fertilizantes y mezclas especializadas	in situ Homogenización de productos	Mezclas químicas y físicas	Mezclas y productos orgánicos	Mezclas y Mezclas químicas y físicas	Mezclas y Mezclas químicas y físicas
	Política de agroquímicos	de No política de vigilancia	existen de	Políticas de renovaciones	de Aplicaciones mixtas de productos	Política de seguimiento con peritos agrícolas
	Porcentaje de participación del mercado exportador	de 21.95%		8.45%	3.67%	8.81%

(ProEcuador, 2013)

### 3.1. Manejo del personal administrativo

Se analizaron y compararon las recomendaciones respecto a tres dimensiones consideradas importantes: el uso de microorganismos biológicos, agroquímicos, fertilización y estrés laboral, revisar la tabla 4.

**Tabla 4. Observaciones y soluciones propuestas al manejo administrativo**

Categoría	Dimensión	Soluciones propuestas			
		Ecuador	Costa Rica	Honduras	Colombia
<b>Criterios administrativos</b>	Protocolos de uso de microorganismos biológicos	No se utilizan para controlar nemátodos	Bioproductos y agroquímicos	Bioproductos y bioestimuladores (Micorrizas)	Antagonistas (Tricodermas, Bacillus, etc)
	Bodega Agroquímicos	Aplicaciones ilícitas	Regulación y uso restringido	Aplicaciones no controladas	Aplicaciones mixtas restringidas
	Bodega de fertilizantes	Retrasos en compras	Cronogramas y protocolos de gestión administrativos	Optimización de recursos	Utilización mixta de fertilizantes
	Estrés laboral	Personal de aplicación inestable	Políticas de control interno	No existen datos	Relacionados con presión de cumplimiento

En Costa Rica, la toma de decisiones adecuada en el cultivo de banano, hace llegar a óptimos rendimientos productivos, mayores en producción por hectárea debido a la renovaciones cada 7 años (Soto, 2011). Sin embargo, las herramientas biotecnológicas nos muestra cada día, un mundo aún desconocido, en cuanto a las plantas del género *Musa* (banano y plátano) parasitadas con nemátodos, atribuyen una restricción severa en la productividad, según Roderick (2012), sostiene que existen nuevos modos de acción de defensa contra nemátodos.

El personal debe estar capacitado en la cadena de producción como parte de un todos, entendiendo por ejemplo en estudios realizados en Marruecos, se asegura que las interacciones bióticas y abióticas afectan a los nemátodos y a la planta

de banano en su desarrollo. Desde 2004 se está trabajando en buscar plantas resistentes a nemátodos para estar preparados ante ataques masivos hacia los cultivos (Guedira, 2004).

### 3.2. Condiciones ambientales en aplicaciones de fertilizantes

Esta categoría considera las practicas inadecuadas que provocan efectos negativos al medio ambiente tiene que ver con los niveles de afectación, oxígeno en el suelo y agua, nutrientes, pH y recomendaciones técnicas (Tabla 5), las que pueden causar graves impactos como eutrofización de lagos subterráneos, desnitrificación de suelos y acumulación de metales pesados.

**Tabla 5. Observaciones y soluciones propuestas a criterios ambientales**

Categoría	Dimensión	Soluciones propuestas			
		Ecuador	Costa Rica	Honduras	Colombia
<b>Criterios ambientales</b>	Oxigenación suelo y agua	Compactación del suelo uso de maquinaria removedora de suelo	Maquinaria y remoción manual	Trinchado manual	No definido
	Nutrientes y clima	Aplicaciones excesivas producen contaminación de suelos y afluentes hídricos	Aplicaciones de insumos solubles	Aplicaciones específicas	Perdidas por condiciones ambientales contaminando el agua
	pH, temperatura	Bloqueo de nutrientes	Enmiendas y Materia orgánica	Encalado	Ácidos húmicos y agroquímicos
	Recomendaciones técnicas	Dosis óptimas y eficiencia de productos dudosos	Regido por políticas extensión agrícola	por de políticas extensión agrícola	Regido por políticas de extensión agrícola

**Criterios éticos:** Dentro de los aspectos éticos legales en las empresas públicas y privadas involucradas, se omiten nombres y apellidos de personas involucradas, en todos los aspectos de unidades de análisis.

### 3.3. Manejo de productos en el cultivo de banano

Se analizaron y compararon de acuerdo a las recomendaciones de resistencia a las plagas, enfermedades y dosificación de productos aplicados en el tiempo (Tabla 6), oportuno afectan al ser humano y el ambiente debido a los residuos de sustancias peligrosas con alto poder cancerígeno y por consiguiente se propusieron propuestas para el manejo de producto desarrollados en Ecuador.

**Tabla 6. Observaciones y soluciones propuestas para el manejo de productos**

Categoría	Dimensión		Soluciones propuestas			
			Ecuador	Costa Rica	Honduras	Colombia
<b>Criterios del manejo de productos</b>	Resistencia a plagas y enfermedades	a Dosis excesivas y costos elevados de renovación y variaciones ambientales	Renovaciones cada 7 años	Renovaciones cada 10 a 12 años	Renovaciones cada 10 a 12 años	No existen políticas de renovación
			Falta de fraccionamiento por textura	Dosificación por estado fisiológico de crecimiento	Eficiencia en la aplicación de productos solubles	Dosificación mixta orgánicos y convencionales

### 3.4. Criterios de diagnóstico sobre el cultivo de banano frente a ataque de nemátodos

Mientras tanto en Honduras, realizar diagnósticos preventivos (Tabla 7), en raíces es una alternativa, para también incrementando la masa radicular con una fertilización edáfica de buena calidad, soluble y de asimilación rápida, un ejemplo claro es el Fósforo se mueve por difusión en el suelo el movimiento en menor que el Nitrógeno y Potasio, existen suelos en el que puede estar bloqueado por moléculas de Hierro, recordemos que el Fósforo forma parte fundamental de la molécula de adenosina trifosfato (ATP) la cual brinda energía a las funciones vitales de las plantas (INPOFOS, 1997).

**Tabla 7. Observaciones y soluciones propuestas para el criterio de diagnóstico**

Categoría	Dimensión		Soluciones propuestas			
			Ecuador	Costa Rica	Honduras	Colombia
<b>Criterios de diagnóstico</b>	Análisis	Falta de protocolos adecuados	de Análisis entidades control	y de	Trasparencia en el proceso	Protocolos estandarizados
	Interpretación	No confiable	Control calidad equipos	de de	Confiability absoluta	Asesoría pública o privada como política de siembra

### 3.5. PROPUESTA

La propuesta constituye una parte fundamental en el desarrollo agroindustrial bananero, se origina por la necesidad de una correcta aplicación de fertilizantes y agroquímicos, para controlar nemátodos aumentando la masa radicular, además para que el personal involucrado tome medidas para disminuir riesgos a la salud y el medio ambiente, el protocolo de fertilización comprende 10 pasos.

#### 3.5.1. Protocolo de fertilización considerando niveles altos de nemátodos

1. Realizar análisis de suelo, hojas y raíces (cada 6 meses).
2. Interpretar e Identificar el requerimiento del cultivo por elementos poniendo énfasis en el fósforo (especialista en nutrición).
3. Elaborar un plan de fertilización anual con todos sus requerimientos técnicos (especialista en nutrición, ver apéndice 1).
4. Identificar el fertilizante comercial (Mezcla física o química).
5. Observar la capacidad de campo, pH y condiciones de labores culturales.
6. Clasificar el personal capacitado para esta labor (Dosificar los requerimientos por lotes utilizando dosificadores).
7. Observar condiciones climáticas antes de aplicar.
8. Prohibido traslape de aplicaciones de herbicidas y fertilizantes.

9. Aplicar de fertilizante con corona limpia, en media luna alrededor del hijo espada.
10. Realizar calicatas para observar estado de raíces (mínimo 3 al año).
11. Complementar con bioproductos (Micorrizas) para evitar el desgaste de suelo.

La densidad en la plantación es de 1450 plantas por hectárea en Ecuador, desglosado para cada mes con productos comerciales, teniendo en consideración lo que se encuentra en el suelo y lo que requiere para producir, en cada paso del protocolo se debe tener en consideración lo siguiente (López, 2001):

**1. Realizar análisis de suelo, hojas y raíces (cada 6 meses).**

Para conocer el requerimiento del cultivo y el estado de la plantación, puesto que los nutrientes se pueden bloquear por excesivas aplicaciones, además del estado fisiológico.

**2. Interpretar e Identificar el requerimiento del cultivo por elementos poniendo énfasis en el fósforo (especialista en nutrición).**

Tal como se observa en el apéndice 1, el especialista en nutrición tiene que interpretar y dar soluciones posibles a la falta de nutrientes, además de identificar las fuentes de fertilización.

**3. Elaborar un plan de fertilización anual con todos sus requerimientos técnicos (especialista en nutrición).**

Una vez con los insumos se elabora un plan estratégico para mejorar la productividad mediante diseños de balances nutricionales, requerimientos y fuentes ideales al tipo de suelo.

**4. Identificar el fertilizante comercial (Mezcla física o química).**

Analizar la calidad de fuente de fertilización solubilidad y formas de aplicación.

**5. Observar el estado de campo y condiciones de labores culturales.**

El estado de campo, es el estado óptimo para la aplicación de fertilizante, ya que el exceso o falta de agua afecta la absorción de los nutrientes.

Las labores culturales como el deshierbe es de vital importancia para el desarrollo de hijos espadas vigorosos.

**6. Clasificar el personal capacitado para esta labor (Dosificar los requerimientos por lotes utilizando dosificadores).**

La aplicación en el campo es tediosa y se requiere habilidades y destrezas para ejecutar una aplicación adecuada, además el tamaño de las manos varía entre géneros y fenotipos. Las texturas de los suelos (arenas, arcillas y limos) permiten la retención de los nutrientes por la capacidad de intercambio catiónico, y esto determina la frecuencia de aplicación.

**7. Observar condiciones climáticas antes de aplicar.**

Las lluvias pueden lavar el producto causando que los nutrientes aplicados no se aprovechados al máximo por las plantas, además se debe tener consideración del exceso de luminosidad solar provoca mayor volatilización en algunos fertilizantes nitrogenados.

**8. Prohibido traslape de aplicaciones de herbicidas y fertilizantes.**

Las aplicaciones de herbicidas inactivan la microbiota del suelo (Cambios en el pH), las bacterias y hongos benéficos desdoblan a los fertilizantes generando elementos disponibles para la planta.

**9. Aplicar de fertilizante con corona limpia, en media luna alrededor del hijo espada.**

Esto permitirá aplicar de forma eficiente el producto, optimizando los recursos económicos y productivos.

**10. Realizar calicatas para observar estado de raíces (mínimo 3 al año).**

Permitirá tener un mejor sondeo y retroalimentación de lo que sucede en la plantación bananera.

**11. Complementar con bioproductos (Micorrizas) para evitar el desgaste de suelo.**

Debido a que podemos mejorar la materia orgánica del suelo y evitar decrecimiento de la microbiota del suelo.

#### **4. CONCLUSIONES**

- La masa radicular se incrementa con las aplicaciones de productos fosfatados en todos los países productores de banano.
- En los países de Colombia y Costa Rica los niveles de productividad son mejores debido a su innovación y avances tecnológicos.
- El protocolo de fertilización permitirá controlar a los nemátodos permitiendo una producción sostenible del cultivo (convivencia).
- La solución es aplicar un protocolo de fertilización acompañado de políticas de renovación que permita incrementar la productividad.

#### **5. RECOMENDACIONES**

- La industria bananera Ecuatoriana debe revisar y modificar el sistema actual de producción de la fruta, con innovaciones tecnológicas.
- Capacitar a productores bananeros sobre la adopción de protocolos para la fertilización enfocados en el fósforo para el control de nemátodos, además de informar sobre la importancia de renovar las plantaciones.

- Gestionar un protocolo de fertilización basados en análisis de suelos, foliares y de raíces.
- Recomendar aplicaciones de bioproductos para complementar la aplicación del protocolo de fertilización.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. An R., Grewal PS. (2016). Comparative Analysis of *Xenorhabduskoppenhoeferi*. Gene Expression during Symbiotic Persistence in the Host Nematode, PLoS One.
2. Álvarez, J. E., Juan, E. G. I. L., Sarmiento, H. O., & Castañeda, D. (2010). Desarrollo de un sistema experto para asistir el cálculo de las necesidades de fertilización de un cultivo de banano.
3. Bao, Yong, J. Vetsch, S. Chen, and G. Randall. (2011). Manure and chemical fertilizer effect on soybean cyst nematode, nematode community, and crop yield in scn-suppressive and conducive soils, University of Minnesota Southern, 2010, Society of Nematologists 2011 Meeting, J Nematol.
4. Araya M., Serrano E., Vargas A. (2011). Relación entre el contenido de nutrientes del suelo y raíces de Banano (*Musa AAA*) con el peso de raíces y número de nemátodos.
5. Bakry, F., Carreel, F., Jenny, C., & Horry, J. P. (2009). Genetic improvement of banana. In Breeding plantation tree crops: tropical species (pp. 3-50). Springer New York.
6. Blackburn, Dana, D. Shapiro-Ilan, and B.J. Adams, (2011). The role of nutrition in the deterioration of biocontrol traits in *Photorhabdusluminescens*, Brigham Young University, Society of Nematologists 2011 Meetin, J Nematol.
7. Daniel G., Fernández A., Liliana C. Mancipe G., Diana C., Fernández A. (2010). Intoxicación por Organofosforados, Universidad Militar Nueva granada, Scielo, Bogotá, Colombia.

8. Delgado Párraga, A. (2013). Determinación del nivel crítico del nemátodo *helicotylenchus multicinctus* en plantas de Banano (musa aaa) y plátano (*Musa*AAB), establecidas en invernadero y área comercial.
9. Dirk H., Theodore A., Michael B., Tom B., AndreasBuerkert,b Anna C., Dirk De W., David G., Christian H., Marco K., Maddula K., Christian M., Schubert. S., Richard A. Sikora, and Rony L., (2014). Phenalenone-type phytoalexins mediate resistance of banana plants (*Musa* spp.) to the burrowing nematode *Radopholussimilis*, Proc. Natl. Acad. Sci U S A.
10. Dirección de Inteligencia Comercial. (DIC). (2013). Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (Pro Ecuador). (I. d. Ecuador, Ed.)
11. Elsen A, Lens K, Nguyet DT, Broos S, Stoffelen R, De Waele D. (2001). Aseptic Culture Systems of *Radopholussimilis* for *In Vitro* Assays on *Musa* spp. and *Arabidopsis thaliana*, J Nematol.
12. El Agro. (2012). Producciones de 2800 cajas por hectárea al año debido a renovaciones y usos de tecnologías más eficientes en los procesos de producción. Editor.Econ. Guido Macas Acosta. Guayaquil – Ecuador.
13. Gallegos G., Cepeda M., Olayo R. (2003). Entomopatógenos, Pág. 99 – 106. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
14. Gowen, S R., Queneherve P. (1990). Nematode Parasites of Banana s, Plantains and Abaca. *I n* Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Luc, M.
15. Guedira A1, Rammah A, Triqui ZE, Chlyah H, Chlyah B, Haïcour R. (2004). Evaluation of the resistance to two nematodes: *Radopholussimilis* and *Meloidogyne* spp. in four banana genotypes in Morocco.C R Biol.
16. Guzmán O. (2011). El nemátodo barrenador (*Radopholussimilis*) del banano y plátano, *Scielo*,
17. Ilg K., Siemens J., Kaupenjohann M. (2005). Colloidal and dissolved phosphorus in sandy soils as affected by phosphorus saturation, J Environ Qual.

18. INPOFOS. (1997). Manual internacional de fertilidad de suelo. Quito: Ecuador.
19. INIAP. (2000). Los Nemátodos como agentes de enfermedades en plantas. Departamento Nacional de Protección Vegetal. Estación Experimental Pichilingue. Quevedo- Ecuador.
20. INIAP. (2007). Informe anual sobre trabajos de fertilización. Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Estación Experimental Santa Catalina. Quito- Ecuador.
21. ICA (1992).Fertilización en diversos cultivos, Instituto Colombiano Agropecuario Manual 25, Centro de investigaciones Tibaaitatá,- Colombia.
22. Jansson, R. K., & Rabatin, S. (2011). Curative and Residual Efficacy of Injection Applications of Avermectins for Control of Plant-parasitic Nematodes on Banana. *Journal of Nematology*, 29(4S), 695–702.
23. Jones JT, Haegeman A, Danchin EG, Gaur HS, Helder J, Jones MG, Kikuchi T, Manzanilla-López R, Palomares-Rius JE, Wesemael WM, Perry RN. (2013) Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology, *MolPlantPathol*.
24. Kheiri A, Borhani A, Okhovat M, Pourjam E. (2002). Interaction between root lesion nematode *Pratylenchus vulnus* and two species of *Fusarium* on growth and development of maple seedlings, *Biol Wet*.
25. Koenning SR, Overstreet C, Noling JW, Donald PA, Becker JO, Fortnum BA., (1999). Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994, *JNematol*.
26. Kokalis-Burelle N. (2015). *Pasteuriapenetrans* for Control of *Meloidogyne incognita* on Tomato and Cucumber, and *M. arenaria* on Snapdragon. *J Nematol*.
27. León M. (2007). Control de plagas y enfermedades en los cultivos, Grupo Latino Editores, Bogotá – Colombia.
28. Li Y., Wang K., Xie H., Wang YT., Wang D., Xu C., Huang X., Wang D. (2015). A Nematode Calreticulin, Rs-CRT, Is a Key Effector in Reproduction and Pathogenicity of *Radopholus similis*. *PLoS One*.
29. López J., Piedra A., Díez M., Regalado R, Brito E, Hernández Z, Figueredo M, Almendros G, Bello A. (2007). Evaluation of soil

- biodesinfestation with crop and garden residues in the control of root-knot nematodes populations, *Commun. Agric. Appl. Biol Sci.*
30. López A., Vargas A., Espinoza y Vargas R. (2001). Síntomas de deficiencias nutricionales y otros desordenes fisiológicos en el cultivo de banano (*Musa AAA*), Guía de campo. Instituto de la potasa y fósforo.
  31. Madrid Y. (2013). Usando SIG para modelar la respuesta de la productividad del cultivo de banano a las características químicas de suelos, Colombia. USFQ. Quito- Ecuador.
  32. Marín, D. H., Barker, K. R., Kaplan, D. T., Sutton, T. B., & Opperman, C. H. (1999). Aggressiveness and Damage Potential of Central American and Caribbean Populations of *Radopholus* spp. in Banana. *Journal of Nematology*, 31(4), 377–385.
  33. Marín D., Sutton T., Barker K. (2002). Diseminación del banana en Latinoamérica y el Caribe y su relación con la presencia de *Radopholus similis*. Manejo integrado de plagas, Costa Rica.
  34. Mohammed A. Bart V., Cornelisse C., and Gerrit K. (2013). On the species status of the root-knot nematode *Meloidogyne ulmi* Palmisano & Ambrogioni, 2000 (Nematoda, Meloidogynidae), *Zookeys*.
  35. Mateille, T. (1990). Monoxenic Culture of Banana-Parasitic Nematodes on *Musa acuminata* cv. Poyo shoots. *Journal of Nematology*, 22(4), 608–611.
  36. Nevárez R. y Garner S. (2003). Efecto del Bokashi en dosis crecientes como depresivo de nemátodos y como abono en el cultivo de banano. Universidad EARTH, Guácimo – Costa Rica.
  37. Nicky J. Atkinson and Peter E. Urwin. (2012). The interaction of plant biotic and abiotic genes to the field, *Darwin Review*, *J. Experimental Botany*
  38. Niu J., Liu P., Liu Q., Chen C., Guo Q., Yin J., Yang G., Jian H. (2016). Msp40 effector of root-knot nematode manipulates plant immunity to facilitate parasitism. *Sci Rep*.

39. Núñez Pérez, C., Martinuz Guerrero, A. P., Menjivar Barahona, R. D., Cañizares Monteros, C. A., Meneses Hernández, A., Felde, A. P., & BB Altamirano Tinoco, M. A. (2006). Estudio de poblaciones de bacterias endofíticas de la rizosfera del banano para el biocontrol del nemátodo barrenador *Radopholus similis*. (No. Thesis N972est). CATIE, Turrialba (Costa Rica).
40. Ochoa, S., & Sambrano, G. (2009). Efecto de la inoculación de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) sobre la absorción de nutrientes en banano y su relación con el nemátodo *Radopholus similis*. Guácimo (CR): Universidad EARTH.
41. O'Bannon J. H. and Tomerlin, A. T. (1971). Response of Citrus Seedlings to *Radopholus similis* in Two Soils, J Nematol.
42. Piedrahita, Ó. A. G. (2011). El nemátodo barrenador (*Radopholus similis* [Cobb] Thorne) del banano y plátano. revista. luna. azul, 32, 137-153.
43. Quénehervé, P., Chabrier, C., Auwerkerken, A., Topart, P., Martiny, B., & Marie-Luce, S. (2006). Status of weeds as reservoirs of plant parasitic nematodes in banana fields in Martinique. Crop protection, 25(8), 860-867.
44. Rada, P. P. A., Ariza, H. A., Barrios, I. T. B., Tovar, C. E. N., & López, I. E. R. (2005). Aprovechamiento del raquis del banano y otros residuos biodegradables como fertilizantes orgánicos en el cultivo de esta fruta.
45. Radwan M., Abu-Elamayem M., Kassem S., El-MaadawyE. (2006). Soil amendment with dried weed leaves as non-chemical approach for the management of *Meloidogyne incognita* infecting tomato, Commun. Agric. Appl. Biol Sci.
46. Rich, J. R., Hodge, C. H. (1990). Eficacia de Nematicidas fumigantes selestos y fenamifos para el manejo de *Meloidogyne javanica* en tabaco cultivado en Florida, Universidad de Florida USA, Nematropica Vol. 20, No. 2.
47. Roderick H., Tripathi L, Babirye A, Wang D, Tripathi J, Urwin PE, Atkinson HJ. (2012). Generation of transgenic plantain (*Musa* spp.) with resistance to plant pathogenic nematodes. Mol Plant Pathol.

48. Roderick H, Mbiru E, Coyne D, Tripathi L, Atkinson HJ. (2012). Quantitative digital imaging of banana growth suppression by plant parasitic nematodes, PLoS One.
49. Rodríguez Morales, A. (2014). Evaluación del efecto de cepas nativas de *Bacillus* sp, aisladas de un suelo supresivo a nemátodos, sobre el nematodo barrenador banano, *Radopholus similis* (thorne), y el crecimiento de plantas de banano (*MusaAAA*) bajo condiciones de vivero.
50. Saeedizadeh A, Kheiri A, Okhovat M, Hoseininejad A., (2003). Study on interaction between root-knot nematode *Meloidogyne javanica* and wilt fungus *Verticillium dahliae* on olive seedlings in greenhouse, Commun. Agric. Appl. Biol Sci.
51. Saeedizadeh A, Kheiri A, Okhovvat SM, Zad J. (2005). Study on infection symptoms of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, on the stem of the tomato seedlings in greenhouse. Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.
52. Smith GS, Kaplan DT. (1988). Influence of mycorrhizal fungus, phosphorus, and burrowing nematode interactions on growth of rough lemon citrus seedlings, J Nematol.
53. Soto M. (2011). Situación y avances tecnológicos en la producción bananera mundial. Costa Rica.
54. Torrado-Jaime, M., & Castaño-Zapata, J. (2009). Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos. Agronomía Colombiana, 27(2), 237-244.
55. Triviño C., Velasco L. (1995). Muestreo de raíces de banano para análisis nematológico, INIAP, Quito- Ecuador.
56. Wang Y., Mao Z., Yan J., Cheng X., Liu F., Xiao L., Dai L., Luo F., Xie B. (2015). Identification of MicroRNAs in *Meloidogyne incognita* Using Deep Sequencing, PLoS One.
57. Wehner TC, Walters SA, Barker KR. (1991). Resistance to Root-knot Nematodes in Cucumber and Horned Cucumber, J Nematol.
58. Xiaoming Sun, Xiaoke Zhang, Shixiu Zhang, Guanhua Dai, Shijie Han, and Wenju Liang (2013). Soil Nematode Responses to Increases in

Nitrogen Deposition and Precipitation in a Temperate Forest, PLoS One.

59. Zhang Y., Wang Y., Xie F., Li C., Zhang B., Nichols RL., Pan X. (2016). Identification and characterization of microRNAs in the plant parasitic root-knot nematode *Meloidogyne incognita* using deep sequencing, *Funct. Integr Genomics*.
60. Zhao Y, Liang XQ, Fu CD, Zhu SR, Zhang YX, Ji YJ. (2015). Factors affecting activation and transference of soil colloidal phosphorus and related analysis technologies, *Ying Yong Sheng Tai XueBao*.

## 7. APÉNDICES

### APÉNDICE 1. Contenido del protocolo para controlar el ataque de nemátodos

El presente protocolo recoge recomendaciones del requerimiento nutricional respecto a las buenas prácticas agrícolas, conforme a los datos proporcionados en los países productores de banano atacados por nemátodos.

#### 1.1 Interpretación del análisis de suelos

Protocolo diseñado es elaborado con productos edáficos de la empresa privada Delcorp S. A., los cuales permitieron contribuir en el proceso y ejecución de este trabajo bajo las condiciones idóneas. El primer suministro para elaborar el protocolo de fertilización es el resultado del análisis de suelo. Luego analizamos el balance de bases del suelo comparando con el porcentaje ideal para el cultivo (Apéndice 3).

**Tabla 8. Análisis de bases del suelo general**

	<b>LABORATORIO</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>IDEAL</b>
<b>K</b>	1,7	5,62%	4%
<b>Ca</b>	22	72,84%	75%
<b>Mg</b>	6,5	21,52%	21%
<b>TOTAL</b>	30,2		

Una vez realizado los cálculos del estado de las relaciones de bases del suelo versus el ideal de requerimiento del banano, así podemos determinar el producto para aplicar, este es un paso necesario, porque al existir un desbalance se produce perdidas de productos y bloqueos en el suelo, en este caso observamos que los niveles están cercanos al balance ideal de la plantación estudiada, luego continuamos con el pH del suelo debido a que este contribuye a la disponibilidad de nutrientes observar el apéndice 19, 20(INPOFOS, 1997).

El siguiente paso es analizar el requerimiento de macro y micro elementos así como las necesidades máximas y mínimas de cada elemento adaptado al tipo de suelo. Recomendando fraccionar la aplicación en el caso de las distintas

texturas de suelo, sobre todo en suelos arenosos con muy baja capacidad de intercambio catiónico.

Una vez con la información base diseñamos el protocolo de fertilización para incrementar los niveles de masa radicular, para un periodo anual tomando en cuenta los estándares de condiciones bióticas y abióticas a partir del portafolio de productos disponible en Delcorp S. A., enfocados en incrementar la masa radicular,debiendo tener en consideración la fuente de fósforo y las solubilidad en condiciones de invierno y verano.

**Tabla 9. Niveles óptimos de nutrientes para el litoral ecuatoriano**

<b>COSTA</b>					
<b>NUTRIENTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>	<b>TOXICO</b>
<b>N</b>	ppm	< 20.0	20.0-40.0	> 40.0	
<b>P</b>	ppm	< 10.0	10.0-20.0	> 20.0	
<b>S</b>	ppm	< 10.0	10.0-20.0	> 20.0	
<b>K</b>	meq/100ml	< 0.4	0.4-0.6	> 0.6	
<b>Ca</b>	meq/100ml	< 5.0	5.0-8.0	> 8.0	
<b>Mg</b>	meq/100ml	< 1.0	1.0-2.0	> 2.0	
<b>Cu</b>	ppm	< 1.0	1.0-4.0	> 4.0	
<b>Fe</b>	ppm	< 40.0	40.0-60.0	> 60.0	
<b>Mn</b>	ppm	< 5.0	5.0-15.0	> 15.0	
<b>Zn</b>	ppm	< 5.0	5.0-7.0	> 7.0	
<b>B</b>	ppm	< 0.50	0.50-1.0	> 1	> 1.0
<b>Cl</b>	ppm	< 0.17	0.17-0.34	> 0.34	
<b>M.O.</b>	%	< 3.0	3.0-5.0	> 5.0	
<b>Siglas</b>		<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>T</b>

Fuente: (INIAP, 2007).

Conforme a los análisis suelos, se observaron las bases en la solución nutritiva en estado equilibrado, tal como se muestra en la tabla 1 comparando con las relaciones ideales para la costa ecuatoriana, se realizó comparaciones de análisis de macronutrientes y se encontró en mayor concentración a estos, sin embargo, el Fósforo puede estar bloqueado por otros elementos del suelo, como el Hierro formando Fosfatos de Hierro y otros compuestos con Aluminio y Calcio.

No obstante, existe deficiencia de Boro microelemento esencial para la translocación de azúcares a los frutos, que en grandes cantidades puede ser tóxico para las plantas.

**Tabla 10. Análisis e interpretación de niveles en macro y micro nutrientes del suelo**

<b>Análisis de suelos</b>									
<b>ID</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>pH</b>	<b>NH<sub>4</sub></b>	<b>P</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>B</b>
<b>M1</b>	<b>22,92</b>	<b>4,59</b>	<b>1,6</b>	<b>6,52</b>	<b>65</b>	<b>160</b>	<b>22</b>	<b>45</b>	<b>0,5</b>
<b>M2</b>	<b>17,95</b>	<b>3,39</b>	<b>1,81</b>	<b>6,38</b>	<b>65</b>	<b>90</b>	<b>177</b>	<b>55</b>	<b>0,44</b>
<b>M3</b>	<b>20,53</b>	<b>3,2</b>	<b>1,68</b>	<b>6,56</b>	<b>80</b>	<b>170</b>	<b>12</b>	<b>82</b>	<b>0,9</b>
Media	<b>20.46</b>	<b>3,72</b>	<b>11,69</b>	<b>6,48</b>	<b>70</b>	<b>140</b>	<b>17</b>	<b>60</b>	<b>0,6</b>

Para corregir tales deficiencias elaboramos un protocolo de fertilización acorde a estos niveles del suelo existentes y los necesarios para la una producción eficiente enfocados en incrementar los niveles de Fósforo, puesto que es un elemento esencial para el crecimiento sobre todo en la etapa de desarrollo de nuevos tejidos, el 65% del Fósforo en la planta proviene de la fertilización, promueve el crecimiento de masa radicular permitiendo convivir con los nemátodos sin que estos afecten al cultivo de banano, basado en el plan de fertilización anual observado en la sección 1.3.

## 1.2. Argumentación técnica Costarricense de elementos nutricionales en raíces afectadas por nemátodos

En fincas evaluadas en Costa Rica en 2011, para monitorear los nemátodos

**Tabla 11. Muestras del número de nemátodos por 100 g de raíces y contenido (g) de raíces en dos fincas de banano (*Musa AAA*) ubicadas en los cantones de Siquirres y Salamanca. Fuente: (Araya, 2011)**

<i>Finca (cantón)</i>	<i>Nm</i>	<i>Rs</i>	<i>He</i>	<i>Me</i>	<i>Pr</i>	<i>Nt</i>	<i>Rt</i>	<i>Rf</i>
<i>Salamanca (13 meses)</i>								
Noviembre	71	9102	5037	304	139	14 584	36	25
Diciembre	71	11 532	6861	237	124	18 754	29	22
Enero	72	7494	2783	322	105	10 705	51	43
Febrero	72	11 800	2461	472	61	14 794	46	35
Marzo	72	12 572	3161	488	200	16 422	36	28
Abril	63	19 466	5085	463	63	25 079	32	23
Mayo	72	9444	2616	583	38	12 683	31	25
Junio	72	3355	1816	311	61	5544	43	32
Julio	72	15 238	4727	300	77	20 344	34	26
Agosto	72	18 938	5216	150	72	24 377	38	28
Septiembre	63	27 822	5781	171	57	33 834	42	30
Octubre	72	17 150	6883	450	50	24 533	34	25
Promedio		13 245	4190	361	89	17 886	38	29
<i>Siquirres (12 meses)</i>								
Noviembre	24	22 600	4383	400	400	27 783	31	22
Diciembre	36	10 322	1400	255	88	12 066	48	37
Enero	37	13 708	789	43	205	14 745	54	46
Febrero	37	14 518	2270	194	216	17 200	51	43
Marzo	31	23 200	2245	180	800	26 425	37	29
Abril	31	18 232	1870	77	451	20 632	35	27
Mayo	31	5058	980	38	129	6206	35	29
Junio	31	3600	787	116	116	4619	41	33
Julio	31	19 535	980	77	193	20 787	40	32
Agosto	31	23 058	670	129	154	24 012	38	30
Septiembre	30	41 200	2520	133	226	44 080	34	24
Octubre	31	49 032	2206	167	335	49 935	31	23
Promedio		19 914	1696	146	269	21 881	40	32

*Nm*: Número de muestras analizadas, *Rs*: *Radopholus similis*, *He*: *Helicotylenchus* spp., *Me*: *Meloidogyne* spp., *Pr*: *Pratylenchus* spp.; *Nt*: Nematodos totales (*Radopholus similis* + *Helicotylenchus* spp., + *Meloidogyne* spp., + *Pratylenchus* spp.), *Rt*: Raíz total, *Rf*: Raíz funcional.

**Tabla 12. Correlación y probabilidad asociada del contenido de los nutrientes en las raíces y su número de nemátodos, peso de las raíces y su daño en banano (*Musa AAA*). Fuente: (Araya, 2011)**

<i>Finca (cantón)</i>	<i>% base seca</i>						<i>mg/kg</i>				
	<i>Nr</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>S</i>	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>B</i>
<i>Talamanca</i>											
Noviembre	71	0,12	5,32	0,73	0,43	0,13	986	17	61	259	17
Diciembre	72	0,12	5,45	0,71	0,42	0,12	1435	19	47	246	14
Enero	72	0,12	5,55	0,73	0,43	0,12	1602	18	27	283	11
Febrero	72	0,12	5,67	0,69	0,40	0,12	1036	16	24	267	11
Marzo	72	0,12	5,87	0,68	0,40	0,12	1058	17	24	255	10
Abril	63	0,12	5,50	0,71	0,43	0,13	1369	18	27	271	16
Mayo	72	0,12	5,19	0,77	0,43	0,12	1266	17	28	272	15
Junio	72	0,17	6,52	0,64	0,40	0,14	1421	21	35	306	16
Julio	72	0,13	5,18	0,64	0,38	0,15	937	16	46	267	17
Agosto	72	0,12	4,80	0,70	0,38	0,13	1341	19	71	302	28
Septiembre	63	0,16	6,20	0,53	0,35	0,13	866	16	63	249	21
Octubre	72	0,14	5,66	0,58	0,37	0,13	730	15	59	236	17
Promedio	70	0,13	5,58	0,68	0,40	0,13	1171	17	43	1052	19
<i>Siquirres</i>											
Noviembre	24	0,13	5,45	0,63	0,44	0,12	830	14	23	222	8
Diciembre	36	0,19	5,77	0,64	0,41	0,14	826	15	27	227	10
Enero	37	0,17	6,20	0,59	0,38	0,14	1160	16	28	253	10
Febrero	37	0,14	5,55	0,60	0,40	0,13	1509	15	26	243	9
Marzo	31	0,13	5,35	0,59	0,39	0,13	1160	15	26	247	12
Abril	31	0,14	5,78	0,61	0,43	0,14	1077	15	28	246	32
Mayo	31	0,14	5,72	0,65	0,41	0,12	1207	17	24	253	29
Junio	31	0,17	5,93	0,66	0,42	0,12	1255	19	30	279	17
Julio	31	0,14	5,20	0,56	0,39	0,24	1248	15	25	247	11
Agosto	31	0,13	4,83	0,58	0,39	0,12	1035	13	50	209	20
Septiembre	30	0,16	5,48	0,57	0,39	0,12	705	15	47	177	13
Octubre	31	0,16	5,91	0,54	0,36	0,11	437	11	37	159	14
Promedio	31	0,15	5,62	0,60	0,40	0,14	978	15	32	221	16

Nr: Número de muestras de raíces analizadas.

Se sugiere continuar los estudios en la línea de la nutrición y los daños causados por los nemátodos y el efecto de estos en la absorción de nutrientes. Además de evaluar el aumento desmedido en los costos de los fertilizantes y los nemátocidas, sin embargo se debe analizar la política de restricción en el uso de nemátocidas químicos, motivando a agricultores a mejorar la tecnificación de las aplicaciones de fertilizantes y agroquímicos

(Araya, 2011). Por tal motivo se plantea un protocolo como estrategia de control para nemátodos.

### **1.3. Análisis de la aplicación mensual de producto comercial conforme al protocolo en base a análisis de suelos**

**Enero:** El aporte de 28 kg/ha Nitrógeno, 20 kg/ha de Fósforo, 45 kg/ha de Potasio, 8 kg/ha de Magnesio y 9 kg/ha de Azufre. Con los productos comerciales como la Urea que representa 34 g/planta, CAMP con 34 g/planta, Kiserita 17 g/planta y Muriato de Potasio 52 g/planta.

Una vez observado el perfil nutricional de la plantación tanto con análisis de suelos, foliares y nemátodos. Procedemos a evaluar los niveles para diagnosticar acorde las condiciones ambientales promedio para cada mes en particular, es común en Enero, comenzar con las primeras lluvias inicio del invierno las condiciones del clima son muy variables por eso indicamos valores estándar en cuanto a su fuente y solubilidad.

**Febrero:** El aporte de 32 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 60 kg/ha de Potasio, 4 kg/ha de Magnesio y 10 kg/ha de Azufre. Con el producto comercial Gran Banano (mezcla física) que representa 138 g/planta.

En el mes de Febrero, las lluvias continúan con diferencias en la densidad. Los suelos son más susceptibles a encharcamientos como los arcillosos y a lixiviarse como los arenosos. No obstante, en los suelos francos no existen muchos problemas, a no ser que ocurra alguna inundación, por ello es importante mantener la fertilización con mezclas físicas como la recomendada ajustada a los análisis.

**Marzo:** El aporte de 20 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 60 kg/ha de Potasio, 0 kg/ha de Magnesio, 11 kg/ha de Azufre, 1 kg/ha de Zinc y 1 kg/ha de Boro. Con los productos comerciales, Urea que representa 34 g/planta, Sulfato de Amonio 0.017 g/planta, Muriato de Potasio 52 g/planta, Sulfato de Zinc 8 g/planta y Granubor 4 g/planta.

En este mes las lluvias persisten, muchos suelos cambian drásticamente los pH algunos más neutros, ácidos o alcalinos, en la mayoría de los suelos los

nutrientes se han lixiviado, percolado a causa de escorrentías superficiales y al gran volumen de agua, los nutrientes más propensos a este lavado son el Nitrógeno y el Azufre, se tiene que mantener las aplicaciones de Potasio y estimular las hormonas naturales y defensas con Zinc y Boro.

**Abril:** El aporte de 28 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 52 kg/ha de Potasio, 3.5 kg/ha de Magnesio y 9 kg/ha de Azufre. Con el producto comercial Gran Banano (mezcla física) que representa 121 g/planta.

En Abril las lluvias continúan, por ello es necesario mantener una nutrición adecuado con una fórmula física baja en Fósforo y elevada en Potasio integrando elementos como el Magnesio y Azufre un poco para compensar las pérdidas sin descuidar el Nitrógeno, debido a las condiciones ideales de cada tipo de suelo y forma de aplicación.

**Mayo:** El aporte de 28 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 54 kg/ha de Potasio, 4 kg/ha de Magnesio y 10 kg/ha de Azufre. Con el producto comercial Gran Complex (mezcla física) que representa 138 g/planta.

En mayo, las lluvias están a punto de cesar, por lo tanto se tiene que cambiar las dosis reduciendo Nitrógeno y Potasio, manteniendo Magnesio y Azufre y nula aplicación de Fósforo.

**Junio:** El aporte de 25 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 41 kg/ha de Potasio, 3 kg/ha de Magnesio, 8 kg/ha de Azufre y 1 kg/ha de Boro. Con el producto comercial Bananote Complex (mezcla física) que representa 103 g/planta. Además de la aplicación en Drench producto comercial de Urfos44 17 g/planta y Ácido Bórico 4 g/planta.

En este mes las lluvias paran completamente, es una etapa de transición de invierno a verano donde todas las condiciones ambientales cambian drásticamente y el banano se ve afectado baja absorción de Fósforo se tiene que compensar acidificando el medio con productos más solubles y ayudando además a otros elementos como el Boro, adicionando a al protocolo nutricional mezcla física en condiciones similares al mes anterior. La aplicación en Drench es más conocida con bomba a mochila.

**Julio:** El aporte de 16 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 45 kg/ha de Potasio, 0 kg/ha de Magnesio, 26 kg/ha de Azufre, 1 kg/ha de Boro, 1 kg/ha de Zinc y 26 kg/ha de Calcio. Con los productos comerciales, Nitrato de Calcio que representa 69 g/planta, Muriato de Potasio 52 g/planta, Sulfato de Zinc 8 g/planta y Granubor 4 g/planta.

En Julio, los agricultores siempre se dan cuenta de la clorosis general de la plantación, esto se debe a el lavado de los mismos ya que no podemos controlar la intensidad de las lluvias, por ello elevar la aplicación de Azufre, Zinc, Calcio, Boro, sin descuidar al Nitrógeno y Potasio que están en concentraciones medias, teniendo en cuenta no aplicar Fósforo

**Agosto:** El aporte de 32 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 60 kg/ha de Potasio, 4 kg/ha de Magnesio y 10 kg/ha de Azufre. Con el producto comercial Gran Banano (mezcla física) que representa 138 g/planta.

En Agosto, se debe mantener una fórmula física con niveles medios en Nitrógeno, con nula aplicación de Fósforo, manteniendo los elementos como el Magnesio y Azufre a niveles bajos.

**Septiembre:** El aporte de 25 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 47 kg/ha de Potasio, 4 kg/ha de Magnesio y 9 kg/ha de Azufre. Con el producto comercial Bananote Complex (mezcla física) que representa 121 g/planta.

En Septiembre, se tienen que variar las dosis, en cuanto a Nitrógeno y Potasio manteniendo a su vez el Magnesio y Azufre, para este mes también es nula la aplicación de Fósforo solo es necesario si existe volcamientos o poco fuste en sectores ya determinados.

**Octubre:** El aporte de 28 kg/ha Nitrógeno, 11 kg/ha de Fósforo, 45 kg/ha de Potasio, 3 kg/ha de Magnesio, 8 kg/ha de Azufre y 1 kg/ha de Boro. Con el producto comercial Gran Banano (mezcla física) que representa 103 g/planta. Además de la aplicación en Drench producto comercial de Urfos44 17 g/planta y Ácido Bórico 4 g/planta.

En Octubre, se debe realizar nuevas aplicaciones de Fósforo y Boro soluble adicional a la fertilización de la mezcla física con altos niveles de Potasio, medio en Nitrógeno y manteniendo los niveles de Magnesio y Azufre

**Noviembre:** El aporte de 28 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 54 kg/ha de Potasio, 4 kg/ha de Magnesio y 10 kg/ha de Azufre. Con el producto comercial Bananote Complex (mezcla física) que representa 138 g/planta. En este mes, no aplicamos Fósforo, bajamos los niveles de Nitrógeno, Potasio y mantenemos los niveles de Magnesio y Azufre.

**Diciembre:** El aporte de 22 kg/ha Nitrógeno, 0 kg/ha de Fósforo, 60 kg/ha de Potasio, 0 kg/ha de Magnesio, 8 kg/ha de Azufre, 1 kg/ha de Boro y 1 kg/ha de Zinc. Con los productos comerciales, Nitrato de Amonio que representa 34 g/planta, Sulfato de Amonio 17 g/planta, Muriato de Potasio 69 g/planta, Sulfato de Zinc 8 g/planta y Granubor 4 g/planta.

En este mes ocurre la transición de verano a invierno donde las condiciones ambientales empiezan a cambiar para fortalecer a la planta con aplicaciones de Nitrógeno en otro tipo de fuente, como Nitratos y Sulfatos.

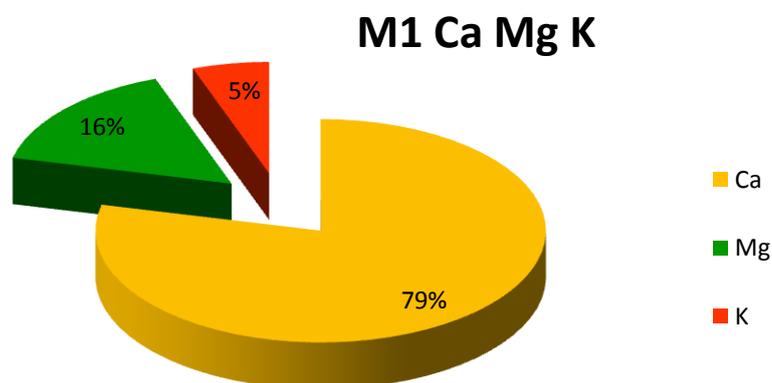
## APÉNDICE 2.

Tabla 13. Variables agronómicas afectadas por nemátodos.

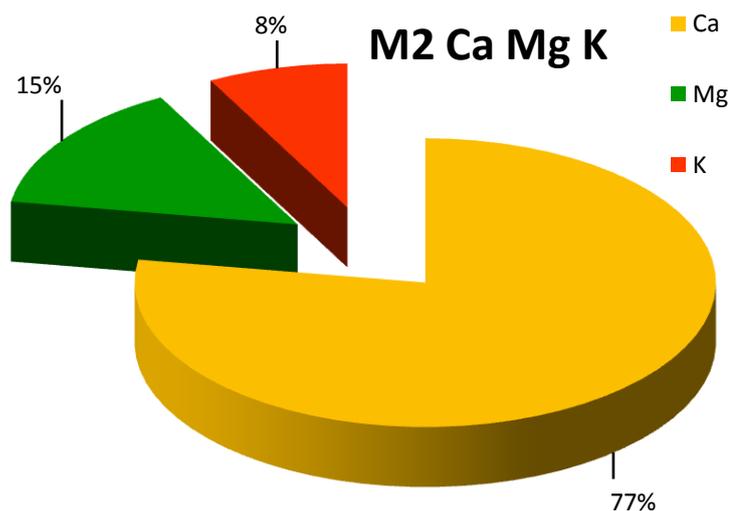
	Raíz total (g)	<i>Radopholus similis</i>	Nematodos totales	Peso (lbs) racimo	Número manos	Calibración
<b>Correlación individual</b>						
Raíz funcional	0,95*	-0,15	-0,07	0,03	0,06	0,08
	< 0,0001**	0,1125	0,4416	0,7677	0,5327	0,4226
Raíz total		-0,04	0,03	-0,01	0,06	0,08
		0,6468	0,7626	0,8992	0,5623	0,3848
<i>Radopholus similis</i>			0,88	0,02	0,16	-0,06
			< 0,0001	0,8622	0,1079	0,5327
Nematodos totales				0,06	0,19	-0,02
				0,5526	0,0524	0,7888
<b>Correlación por grupos de peso de raíz funcional</b>						
Raíz funcional	0,99	-0,83	-0,55	0,25	0,08	0,57
	< 0,0001	0,0383	0,2529	0,6320	0,8729	0,2373
Raíz total		-0,85	-0,57	0,22	0,07	0,56
		0,0305	0,2288	0,6765	0,8888	0,2439
<i>Radopholus similis</i>			0,84	0,16	0,10	-0,71
			0,0345	0,7582	0,8453	0,1168
Nematodos totales				0,08	0,59	-0,82
				0,8788	0,2187	0,0418
<b>Correlación por grupos de peso de raíz total</b>						
Raíz funcional	0,99	-0,14	0,08	-0,03	0,31	0,60
	0,0001	0,7775	0,8762	0,9553	0,5506	0,2062
Raíz total		-0,06	0,18	0,02	0,37	0,66
		0,9051	0,7290	0,9666	0,4723	0,1485
<i>Radopholus similis</i>			0,93	0,59	0,86	0,64
			0,0058	0,2175	0,0287	0,1639
Nematodos totales				0,41	0,89	0,75
				0,4135	0,0156	0,0843
<b>Correlación por grupos de número de <i>Radopholus similis</i></b>						
Raíz funcional	0,81	-0,96	-0,98	-0,36	-0,55	0,07
	0,0913	0,0080	0,0028	0,5469	0,3346	0,9108
Raíz total		-0,88	-0,86	-0,58	-0,86	0,04
		0,0478	0,0602	0,3036	0,0564	0,9446
<i>Radopholus similis</i>			0,99	0,42	0,63	-0,20
			0,0002	0,4735	0,2453	0,7483
Nematodos totales				0,40	0,60	-0,17
				0,4995	0,2761	0,7874

Fuente: Chávez, 2009.

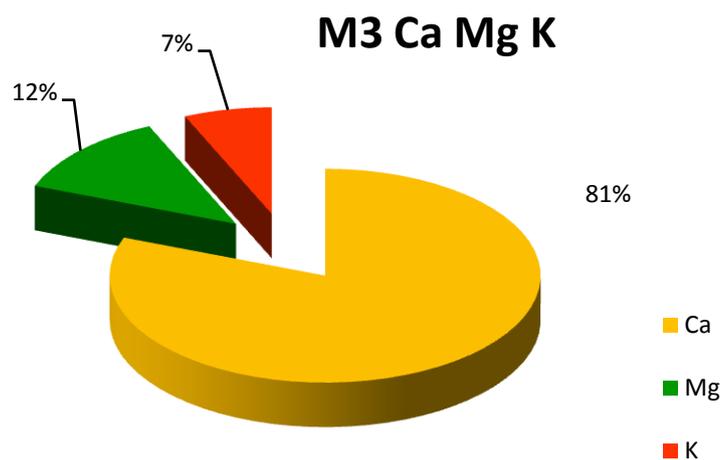
**APÉNDICE3.** Análisis de bases del suelo. Fuente: Lam, 2016.



**Análisis de bases para la M1: observamos altos niveles en Calcio y Potasio pero muy bajos para Magnesio faltando un 5% para llegar a lo ideal. El Magnesio necesario para formación de clorofila y desarrollo de las funciones vitales en la planta.**

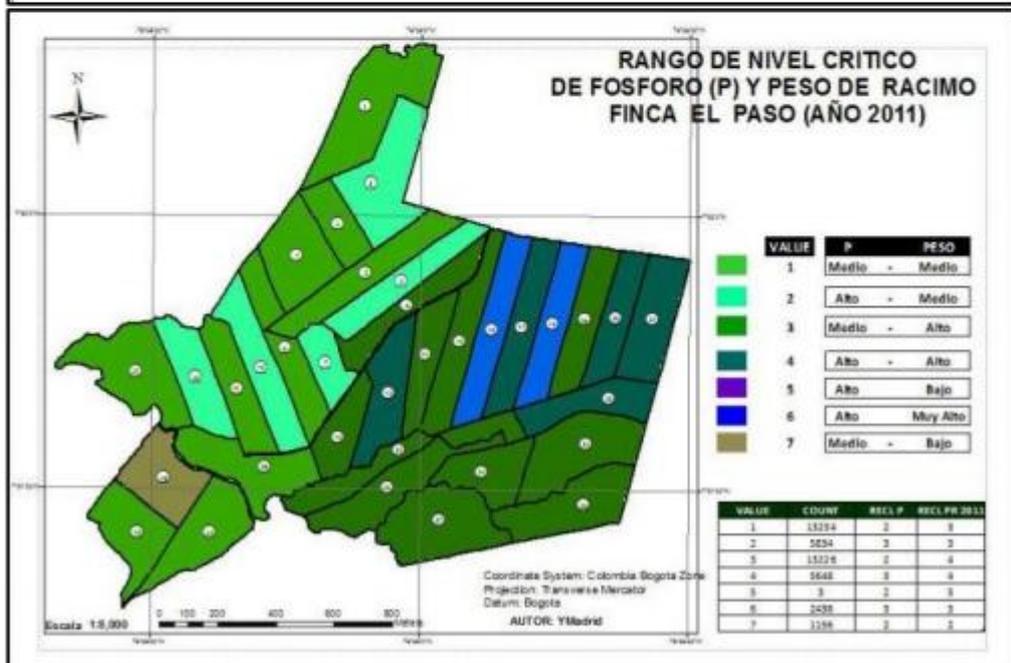
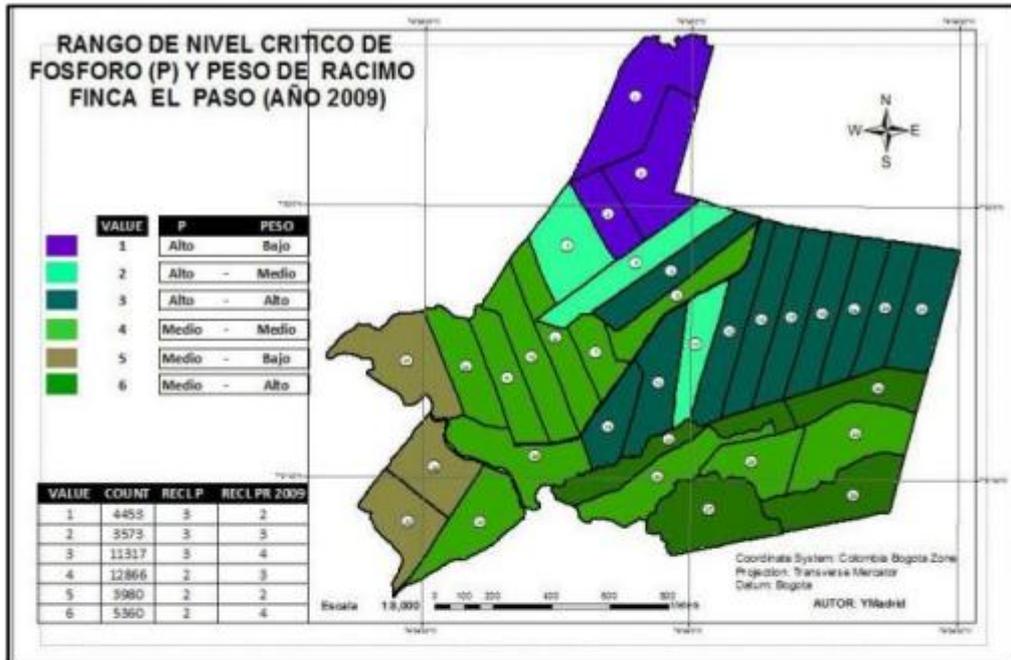


**Análisis de bases para la M2: se observa falta de Magnesio en el suelo y niveles óptimos de Calcio conforme a lo ideal de un 75% y un exceso de Potasio por más del doble de lo necesario en su requerimiento que es de un 4%.**



**Análisis de bases para la muestra M3: el Calcio para esta muestra se encuentra sobre el nivel ideal de 75% esto provoca cambios en los niveles de pH causando bloqueo de otros nutrientes, para alcanzar los niveles ideales de Magnesio se tiene que superar 8% de este elemento en el suelo en sus aplicaciones.**

**APÉNDICE 4.** Combinación Nivel crítico de Fosforo (P) y Peso de Racimo  
**RacimoFuente: Madrid, 2013**



# Fertiandino.

## BANANO COMPLEX

16%N, 5%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 28%K<sub>2</sub>O, 3%MgO, 3,5%S, 0,8%B, 0,4%Zn, 0,6%Si

### Ficha Técnica

#### Generalidades

Banano Complex es un fertilizante NPK+ Mg, S, B, Zn, Si, diseñada para la alta demanda de crecimiento de la planta, en esta etapa se da la mayor producción de biomasa verde de la planta, reservorio de nutrientes que después se acumularan en los órganos de almacenamiento (frutos), determinando su calibre y rendimiento.

#### Características físicas y químicas

Nombre Comercial: Fertiandino © Banano Complex

Fórmula Química: 16%N, 5%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 28%K<sub>2</sub>O, 3%MgO, 3,5%S, 0,8%B, 0,4%Zn, 0,6%Si

COMPOSICIÓN		
Nitrógeno (N)		16%
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		5%
Potasio (K <sub>2</sub> O)		28%
Magnesio (MgO)		3%
Azufre (S)		3,5%
Boro (B)		0,8%
Zinc (Zn)		0,4%
Silicio (SiO)		0,6%

PROGRAMA DE NUTRICIÓN PARA EL CULTIVO BANANO			
CULTIVO	DOSIS DE BANANO COMPLEX (Sacos/Ha)		
	Baja	Ideal	Alta
	3	4	5
	Suelos Ricos		Suelos Pobres

#### Recomendaciones de aplicación

El Fertiandino® Banano Complex es considerado para un buen programa de fertilización está mezcla fue diseñada con las recomendaciones estandarizadas del cultivo de banano. Fórmula especializada para la aplicación en plantaciones de producción, esta contiene potasio de rápida asimilación para el cultivo.

# Fertiandino.

## Ficha Técnica

**Kieserite**  
25%MgO - 20.90% SO<sub>4</sub> -  
0.50%CaO - 1.80%K<sub>2</sub>O

### Generalidades

Fertilizante granulado de alta pureza, contiene magnesio (MgO) y azufre (SO<sub>4</sub>) solubles e importantes para mejorar la tasa fotosintética en el cultivo por ser partes estructurales de la clorofila incrementando de esta manera los rendimientos. El magnesio es considerado el corazón de la clorofila, elemento importante para que la planta realice la fotosíntesis y, el azufre forma parte de tres de los 21 aminoácidos de las plantas que son las bases estructurales de las proteínas, de esta forma la planta tendrá un mayor crecimiento y desarrollo durante su ciclo. Kieserite es un sulfato de magnesio monohidratado rápidamente asimilable para la planta, garantizando una absorción mucho más eficiente, y total del fertilizante.

### Características Físicas y Químicas

Nombre Comercial: Kieserite  
Otros Nombres: Sulfato de Magnesio Gr

Fórmula Química: (MgO)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>) (CaO)

Contenido de Magnesio Total (MgO) :	25.10% Oxido de Magnesio
Contenido de Azufre Total (SO <sub>4</sub> ) :	20.90% Azufre en forma de Sulfato
Contenido de Calcio Total (CaO) :	0.50% Oxido de Calcio
Contenido de Potasio Total (K <sub>2</sub> O) :	1.80% Potasio

### Comportamiento en el Suelo

Kieserite, puede ser aplicado en una diversidad de cultivos como banano, arroz, maíz, pastos, palma, cacao, palmito, caña de azúcar, papaya, hortalizas, plátano entre otros. La Dosis varía de 3 a 5 sacos/ha, o según recomendaciones del técnico y/o exigencias del cultivo, basados en análisis de suelos y foliares.

### Recomendaciones

El fertilizante Kieserite granulado puede ser mezclado con demás fuentes fertilizantes, para complementar exigencias de ciertos nutrientes que pueden estar en déficit y/o que demande el cultivo (dependiendo del caso).

### Otras Características

1. Ideal para incluirlo en un programa de Nutrición como fuente de Magnesio y Azufre
2. Producto granulado
3. De aplicación edáfica o al suelo
4. La dosis de aplicación depende de las recomendaciones del técnico
5. Disponibles en sacos de 50 kg

Av. Perimetral km 6.6, vía la Puntilla-Samborondón. Plaza Lagos Town Center, Edif. Exedra Norte, Piso 2, Of. B1-4  
Telf.: PBX: (593-4)5000258 – e-mail: [info@delcorp.com.ec](mailto:info@delcorp.com.ec) - Guayaquil - Ecuador

**Delcorp.**  
Nuevos Horizontes.  
[www.delcorp.com.ec](http://www.delcorp.com.ec)

Av. Perimetral km 6.6, vía la Puntilla-Samborondón. Plaza Lagos Town Center, Edif. Exedra Norte, Piso 2, Of. B1-4  
Telf.: PBX: (593-4)5000258 – e-mail: [info@delcorp.com.ec](mailto:info@delcorp.com.ec) - Guayaquil - Ecuador

**Delcorp.**  
Nuevos Horizontes.  
[www.delcorp.com.ec](http://www.delcorp.com.ec)

# Fertiandino.

MURIATO DE POTASIO MOP Gr.  
60%K<sub>2</sub>O

Ficha Técnica

## Generalidades

**MOP**, El Cloruro de Potasio (KCl) o Muriato de Potasio (MOP) es la fuente de fertilización de Potasio (K) más usada en el mundo. El contenido de Potasio se expresa como equivalente de K<sub>2</sub>O (Óxido de Potasio) o Potasa.

Soluble en agua y en glicerina.  
Libre de Sodio.

## Características Físicas y Químicas

**Nombre Químico:** Cloruro de Potasio

**Fórmula Química:** KCl

**Nombre Comercial:** MOP

**Contenido de Potasio Total (K<sub>2</sub>O):** Min.60% - Max. 61.8% de Óxido de Potasio (w/w)

**Presentación Física:** Gránulos esféricos o cristales de color blanco.

**Tamaño de partícula:** 1.2 a 4.5 mm

**Solubilidad en agua:** a 20° C (100 g/100 ml): 34.20 g/100 ml de agua

**pH en solución al 10%:** 5.4 – 10 Unidades

**Densidad Aparente (Kg/m<sup>3</sup>):** 1,025 – 1,200 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad Relativa Crítica (a 30° C):** 84.0%

**Acidez equivalente a Carbonato de Calcio:** Neutro

## Recomendaciones y/o Aplicaciones

- ☒ El Cloruro de Potasio (KCl) o Muriato de Potasio (MOP) por su alta concentración de Potasio (60%+) es la fuente de aporte de Potasio (K<sub>2</sub>O) más económica para la mayoría de los cultivos, excepto en los cultivos en donde el follaje (hojas) son de gran valor y no es recomendable la aplicación de Cloro (Tabaco, Crucíferas y Ornamentales). El KCl es un componente básico para la elaboración de fórmulas balanceadas de fertilización (mezclas físicas).

# Fertiandino.

FOSFATO DIAMONICO  
DAP 18-46-00

Ficha Técnica

## Generalidades

El Fosfato Diamónico (DAP) es un fertilizante complejo granulado para aplicación al suelo con una alta concentración integral de Nitrógeno y Fósforo (18-46-00). Es un producto que está siendo muy usado y preferido por los agricultores, especialmente en la regiones agrícolas donde predominan los suelos de origen calcáreos o suelos alcalinos.

## Características Físicas y Químicas

Nombre Químico: Fosfato Diamónico

Fórmula Química:  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

Nombre Comercial: DAP

Contenido de Nitrógeno Total (N): 18% nitrógeno ureico

Contenido de Fósforo Total (P): 46% fósforo asimilable

Granulometría: Entre 2 - 4 mm

## Recomendaciones y/o Aplicaciones

Por su alto aporte de nutrientes primarios, el Fosfato Diamónico (DAP) es un fertilizante complejo ideal para ser aplicado solo o en mezclas. Dado su alto aporte de Fosforo (46 %) es un componente imprescindible para la elaboración de formulas balanceadas de fertilización (mezclas físicas).

El Fosfato Diamónico (DAP) es recomendable ser aplicado en los programas de fertilización de manera especial en las etapas de establecimiento de los cultivos (siembra y/o trasplante), ya que por tener solo una molécula de amonio, este producto es menos agresivo con las semillas durante el proceso de germinación y sobre plántulas recién trasplantadas.

# Fertiandino.

Sulfato de Magnesio  
12%S - 15%MgO

## Ficha Técnica

### Generalidades

El **Sulfato de Magnesio** es un fertilizante suplidor de Magnesio. Se debe suministrar desde el crecimiento hasta poco antes de la producción. Contiene azufre. Soluble en agua y erglicerina.

### Características Físicas y Químicas

**Nombre Químico:** Sulfato de Magnesio Heptahidratado

**Fórmula Química:**  $(MgSO_4) \cdot 7H_2O$

**Nombre Comercial:** Sulfato de MagnesioSt.

**Contenido de Azufre Total (S):** 12.0 % de Azufre en forma de azufre(w/w)

**Contenido de Magnesio Total (MgO):** 15.0 % de Oxido de Magnesio(w/w)

**Presentación Física:** Cristales sólidos finos de color blanco

**Tamaño de partícula:** 0.50 a 0.85 mm

**Solubilidad en agua, a 20° C (100 g/100 ml):** 40 gr/100 ml de agua a 25° C

**pH en solución al 10%:** 7.0 Unidades

**Densidad Aparente (Kg/m<sup>3</sup>):** 960 – 1,040 Kg/m<sup>3</sup>

### Recomendaciones y/o Aplicaciones

La deficiencia de magnesio retarda el desarrollo de las plantas, dando como resultado una disminución de los rendimientos.

Es el fertilizantes más recomendado para corregir y prevenir deficiencias de magnesio.

# Fertiandino.

Ficha Técnica

**ACIDO BORICO**  
56.2%B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 17.45%B  
Procedencia: EE.UU

## Generalidades

**Acido Bórico**, es un fertilizante para fertirriego o aplicación foliar, su presentación es en forma de cristales o polvos blancos. Soluble en agua y en glicerina, insoluble el alcohol.

## Características Físicas y Químicas

Nombre Químico: ACIDO BORICO 98.8%

Fórmula Química: : H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

Nombre Comercial: ACIDO BORICO

**Contenido de Oxido de Boro Total (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 56.2% Oxido de Boro**

**Contenido de Boro (B): 17.45% Total Boro**

## Ventajas del URFOS

- ☒ El Fertilizante BORO se recomienda aplicar en una amplia gama de cultivos en suelos deficientes en ese elemento.
- ☒ Fertilizante boratado para aplicación directa al suelo.
- ☒ Recomendable para aplicaciones con el sistema de fertirriego y aplicación foliar.
- ☒ La dosis de Boro para aplicación edáfica esta relacionada con los resultados del análisis de suelos, las características físicas y químicas del suelo, la especie de planta, contenido de materia orgánica y el método de aplicación.

# Fertiandino.

**URFOS 44**  
(17%N - 44%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

## Ficha Técnica

### Generalidades

URFOS 44, es un fertilizante compuesto de Nitrógeno y Fósforo estos en forma de cristales altamente soluble es en agua.

Ideal para la nutrición de cultivos exigentes en estos elementos así como cultivos intensivos de producción. Portador de Urea y ácido fosfórico de alta pureza y de total e inmediata solubilidad. URFOS 44 está diseñado especialmente para su aplicación a través de sistemas de riego localizado (fertirriego).

### Características Físicas y Químicas

Nombre Químico: URFOS 44

Fórmula Química: (N) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Nombre Comercial: URFOS

Contenido de Nitrógeno Total (N): 17% nitrógeno amónico

Contenido de Fósforo Total (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): 44% fósforo asimilable

### Recomendaciones y/o Aplicaciones

El Fertilizante URFOS 44 se recomienda aplicar en una amplia gama de cultivos tales como hortalizas, frutales, ornamentales y viveros, de preferencia tener análisis de suelos y foliares para una eficiente fertilización, basados en la recomendación del asesor en campo.

### Ventajas del URFOS

- ❑ Fuente concentrada y eficiente de Nitrógeno (N) y Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), de inmediata disponibilidad.
- ❑ Se aplica a cultivos de hidroponía, tiene excelentes resultados debido a sus elementos básicos en este tipo de cultivos.
- ❑ Es un fertilizante de alta solubilidad y pureza, fácil, rápido de disolverse para usarse a través de cualquier sistema de riego.

# Fertiandino.

## CAMP

### Generalidades

Fertiandino\* Cam-p es un fertilizante desarrollado para aquellos cultivos que demandan Nitrógeno y Fosforo. Posee una serie de bondades que permiten nutrir en forma más balanceada y estable a lo largo del tiempo.

### Características Físicas y Quím

Nombre Comercial : Fertiandino \* CAM -P  
Fórmula Química: N 10 %, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 40%, MgO 3%

COMPOSICIÓN		
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>4</sub> )		10%
Ortofosfato (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )		40%
Magnesio (MgO)		3%
Polisacáridos		12%

### Propiedades del CAMP

CAM-P contiene carbohidratos que actúan como quelatos en el suelo facilitando la absorción de los distintos nutrientes, aumentando la eficiencia y aprovechamiento de los fertilizantes comúnmente usados, ayudan directamente al traslado del nitrógeno y fósforo, facilitando la formación de aminoácidos a nivel de hojas, también facilita la absorción de cationes básicos como CAM-P es un fertilizante especialmente recomendado para suelos con baja suma de bases potasio y magnesio. pues el magnesio es un elemento que le da mayor participación en la suma de bases.

### Ventajas del CAMP

- ☒ Es un fertilizante que disminuye las pérdidas por lixiviado, característica de los fertilizantes 100% nítricos, ya que presenta nitrógeno amoniacal.
- ☒ Contiene Fósforo de alta eficiencia de asimilación, ya que presenta Ortofosfato primario que es la forma en que las plantas absorben este elemento.
- ☒ Promueve un mejor desarrollo gracias a un adecuado equilibrio entre fotosíntesis respiración, ya que presenta carbohidratos, cuya finalidad es mejorar las condiciones de la planta a nivel radicular.

# Fertiandino.

NITRATO DE AMONIO  
34%N

Procedencia: Rusia

Ficha Técnica

## Generalidades

Fertilizante nitrogenado en forma nítrica es de rápida asimilación y disponibilidad para el suelo y cultivo.

## Características Físicas y Químicas

Nombre Químico: Nitrato de Amonio

Fórmula Química:  $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$

Nombre Comercial: Nitrato de Amonio

Contenido de Nitrógeno Total (N): 34% nitrógeno

Granulometría: Entre 1- 4 mm

## Recomendaciones y/o Aplicaciones

Es un producto exclusivamente para uso agrícola. Por la rápida disponibilidad del nitrógeno que contiene, su aprovechamiento es óptimo al ser aplicado en etapas avanzadas del cultivo, ya que proporciona el nitrógeno en forma inorgánica como nitrato que es como las plantas lo toman.

Debido a la alta movilidad del nitrógeno nítrico se recomienda aplicar el nitrato de amonio en forma fraccionada. Bajo las mismas condiciones de suelo y clima, el nitrato es de más rápida disponibilidad y acción que el sulfato de amonio y urea, por lo tanto su aprovechamiento es mayor.

# Fertiandino.

Sulfato de Amonio GR.  
21%N - 24%S

Ficha Técnica

## Generalidades

Es un fertilizante granulado de aplicación edáfica a base de nitrógeno y azufre, se obtiene mediante la neutralización de ácido sulfúrico.

## Características Físicas y Químicas

Nombre Químico:	Sulfato de Amonio
Nitrógeno total:	21 % (w/w)
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>4</sub> ):	21% (w/w)
Azufre (S):	24% (w/w)
Humedad:	máximo 0,02%
Formula Química:	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Estado físico:	Granulado
Color:	Beige
Olor:	Ligeramente Amoniacal
pH:	4,5 - 6
Granulometría:	2-4 mm
Presentación:	Sacos 50 kg.

## Recomendaciones y/o Aplicaciones

- ☒ Fertilizante ideal para suelos con conductividad eléctrica alta por su bajo índice salino
- ☒ Al poseer una excelente granulometría, permite una mejor distribución y cobertura en campo al momento de ser aplicado.
- ☒ Fertilizante a base de amonio, ideal para arranque de plantas en desarrollo con relación amonio/nitrato más altas.

# Fertiandino.

## SULFATO DE ZINC

29%Zn - 14.3%S

Procedencia: EE.UU

### Generalidades

Fertilizante muy utilizado en la agricultura, tiene un rol curativo en los cultivos dañados, debido a la falta de Zinc, además previene las deficiencias de este elemento. EL SULFATO DE ZINC es un suplemento nutricional que aporta zinc y azufre promotores de crecimiento y co-factor en la generación de proteínas. Interviene en procesos enzimáticos, importantes, como en la síntesis de la clorofila.

### Características Físicas y Químicas

Nombre Químico:	Sulfato de Zinc
Fórmula Química:	ZnSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O
Contenido de Zinc Total (Zn):	29% Zinc
Contenido de Azufre Total (S):	14.3% Azufre en formato de sulfato
Presentación física:	Gránulos color blanco grisáceo

### Recomendaciones y/o Aplicaciones

Sulfato de zinc puede ser aplicado en una diversidad de cultivos de frutales, hortalizas y cultivos anuales a nivel nacional, entre otros.

La dosis varía según el programa de fertilización, recomendaciones del técnico y/o exigencias del cultivo, basados en análisis de suelos y foliares.

### Ventajas de Sulfato de Zinc

- ☒ Contiene alto grado de pureza, con lo que se evita la existencia de metales pesados.
- ☒ Compatible con la mayoría de fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliares de uso común en la agricultura.
- ☒ Estimula la formación de los reguladores más importantes de crecimiento y desarrollo de tejidos nuevos.
- ☒ Favorece la formación de raíces.
- ☒ Actúa como micronutriente en cultivos de frutales, hortalizas y cultivos anuales.
- ☒ Presentación en sacos de 25KL polipropileno con funda plástica interior.

# Fertiandino.

# BORO<sup>20%</sup>

## Ficha Técnica

### Generalidades

**BORO BG**, Es el único fertilizante en el mercado que provee a sus cultivos una fuente de boro de alta eficiencia  $B(OH)_3$ .

Su presentación en forma granular marcan la diferencia como fuente de Boro en mezclas físicas.  
Soluble en agua y en glicerina, insoluble en alcohol.

### Características Físicas y Químicas

**Nombre Químico:** Acido Bórico Granulado  
**Nombre Comercial:** Boro BG 20%

**Fórmula Química:**  $H_3BO_3$

**Contenido de Acido Bórico Total:**

**20%  $H_3BO_3$**

### Recomendaciones y Aplicaciones

- ☒ El Fertilizante Boro BG 20%, se recomienda aplicar en una amplia gama de cultivos en suelos deficientes en ese elemento.
- ☒ Fertilizante boratado para aplicación directa al suelo.
- ☒ No es recomendable para aplicaciones con el sistema de Fertirriego.
- ☒ La dosis de Boro para aplicación edáfica esta relacionada con los resultados del análisis de suelos, las características físicas y químicas del suelo, la especie de planta, contenido de materia orgánica y el método de aplicación.

# Fertiandino.

## NITRATO DE CALCIO 15.5%N - 26.3%CaO

Ficha Técnica

### Generalidades

NITRATO DE CALCIO es un compuesto nitrogenado granulado para compensar las deficiencias de este nutriente, de suma importancia en los cultivos ya que a menudo se encuentra escaso en el perfil del suelo.

Las formas utilizadas en este producto garantizan una aplicación eficiente y uniforme al aportar Calcio en forma de Nitrato disponible y asimilable para la planta, optimizando el uso de Nitrógeno al estar presente este nutriente  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

Desde el punto de vista nutricional es importante la presencia del Calcio al aplicar Nitrógeno para que este último sea mayor asimilado y aprovechado por la planta y tenga un buen comportamiento fisiológico en la formación de proteínas.

### Características Físicas y Químicas

Nombre Comercial: Nitrato de Calcio	pH: 5 a 7 (conc. (% w/w) 10) (acidic)	
Presentación: 25 Kilogramos	Punto de ebullición: 310C	
Fórmula Química: 15,5 % (N); 26,3% (CaO)	Punto de Congelación: 94C a 98C	
Color: Blanco	Densidad: 1 g/cm <sup>3</sup>	Solubilidad: H <sub>2</sub> O

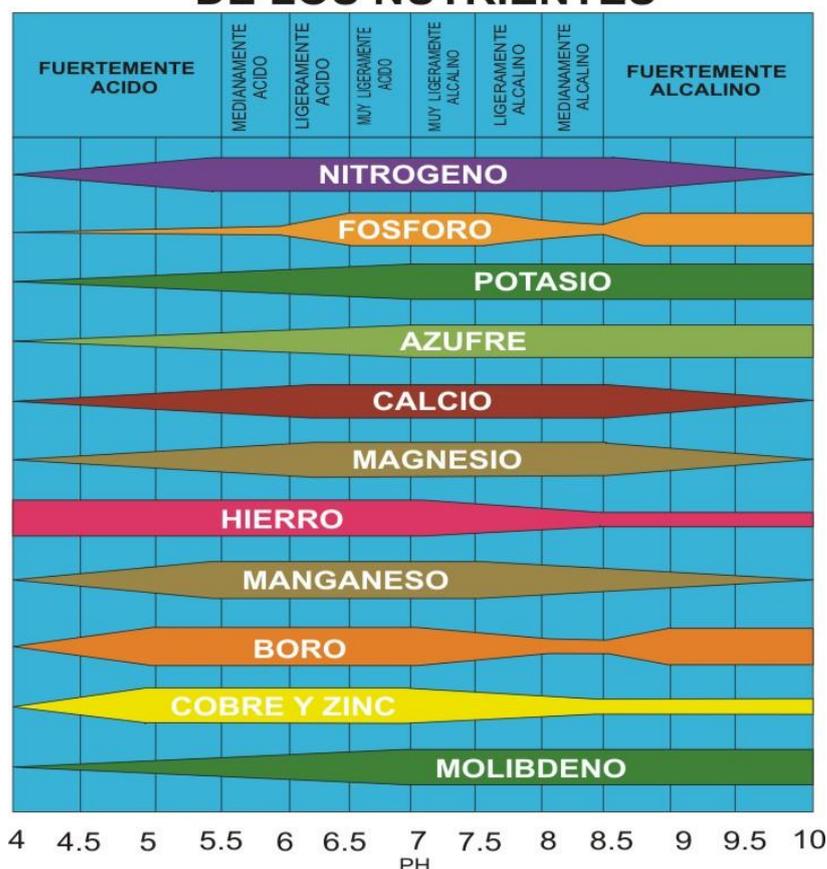
### Recomendaciones

El Nitrato de Calcio es considerado para un buen programa de fertilización sobre todo porque aporta de una forma eficiente las relaciones de en la solución nutritiva del suelo, granulado y puede ser aplicado en mezclas y almacenados por corto tiempo, es compatible en mezclas duraderas con nitrato de potasio ya que son de rápida asimilación para el cultivo.

- El calcio y el nitrógeno son dos de los elementos más importantes para el crecimiento de las plantas.
- El nitrógeno es esencial en todos los procesos de planta y es un componente clave de las proteínas y de la clorofila.
- El calcio es necesario para el funcionamiento apropiado de los puntos de crecimiento y es esencial en la formación de membranas celulares. También tiene un papel importante en metabolismo del nitrógeno
- El calcio tiene un efecto principal sobre prolongar la vida de almacenaje de las frutas y verduras y es un elemento clave en calidad de fruta.

APÉNDICE 19. pH y antagonismo de nutrientes del suelo (Fuente: <http://www.forohtc.net/>, [www.bioagrolat.com](http://www.bioagrolat.com))

## EFECTO DEL pH DEL SUELO EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES



LA DISPONIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS DISMINUYE EN LA MEDIDA DEL ANCHO DE LAS BARRAS. EL PH DEL SUELO ES UN FACTOR CLAVE EN EL SUMINISTRO DE LOS NUTRIENTES.

Mineral en Exceso	Interacción Negativa/Deficiencia
N	Cu, Mo, B, K, S
P	N, Mg, Cu, Zn
K	N, Ca, Mg, Cu, S
Ca	K, Mg, B, Mo, S, Cu
Mg	Ca, K, B, Cu, S, P
Mn	Mo, Fe, S
Fe	Mn, Mo, B, P, S
Zn	Mn, Fe, P, Cu
Cu	Mn, K, P, Fe, Zn
Mo	Cu

Na: No es un nutrimento, pero su presencia causa antagonismos con K, Mg, Ca  
Al: Es antagonístico a P principalmente

Antagonismo de nutrientes del suelo

# APÉNDICE 19. Análisis de suelo de la Hda. San Miguel.

**DATOS DE IDENTIFICACION**

NOMBRE DEL PROPIETARIO	JUAN CARLOS EGAS
O REMITENTE:	Ing. Byron Pañafiel
CODIGO DE CLIENTE:	
NOMBRE DE LA PROPIEDAD:	SAN MIGUEL
TELF:	FAC
E-MAIL:	www.plantspherelabs.com.ec
TIPO DE ANALISIS:	ANALISIS DE SUELO
CULTIVO:	MANGO
FASE DE CULTIVO:	JUVENIL - MEXAJO

FECHA DE MUESTREO:	20/11/2015
FECHA DE INGRESO:	PSL6124
ORDEN DE TRABAJO No.:	08/12/2015
FECHA DE INFORME LAB.:	
FACTURA No.:	



**BELLA VISTA DE CARRETAS**  
CALLE NTSE Y N6  
TELF: 2477715 - 098 508 315

**E-MAIL: PLANTSFERELABS@BIOSOFTWARE.DE**  
WWW.BOKI.BU  
QUITO - ECUADOR

**RESULTADO ANALISIS MACRO Y MICRO ELEMENTOS DE SUELO**

IDENTIFICACION	No.LAB.	Sat 1/2 %	PH	C.E. mS/cm	Nitrógeno		Fósforo		Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	M.Organica	
					Nitrato N	Amonia N	P	P	Zn	Cu	Fe	Mn	K	K	Ca	Mg	S	B	M.O.
					ppm	ppm	Total	Sol.Aqua					Total	Sol.Aqua					
M1	PINCAT	35.0	6.52	0.77	110	58	155	78.0	22.0	1.5	49	24	625	325	4584	558	29	0.5	3.2
M2	SAN GREGORIO	34.0	6.38	0.70	120	65	160	90.0	17.0	2.2	55	48	708	320	3587	412	32	0.4	3.3
M3	SAN MIGUEL	34.0	6.58	0.82	150	80	170	80.0	12.0	1.8	82	55	856	307	4105	369	45	0.9	2.8
INTERPRETACION	BAJO	4.90		0.70	145	18	46	27	84	4.8	45	18	276	108	360	27	0.72	3.60	
DE LOS RESULTADOS DE ANALISIS	OPTIMO	30 ± 4.0	5.8 ± 0.8	0.8 ± 1.8	80 ± 180	20 ± 40	80 ± 150	80 ± 80	8 ± 18	8 ± 10	80 ± 100	20 ± 40	300 ± 600	120 ± 180	1200 ± 1000	400 ± 600	30 ± 60	0.8 ± 2	4 ± 8
	ALTO	7.10		1.80	165	43	165	85	16.5	11.0	118	44	660	165	660	64	1.32	8.8	

IDENTIFICACION	No.LAB.	RELACIONES		Ca/Mg	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	(Ca+Mg)/K	Ca/B	Fe/Mn	NO3/NH4 N	Al + H meq/100 g	SODIO ppm	SODIO meq/100 g	Cloruro ppm	Potasio meq/100 g	Calcio meq/100 g	Magnesio meq/100 g	C.I.C.E meq/100 g	
M1	PINCAT			4.59		2.77	14.34	17.21	9168	1.88	1.9		20	0.09	23.0	1.60	22.92	4.59	29.2	
M2	SAN GREGORIO			5.30		1.80	9.91	11.78	8973	1.15	1.8		25	0.11	20.0	1.81	17.95	3.39	23.3	
M3	SAN MIGUEL			6.42		1.84	12.23	14.14	4851	1.49	1.9		15	0.07	10.0	1.68	20.53	3.20	25.5	
INTERPRETACION	BAJO			2.70		1.80	9	12.8	<1700	1.25					0.9	0.70	0.12	2.7	10.8	
DE LOS RESULTADOS DE ANALISIS	OPTIMO			3 ± 0.5	2 ± 0.5	2 ± 0.5	10 ± 25	18 ± 25	1200 ± 1000	1.5 ± 0.5		<1.0	<40	<0.17	18 ± 30	0.8 ± 1.5	18 ± 20	3.3 ± 0.5	12 ± 25	
	ALTO			6.80		6.80	27.5	28	>8000	6.2					>44	>0.20	33	1.7	22	6.8

DR. CARLOS FALCONI BORJA PH.D.  
dfalconi-labs@biosoftware.de  
099798977 - 6023431  
PLANTSFERELABS  
www.agriculture-technology.de